



• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •  
• МОСКВА •  
• КРАСНОДАР •  
2013



# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА В АГРОИНЖЕНЕРИИ

*Под редакцией академика РАСХН  
А. И. ЗАВРАЖНОВА*

*ДОПУЩЕНО  
Министерством сельского хозяйства РФ  
в качестве учебника для студентов высших  
аграрных учебных заведений, обучающихся  
по направлению 110300 — «Агроинженерия»*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2013

ББК 41.4я73

С 56

**С 56** Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

**ISBN 978-5-8114-1356-0**

В учебнике представлены сведения о современном состоянии сельскохозяйственного производства в России; анализируются приоритетные направления развития науки, техники и технологий в агроинженерии; рассматриваются основные положения стратегии машинно-технологической модернизации и инновационного развития производства продукции растениеводства и животноводства, концепции энергообеспечения и развития научной базы агропромышленного комплекса.

Содержание учебника соответствует примерной программе дисциплины «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии». Для подготовки магистров по направлению «Агроинженерия».

ББК 41.4я73

**Коллектив авторов:**

Лариса Викторовна БОБРОВИЧ, Александр Сергеевич ГОРДЕЕВ,  
Василий Иванович ГОРШЕНИН, Сергей Александрович ЖИДКОВ,  
Анатолий Иванович ЗАВРАЖНОВ, Андрей Анатольевич ЗАВРАЖНОВ,  
Роман Иннокентьевич ЛИ, Наталья Евгеньевна МАКОВА,  
Константин Алексеевич МАНАЕНКОВ, Владимир Валерьевич МИРОНОВ,  
Николай Владимирович МИХЕЕВ, Игорь Геннадьевич СМИРНОВ,  
Вячеслав Филиппович ФЕДОРЕНКО

**Рецензенты:**

*Б. И. ВАГИН* — доктор технических наук, профессор кафедры  
«Механизация производства и переработки продукции  
животноводства» СПбГАУ, академик МААО,  
заслуженный деятель науки и техники РФ;  
*М. Н. ЕРОХИН* — доктор технических наук, профессор,  
академик РАСХН, заслуженный деятель науки РФ.

**Обложка**

*Е. А. ВЛАСОВА*

*Охраняется законом РФ об авторском праве.  
Воспроизведение всей книги или любой ее части  
запрещается без письменного разрешения издателя.  
Любые попытки нарушения закона  
будут преследоваться в судебном порядке.*

© Издательство «Лань», 2013  
© Коллектив авторов, 2013  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2013



## ВВЕДЕНИЕ

**М**одернизация сельскохозяйственного производства на основе применения современной техники и передовых аграрных технологий является одной из важнейших задач государственной агропродовольственной политики на ближайшие годы. Решение этой задачи напрямую влияет на повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции и производителей, обеспечение высокого качества продовольственных товаров, рост производительности труда и доходности предприятий отрасли, создание новых рабочих мест, улучшение условий труда работников сельского хозяйства.

Важнейшим фактором устойчивого роста сельскохозяйственного производства является переход от инерционной модели хозяйствования к инновационной.

Крупномасштабные инновации осуществляются при поддержке государства, в том числе с помощью концентрации различного рода ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и технологий (см. прил. 1). Другим инструментом государственной политики в области развития отечественной науки и технологий является Перечень критических технологий Российской Федерации (см. прил. 2). Его формирование предусмотрено «Основами политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу», утвержденными Указом Президента РФ от 30 марта 2002 г. № 576.

В современных условиях инновационный путь развития сельского хозяйства имеет три взаимосвязанных и взаимообусловленных направления [38]:

1) инновации в области человеческого фактора, что возможно лишь в приоритетном развитии образования, фундаментальных и прикладных научных исследований, разработке нововведений, создании банка данных по инновациям, а также информационно-консультационной системы, обслуживающей товаропроизводителей;

2) инновации в сфере биологического фактора, связанные с разработкой и освоением нововведений, обеспечивающих повышение плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных.

Особая роль инноваций в этой области является отличительной чертой современного пути развития сельского хозяйства по сравнению с другими секторами экономики;

3) инновации технологического характера, являющиеся фактором совершенствования технико-технологического потенциала сельского хозяйства на основе применения энерго- и ресурсосберегающей техники и наукоемких технологий. Особое значение имеет развитие отраслей экономики, обеспечивающих сельское хозяйство средствами производства.

Чтобы инновационная деятельность в сельском хозяйстве была эффективной, необходимо учитывать четыре группы факторов: экономико-технологические, организационно-правовые, управленческие и социально-психологические. Однако ни один из факторов не будет работать без эффективного организационно-экономического механизма освоения научных достижений.

Формирование инновационной модели непрерывного профессионального образования позволило бы человеку на протяжении всей жизни осваивать новые специальности. Непрерывное образование — это экономический фактор, ключевое условие конкурентоспособности.

Государственный сектор экономики должен быть превращен в источник создания и области потребления инновационной продукции. Ученые Российской сельскохозяйственной академии и других вузов формируют соответствующую базу для развития инновационной деятельности. Создаются новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, селекционные породы животных и птиц, разрабатываются передовые технологии, производятся новые машины, приборы и оборудование, большое количество диагностических средств, препаратов, новые продукты питания повышенной пищевой и биологической ценности. Однако проблема освоения научных разработок по-прежнему актуальна.

Одним из препятствий технологической модернизации агропромышленного комплекса остается его низкий технический уровень. Отсутствие конкурентоспособного отечественного сельскохозяйственного машиностроения привело к тому, что этот рынок заполняется импортной техникой. Закупаются машины и оборудование разных производителей и марок, что создает трудности в организации их сервисного обслуживания и обеспечения запасными частями. Эти и другие проблемы обозначены в разработанной Министерством сельского хозяйства и Российской академией сельскохозяйственных наук Стратегии социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г. (научные основы). На основании этого документа были разработаны Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020 г., стратегии и концепции автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства, машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции и т. п. Для решения поставленных задач необходимо использовать весь научно-технологический потенциал АПК, включающий научно-исследовательские учреждения Россельхозакадемии, учебные заведения Министерства сельского хозяйства РФ и др. Значительный вклад в научные исследования и разработки

в агроинженерии, их внедрение в производство внесли такие организации, как Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (ВИМ), НИИ электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ), НИИ ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ), НИИ использования техники и нефтепродуктов (ВНИИТиН) и др. Большую роль в разработке и производстве новой техники и технологий, подготовке кадров для агропромышленного комплекса играют Московский государственный агроинженерный университет (МГАУ), Мичуринский государственный аграрный университет (МичГАУ), Кубанский государственный аграрный университет (КубГАУ), Красноярский государственный аграрный университет (КрасГАУ), Челябинская государственная агроинженерная академия (ЧГАА), Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия (АЧГАА) и другие высшие учебные заведения.

В российской аграрной науке делается большое количество эффективных разработок, реализация которых в агропромышленном производстве позволяет поднять его на качественно новый уровень. Степень же реализации инноваций сельхозпроизводителями была и остается низкой. В «запасниках» научно-исследовательских и академических институтов до сих пор сосредоточен огромный массив уникальных научных разработок, которые пока не востребованы в сельском хозяйстве. Со временем они теряют актуальность, перестают соответствовать новым требованиям, и многие из них уже нельзя реализовать без доработки. В связи с этим требуется повышение качества аграрного образования. Для решения этой задачи законодательно введена двухуровневая система подготовки кадров: бакалавриат и магистратура. Получившие степень магистра должны быть экономически грамотными, владеть современными высокоэффективными технологиями и продвигать новейшие научные достижения на практике.

Магистратура — это не просто образовательная программа (как бакалавриат), а сочетание образовательной «оболочки» с научной «начинкой». Образовательные программы должны включать научные семинары, интерактивные формы обучения; необходимо постоянное обновление учебных материалов на основе научных работ, публикуемых в ведущих мировых научных журналах.

Очевидно, что стратегия развития страны должна опираться на реализацию человеческого потенциала, наиболее эффективное применение знаний и умений людей для постоянного улучшения технологий, экономических результатов, жизни общества в целом.

Дисциплина «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии» относится к базовой части профессионального цикла подготовки магистров направления 110800 «Агроинженерия» и обеспечивает взаимосвязь дисциплин профессионального цикла бакалавриата и общенаучного цикла магистратуры с научно-исследовательской работой и написанием магистерской диссертации.

*Целью* дисциплины является формирование у обучающихся представления о приоритетных направлениях развития науки и техники АПК, современных технологиях производства, критических технологиях. Данная дисциплина

предполагает ознакомление и обсуждение мировых научных достижений за последние 3–4 года.

*Задачи* дисциплины — предоставление знаний в следующих областях:

- современные направления развития науки и производства в агроинженерии;
- стратегии машинно-технологической модернизации растениеводства и животноводства;
- стратегии энергосбережения в АПК;
- концепции развития научного обеспечения АПК.

В процессе обучения магистрант *должен освоить* методы исследования и разработки:

- рабочих органов и конструктивных схем машин и оборудования, а также систем машин для растениеводства и животноводства;
- переработки сельскохозяйственных продуктов и сырья;
- теории технологических процессов;
- технологий сервисного обслуживания машин и оборудования.

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

- *знать* прогрессивные технологии и технические средства производства, хранения и переработки продукции растениеводства и животноводства на предприятиях различных организационно-правовых форм; проблемы создания технических средств для сельского хозяйства, энерго- и ресурсосбережения, эффективной эксплуатации машин и оборудования, применения электронных средств и информационных технологий;
- *владеть методами* проектирования технологических процессов, рабочих органов, технических средств и систем в соответствии с профилем подготовки;
- *обладать следующими компетенциями*: способностью анализировать современные проблемы науки и производства в агроинженерии и вести поиск их решений; способностью и готовностью организовать на крупных предприятиях АПК высокопроизводительное использование и надежную работу сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции животноводства и растениеводства; умением вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса; способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умения строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ.





## ГЛАВА 1

# РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

### 1.1. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МИРОВОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**По** данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в последние пять лет количество страдающих от недоедания людей в мире возросло, превысив 1 млрд человек. От недоедания страдает каждый седьмой житель планеты. Для увеличения сельскохозяйственного производства до уровня, позволяющего кормить растущее человечество, требуется значительно повысить инвестиции в науку, разработку и широкое внедрение новых агротехнологий\*. Об этом говорится в выпущенном ФАО в сентябре 2009 г. докладе «Технологический вызов» [23].

По прогнозам, к 2050 г. население планеты возрастет на 2,3 млрд и составит 9,2 млрд человек, для питания которых агропроизводство за этот период необходимо увеличить на 70% [92]. В целях решения данной проблемы необходимо увеличить производство ряда основных видов продовольствия: ежегодное производство зерна — на 1 млрд т, мяса — на 200 млн т и т. д.

Около 90% необходимого прироста объемов сельхозпроизводства (а в развивающихся странах 80%) предполагается достигнуть за счет повышения продуктивности полей и интенсификации земледелия в целом. Это обуславливается тем, что площадь пашни в мире за данный период возрастет всего на 70 млн га, или менее 5% общей площади. Ожидается, что к 2050 г. средняя урожайность зерновых (по всей группе) составит 43 ц/га при 33 ц/га в настоящее время. К сожалению, в последние десятилетия в мире наблюдается тенденция к снижению темпов прироста урожайности зерновых. Если в 1960-е гг. среднегодовой прирост урожайности зерновых составлял 3,2%, то в 2000-е — всего 1,5%. Такая ситуация обуславливает необходимость технологического прорыва в отрасли.

Технологический вызов приобретает особую остроту с учетом большого влияния на агропроизводство ожидаемых изменений климата на Земле. Если температура на Земле повысится на 2°C, то производство продовольствия в мире заметно сократится, упадет урожайность сельскохозяйственных

---

\* Агротехнология — последовательность выполнения технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур с набором технических средств для ее реализации.

культур, например кукурузы. Если не принять своевременных мер, то наиболее заметное падение произойдет в Африке, Азии и Южной Америке — в среднем на 20–40%.

В этих условиях ключевой фактор повышения эффективности сельского хозяйства и решения продовольственной проблемы — разработка и распространение современных технологий производства и возделывания сельскохозяйственных культур. Особенно актуальные направления [78]:

- *повышение эффективности использования ресурсов*, что особенно актуально в связи с сокращением природных ресурсов и повышением цен на азотные и фосфорные удобрения, топливо и т. д. Хорошие результаты может дать применение ресурсосберегающих технологий в земледелии, например нулевая обработка почв, обеспечивающая снижение потребности в дизельном топливе на 66–75%. Кроме того, важно повысить эффективность использования минеральных удобрений, в том числе за счет расширения посевов культур, обеспечивающих биологическую фиксацию азота;
- *улучшение использования орошаемых земель*. По экспертным данным, в настоящее время в развивающихся странах орошаемое земледелие составляет пятую часть общей площади пашни, в нем производится 47% продукции растениеводства и почти 60% зерновой отрасли, в связи с чем необходимо совершенствовать технологии рационального употребления воды на орошение;
- *дальнейшее расширение селекции и семеноводства* с целью выведения более продуктивных сортов сельхозкультур, устойчивых к засухе и вредителям;
- *применение комплексной системы защиты растений*, что позволит снизить применение пестицидов за счет других мер борьбы с вредителями. Применение пестицидов допустимо только при превышении экономического порога вредоносности;
- *существенное повышение инвестиций в сельскохозяйственную науку и развитие*. Данное направление является наиболее эффективной формой поддержки сельского хозяйства. Инвестиции в эту сферу имеют высокую окупаемость (30–75%) и выгодны на длительный период.

В Российской Федерации в соответствии со статьей 8 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 г. № 264-ФЗ разработана Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг.\* Одной из целей Программы является повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на основе финансовой устойчивости и модернизации сельского хозяйства.

Вопросы повышения продуктивности отечественного агропромышленного комплекса (АПК) рассматривались 4 декабря 2009 г. на заседании Совета безопасности Российской Федерации, по итогам которого была принята Доктрина продовольственной безопасности.

\* В октябре 2011 г. на сайте Министерства сельского хозяйства РФ помещен проект Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.

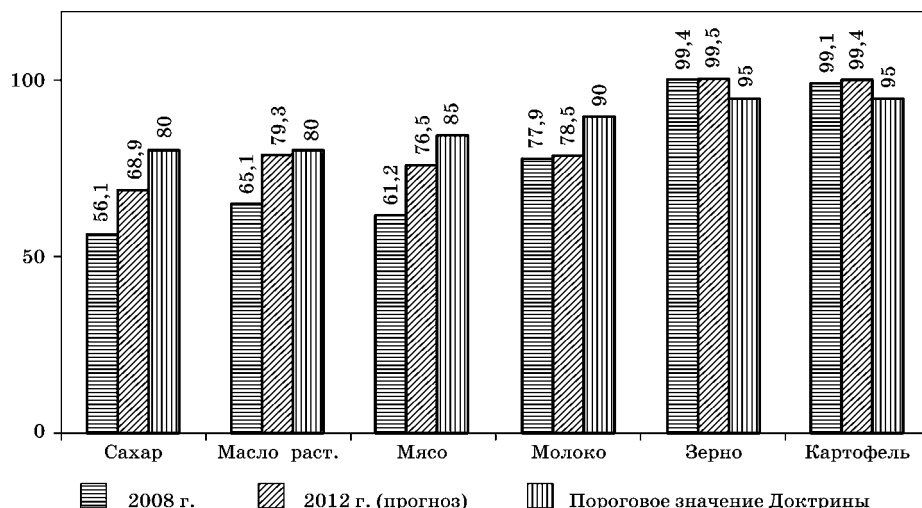


Рис. 1.1

Доля отечественной продукции в общем объеме ресурсов внутреннего рынка, %

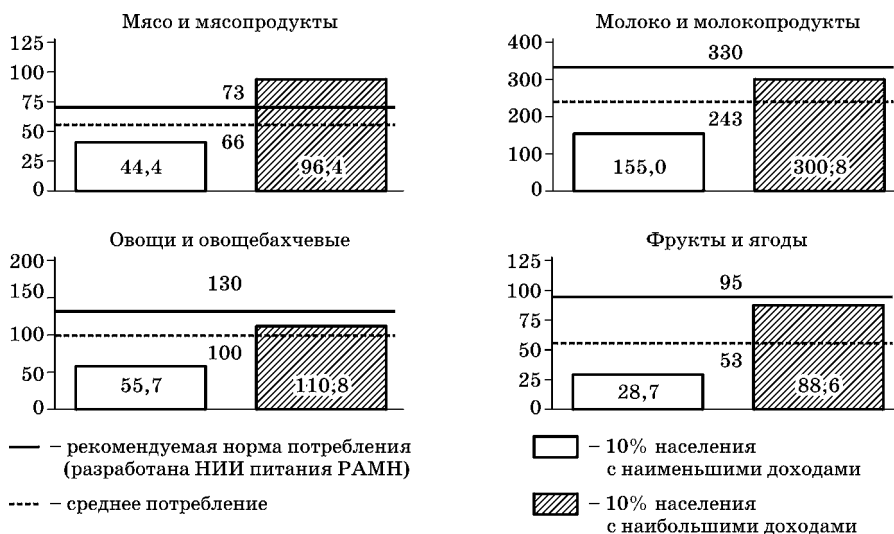


Рис. 1.2

Потребление продуктов питания на душу населения в год, кг

Благодаря поддержке правительства в непростых условиях 2009 г. (рис. 1.1) отечественному АПК удалось более чем на 8% повысить уровень импортозамещения по мясу, получить урожай зерновых почти на 10 млн т выше средних пятилетних значений, сохранить объемы производства молока, повысить обеспеченность населения страны основными видами отечественного продовольствия.

В результате потребление продуктов питания на душу населения в стране возросло (рис. 1.2), хотя оно еще не соответствует критериям продоволь-

ственной безопасности, которые впервые на законодательном уровне установлены в Доктрине продовольственной безопасности страны.

Важнейшей тенденцией развития сельскохозяйственной техники является создание машин, позволяющих внедрять принципиально новые технологии и благодаря этому не только повышать производительность труда, но и создавать более благоприятные условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, сокращения потерь продукции при уборке и в послеуборочный период, обеспечения экологической безопасности и лучших условий труда.

Таким образом, технологическое и техническое перевооружение сельского хозяйства в современных условиях является ключевой проблемой обеспечения продовольственной безопасности России. Только создание и освоение новой техники и машинных технологий в сельхозпроизводстве позволят поднять качество и конкурентоспособность отечественной продукции. Для энергообеспечения и развития сельского хозяйства требуется государственная поддержка, особенно при разработке и освоении энерго- и ресурсосберегающих агротехнологий.

## 1.2. АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПРИНЦИПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Современные *агротехнологии* представляют собой совокупность операций по управлению процессом производства сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности. Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, т. е. являются составной частью адаптивно-ландшафтной системы земледелия. При этом они имеют и самостоятельное значение, определяемое особенностями сорта, поскольку каждому сорту соответствуют определенная модель агроценоза и система управления процессом производства.

*Важнейшие принципы проектирования агротехнологий* включают [73, 28, 79]:

- альтернативность, возможности выбора;
- адаптацию к природным условиям на основе агроэкологической оценки земель, различным уровням интенсификации производства на основе технологических нормативов, хозяйственным укладам;
- динамический подход к созданию агроценозов и управлению ими путем последовательного устранения лимитирующих условий;
- формирование пакетов агротехнологий с учетом системных связей, выявляемых в многофакторных полевых экспериментах;
- открытость новейшим достижениям научно-технического прогресса;
- преемственность.

Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и

Таблица 1.1

## Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации

Показатели	Агротехнологии			
	экстенсивные	нормальные	интенсивные	высокие
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Удобрение	Нет	Поддерживающее	Программированное	Точное
Защита растений	Эпизодическая	Ограниченная, против наиболее вредоносных видов	Интегрированная	Экологически сбалансированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференцированно минимизированная	Оптимизированная
Техника	Первого-второго поколений	Третьего поколения	Четвертого поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво-удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафтов	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

качество продукции. Их количество зависит от сложности экологической обстановки и уровня планируемой урожайности. Тем самым в значительной мере определяется и содержание агротехнологий.

По критерию интенсивности различают четыре категории технологий (табл. 1.1):

- *экстенсивные*, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с ограниченным их использованием;
- *нормальные*, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимальном количестве, которое позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания и давать удовлетворительное качество продукции. Эти технологии используются для пластичных сортов зерновых;
- *интенсивные*, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления производственным процессом\* сельскохозяйственной культуры, обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и поражения. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала. Эти технологии, рассчитанные, например, на 40–50 ц/га

\* Производственный процесс — совокупность взаимосвязанных процессов, происходящих в растениях и формирующих его урожай; к основным процессам относятся фотосинтез, дыхание, рост, а также другие, зависящие от факторов внешней среды.

озимой пшеницы высокого качества, могут быть реализованы с использованием отечественной серийной техники, сортов, удобрений и импортных пестицидов;

- **высокоинтенсивные**, рассчитанные на достижение урожайности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу, с заданным качеством продукции с помощью достижений научно-технического прогресса при минимальных экологических рисках. Они относятся к категории так называемого точного земледелия с использованием прецизионной техники, современных препаратов, информационных технологий. Высокоинтенсивные, или высокие, технологии являют собой качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщении технологическими операциями ухода за посевами.

Преобладание в настоящее время экстенсивного земледелия в стране, высокая распаханность огромных территорий при низкой урожайности и невысоком качестве продукции свидетельствуют о несостоятельности экономики. Скорейший выход из экономического кризиса — первостепенная задача. Учитывая, что в степных районах среднеклиматически обеспеченная урожайность зерновых колеблется в пределах 1,5–2,5 т/га, для выхода на среднемировой уровень в 3 т/га необходимо в лесостепной и таежно-лесной зонах ориентироваться на 4–5 т/га и более, т. е. на использование интенсивных и высоких агротехнологий. Высокую эффективность интенсивных агротехнологий демонстрируют многие районы лесостепной и южно-таежно-лесной зон (табл. 1.2).

Важнейшим достоинством интенсивных агротехнологий является высокое качество зерна. При интенсивных технологиях в лесостепной зоне содержание клейковины в зерне пшеницы возрастает до 30–35% против 14–20% при экстенсивных. Себестоимость пшеницы при интенсивном возделывании на черноземах составляет 1300–1600 руб./т; на дерново-подзолистых почвах существенно выше — 1800–2000 руб./т, тем не менее это значительно дешевле, чем в США (100 долл./т) или Германии (140 долл./т).

Таблица 1.2

**Оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы на типичном черноземе ООО «Агротехнологии» Жердевского района Тамбовской области**

Показатели	Агротехнология		
	экстенсивная	нормальная	интенсивная
Урожайность, т/га	2,98	5,09	6,54
Содержание в зерне, %:			
белка	6,7–9,5	13–13,4	15–16,8
клейковины	14–20	26–28,0	32–35
Технологические затраты, руб./га	2392	5104,4	7556,2
Себестоимость зерна, руб./т	802,7	1002,8	1155,4
Стоимость продукции, руб./га	2500	3500	5200
Условно чистый доход, руб./га	7450	17 815	34 008
Окупаемость затрат, руб./руб.	3,1	3,5	4,5

Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и средства защиты растений. Рассмотрим подробнее системы обработки почвы, так как в последнее время в специальной литературе можно найти противоречивые суждения о них, универсальные рекомендации вопреки дифференцированным подходам, разработанным региональными научными центрами.

Выбор оптимальной системы обработки почвы лежит в широком диапазоне всевозможных решений: от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимизации. Этот выбор определяется экологическим разнообразием условий, требованиями сельскохозяйственных культур и уровнем интенсификации производства, в частности обеспеченностью агрохимическими ресурсами.

Важнейшей глобальной тенденцией совершенствования почвообработки является ее минимизация. Применение минимальных и нулевых обработок способствует снижению испарения с поверхности почвы за счет уменьшения аэрации пахотного слоя и мульчирующего эффекта растительных остатков при достаточном их количестве. Благодаря мульче эффективнее используется конденсационная влага. Соломенная мульча оказывает положительное влияние на тепловой режим почвы в южных районах.

Большим достоинством минимальных и особенно нулевых обработок является экономия горючего, сокращение затрат, проведение работ в сжатые сроки, высвобождение времени у работников. Однако безотвальным и плоскорезным системам обработки почвы наряду с достоинствами присущи определенные недостатки, главный из которых — нарастание засоренности посевов, особенно при повышенном увлажнении. В степных районах Урала и Сибири засоренность посевов в зернопаровых севооборотах в значительной мере преодолевается за счет более поздних сроков сева пшеницы (что позволяет уничтожить сорняки предпосевными обработками) и повышения в севообороте доли зернофуражных культур, высеваемых в еще более поздние сроки при довольно большой доле пара. Наиболее эффективным средством решения этой задачи является чистый пар. Существенно возрастает роль гербицидов в южных районах лесостепи и тем более в северных, где без них, как и без азотных удобрений, весьма затруднительно возделывание зерновых в четырех- или пятипольных зернопаровых севооборотах при безотвальной обработке. Это означает, что переход на почвозащитные системы обработки почвы требует повышения обеспеченности земледелия агрохимическими ресурсами.

При недостатке гербицидов и азотных удобрений применяются комбинированные системы, сочетающие разноглубинную плоскорезную и безотвальную обработку с отвальной вспашкой.

Важнейшим методом минимизации почвообработки является совмещение технологических операций. В России имеется солидный опыт использования комбинированных агрегатов и машин, позволяющих за один проход выполнять несколько операций. Экономический эффект от их применения состоит в сглаживании так называемых пиков потребности в энергетических

средствах и трудовых ресурсах, что снижает затраты материальных и трудовых ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур. В гумидных районах применение комбинированных агрегатов важно для снижения плотности почвы, в засушливых — для устранения временных разрывов между отдельными видами полевых работ, благодаря чему удается более эффективно бороться с ранневесенней засухой и дефляцией.

Рассматривая перспективы минимизации почвообработки, следует учитывать все разнообразие условий. Правильный выбор системы обработки почвы — довольно наукоемкая задача, требующая хорошей профессиональной подготовки. Нулевая обработка — прерогатива мастеров высокой квалификации.

Общая тенденция минимизации почвообработки не означает повсеместного отказа от вспашки, особенно в районах с повышенным увлажнением почв и ландшафтов, где необходимо ее совершенствование. Следует также подчеркнуть, что появляющиеся все чаще шаблонные рекомендации (безоглядная пропаганда «нулевой», «минимальной» почвообработки независимо от природных и производственных условий и т. п.) наносят земледелию не меньший ущерб, чем консерватизм, игнорирование почвозащитных систем обработки, традиционных во многих эрозивноопасных районах страны.

Важнейшее требование к агротехнологиям — энергосбережение. Однако это понятие часто воспринимается упрощенно — как экономия топливно-смазочных материалов (ТСМ), без должного понимания системных энергетических связей в том или ином технологическом процессе. За терминами «энергосберегающая», «ресурсосберегающая» часто скрываются традиционные клише.

Сторонники универсальной минимальной и, тем более, нулевой обработки почвы, концентрируя внимание на сбережении механической энергии и ТСМ, не принимают во внимание увеличение затрат других видов энергии, заключенных, например, в пестицидах или минеральных удобрениях, в результате чего энергозатратность нулевых обработок почвы может быть значительно больше по сравнению с традиционными.

Другим недоразумением подобного рода являются довольно частые «обвинения» интенсивных агротехнологий в высокой энергозатратности по причине активного использования агрохимических ресурсов. Любые суждения по этому поводу могут быть корректными лишь при условии расчетов удельных затрат энергии на производство единицы продукции. Роль того или иного технологического приема или препарата определяется с учетом структуры таких затрат и анализа альтернативных вариантов. Наиболее высокий эффект энергосбережения проявляется при достижении системного взаимодействия растений, удобрений, пестицидов, агроприемов, агроэкологических условий и т. п. Все технологические операции определенным образом соотносятся между собой, влияя на те или иные функции производственного процесса. С повышением уровня интенсификации агротехнологий количество и точность проведения технологических операций возрастают. Нарушение их в интенсивных агротехнологиях и особенно в так называемых сокращениях приводит к снижению эффективности технологии и ухудшению ее энергетических характеристик.



Особо следует отметить роль сорта в энергосбережении. Если пшеница, например, характеризуется низкой способностью формировать сильное зерно, слабой устойчивостью к болезням и полеганию, то в технологиях возрастают дозы азотных удобрений, фунгицидов, ретардантов, что увеличивает энергоёмкость производства зерна.

### 1.3. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ. РОЛЬ АГРОИНЖЕНЕРНОЙ СФЕРЫ

В настоящее время отечественное сельское хозяйство характеризуется невысокими технологическим и машинным ресурсами [73].

*В растениеводстве* более 70% производителей работают по экстенсивным технологиям, практически не используя достижений науки, передового отечественного и зарубежного опыта. Не привлекаются в должной мере средства интенсификации (минеральные удобрения и др.), используются машины старых поколений. Качественные семена лучших районированных сортов не употребляются, минеральные удобрения вносятся в ограниченных количествах (в основном урезанные стартовые дозы), защитные меры против болезней и вредителей редки даже в чрезвычайных ситуациях. Используются одно- и двухоперационные машины с невысокими технологическими параметрами. Урожай зависит в основном от складывающихся погодных условий и естественного плодородия почв. Все это не позволяет хозяйствам добиваться устойчивой прибыли, они остаются низкорентабельными или убыточными.

В отечественной практике имеется хороший опыт использования небольшой группой хозяйств (примерно 10–15%) технологий интенсивного типа, обеспечивающих оптимальный уровень минерального питания растений и грамотное применение химических средств их защиты от вредителей, болезней, сорняков и полегания. Современные сорта растений, нормированное внесение удобрений (прежде всего в процессе вегетации), выполнение комплекса защитных мероприятий, использование высокотехнологичной комбинированной и энергонасыщенной техники — все это позволяет хозяйствам добиваться повышенной урожайности (например, до 40–60 ц/га зерновых) и, соответственно, экономической эффективности. Большинство этих хозяйств расположены в таких зонах интенсивного производства, как Северный Кавказ, Республика Татарстан, Центрально-Черноземная зона и др. На долю подобных производителей приходится почти треть всей продукции растениеводства.

*В животноводстве* технологии производства продукции сильно дифференцируются по уровню интенсивности. В большинстве регионов страны производство молока и говядины осуществляется по экстенсивным технологиям, стадо крупного рогатого скота (КРС) имеет недостаточный генетический потенциал. В кормлении используется однотипный несбалансированный рацион. Фермы на 90% привязного типа, многие из них слабо механизированы,

что требует повышенных трудовых затрат. Из-за низкой продуктивности (например, коров с удоем 1500–2500 кг/год) такие технологии убыточны. Более 50% молока, говядины и свинины в России производится на фермах личных подсобных хозяйств с применением ручного труда.

Вместе с тем в последние годы в ряде регионов происходят позитивные изменения — в скотоводстве, свиноводстве и, особенно, в птицеводстве осваиваются интенсивные технологии производства продукции. В Ленинградской, Московской и ряде других областей на многих молочных фермах модернизированы технологические процессы, освоено беспривязное содержание животных, оборудованы доильные залы, улучшено кормление и генетические параметры стада и т. п. В Ленинградской области это позволило поднять годовую продуктивность коров до 6550 кг. Подобные фермы имеются и в других регионах страны.

В свиноводстве имеется положительный опыт технологической модернизации свинокомплексов и ферм. Высокорентабельные технологии дают высокую прибыль (рентабельность до 40%), например, на предприятии «Омский бекон», комплексах Белгородской области и др. В технологиях, где освоено точное управление производственным процессом, вместе с хорошими экономическими результатами, как правило, достигается высокая эффективность использования ресурсов (кормов, энергии, труда и др.) на единицу продукции.

Наибольшей степенью технологичности в России отличается птицеводство. Эта отрасль, располагая генетически эффективным отечественным поголовьем и отработанными машинными процессами создания микроклимата, содержания птицы, кормления и защиты от болезней, успешно конкурирует с зарубежными производителями. Поэтому по темпам роста (10–15% ежегодно) эта отрасль намного опережает другие. Опыт технологической модернизации птицеводства может быть реализован и в других отраслях сельского хозяйства.

Анализ машинно-технологической базы отечественного сельского хозяйства показывает, что в стране разработаны высококорентабельные технологии производства разнообразной сельскохозяйственной продукции. Их практическое применение должно стать массовым.

#### 1.4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА

Уровень технической и технологической оснащенности сельскохозяйственных товаропроизводителей (СХТП) во многом определяет развитие АПК. В настоящее время для успешной работы на селе не хватает тракторной техники (оснащенность в 2008 г. — 51%, прогноз на 2012 г. — 62%), зерноуборочной и кормоуборочной; техническая обеспеченность животноводства не превышает 40% [73], так что данный вопрос по-прежнему актуален для сельского хозяйства России.

Минсельхозом утверждена Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г. Опыт зарубежных

стран, близких к России по природно-климатическим условиям (Финляндия, Канада и др.), и передовых отечественных предприятий показывает, что машинно-технологическая модернизация сможет повысить производительность труда на селе в 3–5 раз.

Сегодня технический и энергетический потенциал отрасли не соответствует потребностям. Так, вместо необходимой энергообеспеченности в 300–350 лошадиных сил (л. с.) на 100 га посевной площади сельское хозяйство располагает всего 150 л. с. При этом более 70% имеющейся техники эксплуатируется дольше установленных амортизационных сроков и требует повышенных затрат на содержание. Баланс поступления и выбытия основных технических средств из-за низкой платежеспособности сельскохозяйственных производителей остается отрицательным.

Государственной программой предусмотрено активное обновление сельхозтехники, списание маломощной и изношенной и замена ее более мощной, комфортной и высокопроизводительной с широкими функциональными возможностями навесных агрегатов. Это позволит к концу 2012 г. сформировать следующий парк техники, срок эксплуатации которой не превышает десяти лет: тракторы — до 578 тыс., зерноуборочные комбайны — до 151 тыс., кормоуборочные — более 36 тыс. (табл. 1.3).

Таблица 1.3

**Машинно-технологическая модернизация сельского хозяйства до 2020 г.**  
(в числителе — наличие, тыс. шт., в знаменателе — оснащенность, %)

Машины	2006 г.	2008 г.	2012 г.	2017 г.	2020 г.
Тракторы	560/43	517/51	578/62	665/76	750–800/81
Зерноуборочные комбайны	148/44	137/48	151/59	185/73	200–210/80
Кормоуборочные комбайны	36/67	29/58	36/73	40/79	43–50/83
Культиваторы	198/52	179/48	199/59	220/78	250/86
Сеялки	247/68	222/59	254/76	281/83	300/92

Средний уровень обеспеченности техникой составляет 40–50%, сроки фактической эксплуатации машин превышают нормативы в 2–3 раза, выбытие техники опережает поступление. Так, если в 1990 г. в России обеспеченность тракторами составляла 1 ед. на 100 га пашни, то в 2010 г. — только 0,5 ед. (для сравнения: на Украине — 1,3; в Белоруссии — 1,2 ед.).

В качественном отношении машинно-тракторный парк (МТП) характеризуется тем, что основу его составляют морально устаревшие модели, разработанные и поставленные на производство в 1965–1975 гг. В результате обследований хозяйств установлено, что 96% сельхозтехники изготовлено с отклонением от технических условий. Отечественная техника отстает от импортных аналогов по параметрам надежности почти в 10 раз. Например, по данным Минсельхоза России, наработка за сезон отечественных зерноуборочных комбайнов составляет 150 га, импортных — в среднем 1200 га.

Из-за низкого качества отечественной техники СХТП несут огромные экономические потери. Оценочные расчеты показывают, что финансовый

Таблица 1.4

## Направления развития сельскохозяйственной техники

Показатели	Технический уровень	
	долгосрочная перспектива	достигнутый в России
Многофункциональность машин (число одновременно выполняемых операций)	10	5
Ширина захвата орудий:		
плуги, число корпусов	20	12
опрыскиватели, м	50	24
машины для внесения минеральных удобрений, м	45–60	28
жатки зерновые, м	15	9
свеклоуборочные комбайны, количество рядов	12–18	6
Грузоподъемность, т:		
машины для внесения органических удобрений	30	11
прицепы	40	14
Вместимость бункеров, м <sup>3</sup> :		
зерноуборочные комбайны	12	10
свеклоуборочные комбайны	45	—
Транспортная скорость, км/ч	50–60	20–30
Мощность двигателя, л. с.:		
тракторы	510	275
зерноуборочные комбайны	456	372
кормоуборочные комбайны	760	275
Удельный расход топлива двигателями тракторов, г/кВт·ч	175–200	225–250
Запас крутящего момента у двигателей тракторов, %	60	20–25
Требования экологии	Евро-4, Stage-N, Tier-IV	Евро-1, Tier-II
Ресурс работы двигателей тракторов, тыс. мото-ч	20	5
Наработка на сложный отказ, тыс. мото-ч:		
тракторов	2,0	0,2–0,4
зерноуборочных комбайнов	0,45	0,2
Коэффициент готовности тракторов и зерноуборочных комбайнов в условиях рядовой эксплуатации	0,99	0,9–0,94
Уровень шума в кабинах, дБ	Менее 70	80–88

ущерб по причине снижения коэффициента готовности сельскохозяйственных машин в стране составляет примерно 4 млрд руб. И это без учета того, что 39% машин не соответствуют эксплуатационным показателям (без учета затраченных запасных частей, потерь продукции, невыполненной работы, непродуктивной выплаты заработной платы).

Нагрузка на зерноуборочный комбайн превышает соответствующий показатель в развитых зарубежных странах в 2–5, на трактор — в 2–16 раз. Из-за технологического отставания и недостаточной обеспеченности техникой ежегодно на полях остается до 14% выращенного урожая, еще до 11% теряется из-за несовершенства техники, в результате фактическая урожайность снижается.

Прогноз уровня технической и технологической оснащенности СХТП в результате реализации Стратегии машинно-технологической модернизации приведен в таблице 1.4. Средняя мощность тракторного парка в этот период должна возрасти до 150–160 л. с. против 100 л. с. в настоящее время, комбайнов — до 200 л. с., что обеспечит в перспективе рост энергообеспеченности каждого гектара посевов до 2 л. с. при 1,7 л. с. по параметрам Госпрограммы. Такой уровень энергообеспеченности востребован новыми агротехнологиями.

Современные аграрные технологии выдвигают жесткие требования к характеристикам машин и оборудования, применяемых в растениеводстве. Так, в России не производятся на промышленной основе наиболее востребованные тракторы повышенной мощности 2-го, 3-го, 4-го тяговых классов и зерноуборочные комбайны пропускной способностью более 12 кг/с, поэтому машины приобретаются за рубежом. Вновь создаваемая сельскохозяйственная техника должна быть конкурентоспособной и отвечать мировым тенденциям в этой области.

Дефицит современной техники стал одним из главных факторов, сдерживающих развитие сельскохозяйственного производства, и причиной больших потерь продукции. Поэтому в ближайшие годы необходимо ускорить обновление парка, активно привлекая к этому ресурсы регионов, что позволит не только сохранить количество машин, но и создать предпосылки для увеличения их числа и тем самым обеспечить вовлечение в оборот неиспользуемых земель.

Материальные затраты в сельскохозяйственных предприятиях недопустимо возросли: с 49,2% от общих затрат в 1990 г. до почти 70% в 2010 г. Особенно велики издержки энергоресурсов: они увеличились с 4,4 до 12,5%. Расход энергетических и материальных ресурсов на единицу производимой продукции многократно превышает подобные показатели зарубежных стран. Поэтому актуальной является проблема сокращения их нерационального использования и доведения показателей расхода ресурсов до нормативных, определенных технологиями, техническими параметрами машин и оборудования.

Уровень производительности труда в инженерно-технической службе отечественного АПК в 8–10 раз ниже, чем в высокоразвитых странах. Ежегодные затраты денежных средств на ремонт техники, по данным агропромышленных формирований регионов, превысили в 2010 г. 60 млрд руб., причем только на закупку новых запасных частей расходуется более 30 млрд руб. К каждому сезону ремонту подвергается 60–65% тракторов и зерноуборочных комбайнов и более 70% почвообрабатывающих и посевных машин. Доля исправных машин в большинстве субъектов Российской Федерации не превышает 80–82%. Данные о состоянии сельхозтехники в стране приведены

Таблица 1.5

**Возрастной состав МТП хозяйств всех форм собственности, 2010 г.**

Машины	Возрастная характеристика техники, %		
	до 3 лет	3–10 лет	10 лет и более
Тракторы	8,0	18,4	73,6
Зерноуборочные комбайны	12,9	29,7	59,2
Кормоуборочные комбайны	15,0	28,4	56,5

Таблица 1.6

**Оптимизация МТП в целях обеспечения продовольственной безопасности России**

Показатели	Наличие техники на 01.07.2009 г.	Наличие техники на 01.01.2013 г.	Технологическая потребность в технике на 2020 г.
Тракторы, тыс.	522	550	850–900
Зерноуборочные комбайны, тыс.	136	145	250
Кормоуборочные комбайны, тыс.	27	40	60
Энергообеспеченность на 100 га посевной площади, л. с.	145	200	300–350
Объем производства зерна, млн т	90–100	105–115	120–125

в таблице 1.5. Из-за низкой обеспеченности машинами и их плохого состояния оптимальные агротехнические сроки не соблюдаются. По данным ученых Российской академии сельскохозяйственных наук, ежегодно по этой причине недобор продукции составляет: по зерну — 12–15 млн т, мясу — 1 млн, молоку — 7 млн т.

Технологическая модернизация сельскохозяйственного производства предусматривает замену в новом парке однооперационных агрегатов многофункциональными, универсально-комбинированными, способными адаптироваться к изменяющимся условиям благодаря быстрой смене рабочих органов. Это позволит сократить количество машин для производства, например, зерна с 20–30 наименований до 5–6. В таблице 1.6 представлены показатели оптимизации машинно-тракторного парка в целях обеспечения продовольственной безопасности страны. Названные базовые технические средства в настоящее время уже находятся в разработке.

**1.5.****ВЛИЯНИЕ МАШИНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

Практика крупного машинного сельхозпроизводства, которое сложилось в России и продолжает укрепляться несмотря на политико-экономические парадоксы\*, убедительно доказала высокую эффективность этого способа организации производства [27]. В России зародилось крупногрупповое ис-

\* Советская Россия была инициатором крупного машинного сельхозпроизводства в мире, отставая примерно на 50 лет в экономическом развитии от стран Запада. В настоящее время Россия берет за основу лучшие зарубежные образцы.

пользование техники, которое принимало формы механизированных бригад в классических МТС (машинно-технологическая станция), затем звеньев, отрядов, наконец, специализированных функциональных комплексов (уборочно-транспортных, пахотных, посевных и т. п.), которые до сих пор успешно работают в эффективных сельхозпредприятиях. С этой формой организации полевых работ органично сочетаются различные по производительности средства механизации. Разработанные в 1970-х гг. уборочно-транспортные комплексы на комбайнах СК-5 «Нива» и СК-6 П «Колос», автомобилях ГАЗ-53Б и ЗИЛ-МАЗ-555 успешно функционируют на комбайнах «Дон-1500» и автопоездах на базе КамАЗ-55102.

В настоящее время система технического сервиса основательно подорвана. Однако в эффективных коллективных организациях работают мастерские по ремонту тракторов и комбайнов; в системе регионального машиностроения выпускаются агрегаты для полевого технического обслуживания. В частности, ремонтно-техническое предприятие «Ипатовское» (Ставропольский край) производит прицепной ремонтно-обслуживающий агрегат ПРОА-1 конструкции Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ). Получают развитие новые методы технического обслуживания и ремонта, работающие в режиме ограниченных ресурсов. В связи с этим особое внимание в научных разработках уделяется использованию техники за пределами амортизационного срока. Так, Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве (ВИИТиН, г. Тамбов) создал методику оценки целесообразности использования техники за пределами амортизационного срока применительно к зерноуборочным комбайнам.

Использование тяжелых тракторов и зерноуборочных комбайнов за пределами амортизационного срока в настоящее время особенно актуально ввиду продолжающегося сокращения МТП и отсутствия у товаропроизводителей средств на приобретение новой техники. Поэтому были разработаны научные основы организации новых МТС, которые должны, по замыслу авторов, обеспечить существенное повышение сезонной выработки дорогостоящей техники и сократить потребность в ней. Систематическое научное сопровождение становления и развития новых МТС ведет Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ, г. Москва). Практика показывает, что в МТС производительность одного трактора и зерноуборочного комбайна возрастает за сезон в 2–3 раза. Так, выработка на один трактор К-701 в Южнороссийской МТС на основной обработке почвы достигает 5000 га за сезон. Здесь внедрена полнокомплектная система технического обслуживания и ремонта как в полевых условиях, так и в стационарных, используется двух- и трехсменный режим работы, работают квалифицированные механизаторы. Работа ведется звеньями и отрядами.

Однако широкое введение МТС в хозяйственный оборот сдерживается неотрегулированностью финансовых отношений между СХТП и МТС. Стоимость

работ, выполняемых МТС, как правило, ниже, чем затраты товаропроизводителя на эти же работы, но оплачивать работы МТС приходится сразу по их завершении, ибо оборотных средств у МТС, как и у заказчика, нет. Кредитно-финансовая система в России до сих пор не отлажена.

Следует отметить и технологическую особенность МТС, которая заключается в реальной возможности обеспечения более высокого качества работы, чем у заказчика, выполняющего операции своими силами. Во-первых, в настоящее время МТС нацелены на выполнение одной или двух операций, которые персонал хорошо освоил; во-вторых, они работают, как правило, на лучше отрегулированной и обслуживаемой технике, чем механизаторы заказчика-товаропроизводителя; в-третьих, строже и точнее выдерживают сроки проведения работ.

В рыночных условиях эффективность производства определяется уровнем прибыльности. В общем виде можно записать следующее соотношение. Если речь идет о возделывании  $j$ -й культуры с ценой реализации за единицу продукции (например, 1 т)  $\Pi_j$ , себестоимость каждой операции составляет  $C_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, n_j$  ( $n_j$  — общее количество операций при возделывании  $j$ -й культуры), уровень рентабельности производства  $j$ -й культуры равен  $P_j$ , то общая рентабельность производства  $k$  культур составит:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^k \left( \Pi_j - \sum_{i=1}^{n_j} C_i \right)}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} C_{ij}}. \quad (1.1)$$

При этом следует учитывать и характер организации технологического процесса. Дело в том, что почти любой технологический процесс может выполняться однооперационными, как правило, высокопроизводительными и относительно простыми по конструкции техническими средствами или меньшим количеством сложных многооперационных машин. В первом случае большое количество однооперационных агрегатов требует безинтервального выполнения процессов или операций, часто в очень ограниченный срок. Несмотря на добросовестные усилия организаторов производства, это сделать не удастся, что приводит к потерям будущего урожая. Например, трудно организовать поточную уборку соломы после обмолота зерна, первичную обработку почвы после уборки соломы. Данные операции должны проводиться в единый агросрок без временных интервалов, но это практически неразрешимая задача. Поэтому прибегают к другому варианту: с помощью комбинированных многооперационных машин выполняют группы операций за один проход. В идеале надо за один проход осуществлять законченный набор операций, который требует единого агросрока. Так, возделывание озимых колосовых распадается на три группы процессов: подготовка почвы и посев, обмолот с уборкой соломы и первичной обработкой почвы; основная обработка почвы. В каждой группе могут использоваться несколько однооперационных простых машин или одна комбинированная. Чем больше машин занято в «односроковых» группах операций, тем меньше порядка в технологическом процессе и ниже эф-



фективность процесса\*. Характер этой закономерности отражается кривой 1 (рис. 1.3). Для многооперационного агрегата чем выше концентрация операций, тем больше эффективность процесса, хотя такая машина сложнее и дороже (кривая 2). В результате можно определить рациональное или даже оптимальное количество операций, при котором коэффициент комплексности  $\mu$  будет иметь наибольшее значение.

Используя такой подход, уточним формулу рентабельности производства отдельной культуры или всего севооборота:

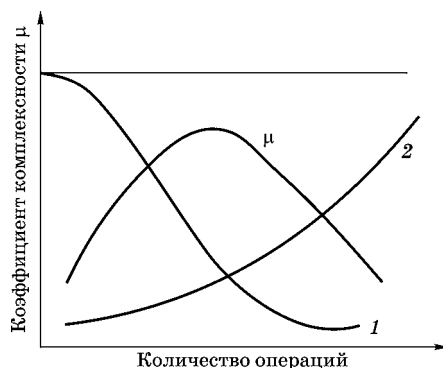


Рис. 1.3  
Зависимость коэффициента комплексности от количества операций

$$P_K = \frac{Ц_K - (1 - \mu) \sum_{i=1}^n C_i}{(1 - \mu) \sum_{i=1}^n C_i}. \quad (1.2)$$

На основании последнего соотношения можно оценить влияние технического оснащения на эффективность производства.

Себестоимость продукции, например, выращенного урожая, может быть представлена общим соотношением

$$C = Z_{\text{etc}} + C_{\text{ГСМ}} + S_{\text{оп.тр.}} + S_{\text{сем.}} + S_{\text{удоб.}}, \quad (1.3)$$

где  $Z_{\text{etc}}$  — затраты на содержание технических средств;  $C_{\text{ГСМ}}$  — затраты на ГСМ;  $S_{\text{оп.тр.}}$  — затраты на оплату труда;  $S_{\text{сем.}}$  — затраты на семена;  $S_{\text{удоб.}}$  — затраты на удобрения.

Техногенные факторы в себестоимости достигают 40–60%.

Возвращаясь к выражению рентабельности, можно произвести оценку коэффициента  $\mu$  как функции технического оснащения:

$$\mu = \mu \begin{cases} \text{Техническое оснащение:} \\ \text{уровень концентрации операций в агрегате,} \\ \text{уровень надежности технических средств,} \\ \text{уровень влияния на агроэкосистему.} \end{cases}$$

Наконец, значительное влияние на показатели эффективности производства сельхозпродукции оказывает способ организации работ: применение единичной техники — использование групп в виде звеньев — крупногрупповая организация в виде специализированных отрядов и комплексов — создание и использование МТС. Весь диапазон вариантов — от единичной техники до

\* Эффективность процесса в данном случае — комплексный показатель, в который, кроме традиционных технико-эксплуатационных параметров, включаются убытки от потерь влаги, уплотнения почвы при многократном проходе ходовых систем тяжелой техники и т. п.

## Сравнительные технико-экономические показатели

Технология	Базовые технические средства	Технико-экономические	
		затраты по содержанию технических средств	
Озимая пшеница по озимой пшенице по черному пару (4 класс, 36 ц/га)	Т-150, «Дон-1500Б», КамАЗ-55102	769/21,1	
	Т-250, «Дон-1500У», МАЗ-551605	712/20,2	
	К-701 (6/8), КЗСР-12/14, МАЗ-551605-4126	603/18,5	
Озимая пшеница по кукурузе на силос (4 класс, 40 ц/га)	Т-150, «Дон-1500Б», КамАЗ-55102	769/21,1	
	Т-250, «Дон-1500У», МАЗ-551605	712/20,2	
	К-701 (6/8), КЗСР-12/14, МАЗ-551605-4126	603/18,5	
Озимая пшеница по черному пару (4 класс, 50 ц/га)	Т-150, «Дон-1500Б», КамАЗ-55102	1501/28,5	
	Т-250, «Дон-1500У», МАЗ-551605	1321/27,5	
	К-701 (6/8), КЗСР-12/14, МАЗ-551605-4126	1173/26,3	
	John Deere, Lexion Claas, МАЗ-551605-4126	2917,4/47,6	

МТС — позволяет увеличить часовую выработку механизатора от 30 до 50%, и даже до 100%. Это значит, что затраты на содержание техники в себестоимости продукции снизятся в 1,5 раза, доля оплаты труда также сократится, а может и остаться прежней вследствие повышения зарплаты. Таким образом, доля технического оснащения в себестоимости составит 25–40% вместо 40–60%.

Все эти факторы, как уже отмечалось, формируют в конечном счете величину прибыли товаропроизводителя. Главная цель использования машин — обеспечить наибольшую рентабельность машинного производства. В связи с этим требуется решить две стратегические задачи: обеспечить производство прибавочного продукта с максимальной рентабельностью и наивысшую производительность труда как способ сокращения себестоимости.

Техника играет ведущую роль в структуре себестоимости продукции. Но параметры техники определяют объем выработки при условии выполнения технологических процессов в растениеводстве мобильными машинно-тракторными агрегатами (МТА). В настоящий период все еще транзитивной экономики рентабельность зернового производства продолжает падать: даже в традиционных зерновых районах страны в большинстве сельхозпредприятий она снизилась с 80–100% до 15–30%. Если в дореформенный период неравновесной ценовой динамики зерновое производство было «донором», за счет высокой рентабельности которого покрывалась неэффективность других производств, прежде всего животноводства, то сейчас зерновое производство нуждается в охранительных мерах. Главная из них — существенное снижение себестоимости производства зерна на основе использования тяжелой высокопроизводительной мобильной энергетики новых поколений и ресурсосберегающих комплексов сельхозмашин. При уровне цен 2005 г., ког-

Таблица 1.7

## применения новых комплексов машин

	показатели в себестоимости (руб./га), %						
	Стоимость топлива	Оплата труда	Стоимость семян	Стоимость удобрений	себестоимость		
					всего	руб./т	руб./кг
	604/16,6	173/4,7	800/21,9	1300/35,7	3646	1012,88	1,01
	536/15,2	180/5,1	800/22,7	1300/36,8	3528	980,08	0,98
	435/13,3	127/3,9	800/24,5	1300/39,8	3264	906,64	0,91
	604/16,6	173/4,7	800/21,9	1300/35,7	3646	911,59	0,91
	536/15,2	180/5,1	800/22,7	1300/36,8	3528	882,07	0,88
	435/13,3	127/3,9	800/24,5	1300/39,8	3264	815,97	0,82
	1312/24,7	402/7,6	800/15,1	1300/24,5	5315	1063,01	1,06
	1031/21,4	360/7,5	800/16,6	1300/27,0	4812	962,32	0,96
	924/20,7	264/5,9	800/17,9	1300/29,1	4461	892,16	0,89
	846,1/13,8	263,6/4,3	800/13,1	1300/21,2	6127	1225,42	1,22

да зерно на рынке стоило 2–2,15 руб./кг, для восстановления высокой рентабельности зернового производства себестоимость зерна не должна была превышать 1–1,2 руб./кг. Для того чтобы определить параметры базовых машин, обеспечивающих требуемую себестоимость, были выполнены соответствующие технико-экономические расчеты (табл. 1.7). Из таблицы видно, что устойчивое высокоэффективное производство зерна заданной себестоимости может обеспечить технологический комплекс, в который входят энергетические средства класса 60/80 кН мощностью 310 кВт, зерноуборочный комбайн класса 12/14 кг/с и автопоезд грузоподъемностью 40 т. Меньшие по мощности энергосредства номинально могут обеспечить производство зерна указанной рентабельности, однако устойчивость технико-экономических параметров при этом не гарантируется. Для сравнения приведены показатели, достижимые при использовании зарубежных энергосредств высоких классов с отечественными сельхозмашинами. Зарубежные энергосредства не обеспечивают требуемой рентабельности, а если к ним добавить зарубежные сельхозмашины, то себестоимость возрастет до 1,4 руб./кг и более.

Таким образом, в частности, напрашивается вывод о государственных дотациях западным товаропроизводителям: даже самый высокий современный уровень техники и агротехнологий в этих странах не обеспечит достаточной рентабельности производства зерна. По-видимому, дотации предназначены не столько товаропроизводителям (у них и так высокая производительность труда, а занятая в сельхозпроизводстве часть населения минимальна), сколько сельхозмашиностроению, которое постоянно и довольно интенсивно усложняет конструкции агрегатов без должного технико-экономического эффекта. Такой же подход необходим и в России, несмотря на меньшую производительность аграрного труда.

### Контрольные вопросы

1. Назовите ключевой фактор повышения эффективности сельского хозяйства.
2. Перечислите направления повышения продуктивности мирового агросектора.
3. Какие меры принимает российское правительство для поддержки отечественного АПК?
4. Что такое агротехнология?
5. Назовите важнейшие принципы проектирования агротехнологий.
6. Как классифицируются агротехнологии по уровню интенсификации?
7. Какова тенденция совершенствования почвообработки?
8. Перечислите основные требования, предъявляемые к агротехнологиям.
9. Обоснуйте характер производства сельскохозяйственной продукции в России.
10. Какова роль агроинженерной сферы в производстве сельскохозяйственной продукции?
11. Охарактеризуйте сегодняшнее состояние машинно-тракторного парка в отечественном АПК.
12. В чем залог успешной технологической модернизации сельскохозяйственного производства?
13. Каковы основные проблемы технологической модернизации сельскохозяйственного производства в России?
14. Какое влияние на эффективность сельскохозяйственного производства оказывают машинно-технологические факторы?
15. Как способ организации использования техники влияет на показатели эффективности производства сельхозпродукции?

## ГЛАВА 2

# ТЕНДЕНЦИИ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

### 2.1.

#### МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Наиболее действенным и эффективным инструментом, позволяющим определить тенденции развития сельскохозяйственных технологий, техники, оценить инновации и направления технологической и технической модернизации аграрного производства, являются международные выставки и агросеминары. В последние годы заслуженным авторитетом у товаропроизводителей, машиностроителей, научного сообщества, бизнеса и даже политиков пользуются международные сельскохозяйственные выставки «Золотая осень», «Агросалон» (Россия), SIMA (Франция), Agritechnica (Германия). На основе анализа и оценки представленных на выставках инновационных решений можно сформулировать следующие стратегические цели и тенденции развития агротехнологий и техники [23].

*1. Увеличение производства сельхозпродукции, повышение продуктивности полей и ферм.*

Опыт многих стран показывает, что современные интенсивные высокоточные (прецизионные) технологии позволяют достигать высокой продуктивности. В результате объемы производства сельскохозяйственной продукции значительно возрастают — например, в США ежегодное производство зерна достигает 400 млн т, мяса — более 40 млн т.

*2. Повышение производительности труда с меньшими затратами* (см. табл. 2.1) за счет:

- внедрения интенсивных и высоких технологий;
- широкого внедрения многофункциональных машин, выполняющих одновременно до девяти операций;
- увеличения ширины захвата машин и орудий: плугов — до 17 корпусов, опрыскивателей — до 45 м, машин для внесения минеральных удобрений — до 36–50 м, жаток зерновых — до 12 м, свеклоуборочных комбайнов — до 9 рядков и др.;
- повышения грузоподъемности: машин для внесения органики — до 24 т, прицепов — до 30 т и более;
- увеличения вместимости бункеров: у свеклоуборочных комбайнов — до 40 м<sup>3</sup>, зерноуборочных комбайнов — до 12 м<sup>3</sup> и др.;
- роста рабочих и транспортных скоростей до 50–60 км/ч;

Таблица 2.1

## Производительность труда в сельском хозяйстве

Страна	Численность занятых в сельском хозяйстве		Объем сельхозпроизводства в ВВП страны на одного занятого в отрасли, долл. США	Отношение объема сельхозпроизводства в ВВП к аналогичному уровню в России	Отношение численности населения России к аналогичному показателю страны, раз	Уровень производительности труда в сельхозпроизводстве по сравнению с Россией, раз
	всего, тыс. чел.	от численности населения страны, %				
Канада	389	1,27	74 448	5,24	1,59	8,3
Италия	636	1,1	73 146	5,14	1,84	9,45
Испания	662	1,54	63 212	4,45	1,32	5,87
Финляндия	120	2,32	57 960	4,07	0,88	3,58
Германия	715	0,87	46 674	3,28	2,33	7,64
Россия	1915	2,03	14 216	1	1	1

- применения новых рабочих органов, использования специальных конструкционных материалов, способов упрочнения, оригинального конструктивного исполнения рабочих органов и др.;
- широкого применения электроники;
- роста мощностей двигателей: у тракторов — до 441 кВт (600 л. с.), зерноуборочных комбайнов — 431 (586), кормоуборочных комбайнов — до 735 кВт (1000 л. с.).

3. Внедрение высокоточных технологий, позволяющих значительно увеличить продуктивность и ресурсосбережение полей и ферм.

Средняя урожайность зерновых: в мире — 33,5 ц/га; в Великобритании — 68; в Германии — 70; во Франции — 70; в Канаде — 30; в России — 24 ц/га.

Урожайность сахарной свеклы (фабричной): в мире — 468 ц/га; в Бельгии — 694; в Великобритании — 532; в Германии — 643; во Франции — 822; в Канаде — 522; в России — 325 ц/га.

Урожайность картофеля: в Бельгии — 422 ц/га; Великобритании — 405; Франции — 432; Канаде — 315; России — 130 ц/га.

Среднесуточный прирост свиней на откорме в экономически развитых странах составляет 750–850 г, в России — 340 г.

Удой молока на одну корову в год: в Великобритании — 7200 кг; в Германии — 6925; во Франции — 6239; в Канаде — 7961; в России — 4000 кг.

Высокоточное земледелие позволяет обеспечить более тщательную обработку почвы, создать оптимальные условия для целенаправленного регулирования биохимических процессов в почве, проводить точный сев, внедрять ультрамалообъемный распыл пестицидов, оптимизировать рабочий процесс при уборке урожая, сокращать затраты труда и количество удобрений и пестицидов, воды, топлива и других материальных ресурсов. Для этого создаются машины, снабженные системами управления и контроля, которые дают возможность решать по меньшей мере три проблемы: качество продукции и здоровье потребителя, экономическая эффективность производства и защита окружающей среды.

Применение прогрессивных технологий позволяет увеличить продуктивность в растениеводстве и животноводстве в 1,8–2 раза и повысить производительность в 4–5 раз и более за счет более эффективного использования машинно-тракторного парка, его высокой работоспособности, широкого применения многофункциональных машин, увеличения ширины захвата машин и орудий, повышения рабочих и транспортных скоростей, роста энергонасыщенности машинно-тракторных агрегатов, беспривязного содержания скота и др. (табл. 2.2).

4. *Ресурсосбережение* (сокращение затрат на топливо, посевной материал, удобрения, пестициды и др.).

Ресурсосбережение позволит уменьшить расход семян в 1,5–2 раза, пестицидов — в 2, топлива — до 2,5 раз. При этом обеспечивается сохранение биомассы, снижение потерь зерна при уборке до 1%, затрат на ремонт техники в 2 раза, экономия минеральных удобрений на 30–40% (табл. 2.3).

По сравнению с передовыми зарубежными странами в России расходует-ся больше на единицу продукции: топлива — в 2–2,5 раза; семян — в 1,5–2 раза; пестицидов — в 2 раза и др.

5. *Увеличение энергонасыщенности и энергообеспечения* на 1 га (до 4,5–6 л. с.): ЕС — 4–5 л. с.; США — 8,5 л. с.; Россия — 1,48 л. с.

6. *Повышение технического уровня, качества и надежности техники.*

Внедрение новых технологий в производство сельскохозяйственной техники позволяет значительно повысить технический уровень и качество выпускаемых машин. В последние годы в сельхозмашиностроении широкое применение нашли гибкие производственные системы и роботизированные технологические комплексы, новые технологии обработки и сварки, лазерные, плазменные, электрофизические, электролучевые методы изготовления точных заготовок, современные процессы упрочнения деталей,

Таблица 2.2

## Затраты труда на производство 1 ц продукции, чел.-ч

Продукция	Высокоразвитые страны	Россия	Соотношение, раз
Мясо:			
говядина	2	33,5	16,7
свинина	0,6	11,3	18,8
Молоко	0,3	4,1	13,6
Зерно	0,2	0,75	3,7

Таблица 2.3

## Сравнительная характеристика ресурсов, потребляемых при экстенсивных и высокоточных технологиях

Ресурсы	Экстенсивные технологии	Высокоточные технологии
Семена	1 кг → 10–12 кг зерна	1 кг → 40–60 кг зерна
Топливо	1 кг → 2–3 кг зерна	1 кг → 7–9 кг зерна
Удобрения	1 ц д. в. → 2–3 кг зерна	1 ц д. в. → 10–12 кг зерна
Атмосферные осадки	1 мм → 3–4 кг зерна	1 мм → 10–12 кг зерна

методы сварки, окраски и др. Внедряются вычислительная техника, системы автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами и производством, управления качеством в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО серии 9000–2001, которые содержат комплекс мер, необходимых для выпуска высококачественной продукции. Все это повысило надежность и долговечность машин и уменьшило трудоемкость технического обслуживания. Ресурс работы двигателей достиг 10–15 тыс. мото-ч, наработка на отказ у тракторов — свыше 1000 мото-ч, у зерноуборочных комбайнов — более 100–150 мото-ч, а иногда и весь сезон.

*7. Обеспечение экологической безопасности (защита почв и окружающей среды).*

Заметно расширены работы по защите окружающей среды и почв от неблагоприятного воздействия машин, по снижению их удельного давления на грунт, улучшению машинных технологий, более широкому внедрению почвозащитных технологий (щадящих, энергосберегающих), «зеленых» двигателей, резиноармированных гусениц.

*8. Создание комфортных и безопасных условий труда.*

Совершенствуются кабины, органы управления и контроля режимов работы, улучшаются обзорность, тепло- и шумоизоляция, снижается вибрация в зоне оператора, соблюдаются требования эргономики. Современные самоходные машины отличаются широким остеклением кабин, хорошим обзором, наличием вентиляции, кондиционеров, регулируемых сидений, поддресоренных передних мостов и др.

Активно ведутся работы по совершенствованию наружного вида тракторов, комбайнов и других машин. Рабочее место оператора — по-прежнему объект всевозможных усовершенствований. Продолжается работа по оптимизации эргономических характеристик органов управления. Широко применяются прогрессивные материалы — композиты, керамика, пластмассы, полиамидные уплотнения. Внедряются новые технологии при изготовлении, отделке и особенно окраске машин и агрегатов. Фирмы-производители широко используют достижения научно-технического прогресса, высокую степень международного разделения труда и глубокую специализацию производства комплектующих изделий, стремятся наиболее полно удовлетворять запросы потребителей.

*9. Широкое применение агроинформатики, электроники, интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем.*

Электроника не только выполняет чисто информационные функции, но и является средством управления работой узлов и систем машины и всего машинно-тракторного агрегата.

*10. Применение альтернативных источников энергии.*

Истощение углеводородных энергоресурсов, глобальное изменение климата и экологический ущерб, вызванные их использованием, — все это привело к широкой интеграции в области возобновляемых источников энергии. Все большее распространение получают ветроэнергетика, солнечная энергетика, биоэнергетика и т. п.



### 11. Новые технологии обслуживания и ремонта техники и оборудования.

В конструкциях современных сельскохозяйственных машин предусматривается высокая расчленяемость и блочность, снижение трудоемкости технического обслуживания. В машинах обеспечивается беспрепятственный доступ ко всем точкам ежедневного техобслуживания. Интервалы регулярного техобслуживания увеличиваются для экономии времени и снижения эксплуатационных затрат. Суммарная удельная трудоемкость техобслуживания тракторов зарубежных фирм в 2 раза меньше, чем отечественных. Широко применяется электронная система диагностирования и технического обслуживания, которая за счет своевременного выявления неисправностей обеспечивает повышение работоспособности техники на 25–30%.

### 12. Повышение профессионализма кадров.

Широкое применение в современной технике интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем требует более высокого уровня подготовки кадров.

## 2.2.

### МАШИНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основными направлениями действий по динамичному увеличению валового сельскохозяйственного продукта и повышению производительности труда являются два этапа аграрной политики [73]: на первом этапе — реализация первоочередных количественных мер (например, вовлечение в оборот неиспользуемых ресурсов); на втором — качественные преобразования на базе инновационных процессов в отрасли. Для ускорения процесса интенсификации аграрной отрасли необходимо параллельное использование обоих направлений.

#### 2.2.1.

##### КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Количественные улучшения в сельскохозяйственном производстве возможны за счет освоения неиспользуемого земельного потенциала страны.

К началу 2010 г. в хозяйствах всех форм собственности на учете состояло 121,4 млн га пашни (при 196,1 млн га всех сельхозугодий). Посевной клин в 2010 г. составил всего 75,2 млн га. Площадь пашни сократилась на 10,4 млн га (в 1990 г. — 131,8 млн га) и не используется для получения продукции более 10–20 лет, находится в залежи. Сокращение пашни произошло без экологичного вхождения в систему: земли бессистемно забрасывались, зарастали сорняками, мелкоколесьем, терялось их почвенное плодородие.

Представляется, что возможно ввести в производственный оборот около 30 млн га пашни. Посевные площади могут возрасти до 105–107 млн га, и прежде всего в зерновом хозяйстве. Экономически целесообразно увеличить производство картофеля, которое недопустимо снизилось, а также рапса, сахарной свеклы, льна и овощей, чтобы конкурировать с западными производителями.

Подобные цели требуют серьезных коррективов с учетом региональных особенностей. Для некоторых регионов (Краснодарского края, Республики Татарстан и др.) проблема освоения залежных земель неактуальна: аграрная политика там никогда не допускала вывода пашни из оборота. Однако для большинства регионов требуется скорректировать земельную правовую базу, чтобы в рамках закона лишать прав собственности тех субъектов, которые не используют пашню по назначению более трех лет.

После модернизации растениеводства появляется реальная возможность возродить и интенсифицировать отрасли животноводства и кормопроизводства. За период с 1991 по 2010 г. поголовье крупного рогатого скота (КРС) снизилось с 54,7 до 20,0 млн, свиней — с 35,4 до 17,2 млн, овец и коз — с 55,2 до 21,8 млн, птицы — с 650,2 до 449,0 млн. Реализация возможностей кормовой базы страны будет способствовать росту поголовья КРС, свиней и птицы. Многие количественные меры, связанные со строительством и модернизацией животноводческих ферм, можно осуществить апробированными методами.

При реализации первого этапа преобразований отрасли необходимо дополнительное привлечение трудовых ресурсов, особенно в хозяйства с большой долей потери пашни. Потребуются срочные меры по организации эффективной системы машинно-технологических услуг на селе в целях эффективного ведения сельхозпроизводства, технологической и технической его модернизации.

Реализация первого этапа программы рассчитана на пять–шесть лет, но при «рывковом» ее исполнении этот срок может быть существенно сокращен. Народнохозяйственная важность проблемы требует разработки и принятия федеральной целевой программы восстановления пашни страны с бюджетным финансированием затрат на техническое обновление парка специальных машин для проведения мелиоративных и других работ.

### 2.2.2. КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Главные задачи этого этапа — обеспечение резкого подъема продуктивности в растениеводстве и животноводстве, снижение издержек производства и улучшение экономической ситуации в сельском хозяйстве. Основные системные действия предусматривают освоение интенсивных и высоких технологий производства продукции растениеводства и животноводства, обеспечивающих достижение среднемировых показателей и связанных с глубокими инновационными процессами в технологизации отрасли.

*Освоение селекционно-генетических достижений.* Это главный фактор технологического реформирования отрасли. Он предусматривает в первоочередном порядке переоснащение товаропроизводителей новым поколением сортов растений и пород животных и на этой основе — обеспечение конечной продукции с заданными параметрами качества, повышение КПД используемых технологических ресурсов, точное выполнение процессов, прецизионную адаптивность к зональным особенностям производства. Для выполне-

ния этих задач жизненно необходима модернизация отечественной базы семеноводства и племенного дела.

*Управление производственным процессом.* В растениеводстве расширится применение удобрений как главного ресурса управления производственным процессом при интенсивных и высоких технологиях производства. Их употребление будет основано на программировании урожая с информацией о потребностях растений по фазам их роста и развития. Вместе с тем отдельные группы продуктов, например для детского питания, будут производиться на биотехнологической основе. На этих принципах будет осуществляться и защита растений от болезней и вредителей. Расширится применение энерго- и ресурсосберегающих технологий, основанных на минимальных и нулевых принципах обработки почвы в сочетании с другими способами обработки (вспашкой, чизелеванием и др.). Прецизионные воздействия на урожай обеспечиваются геоинформационными системами (ГИС), в которых управление производственным процессом осуществляется на базе космомониторинга или сканирования посевов в режиме онлайн.

Подобные процессы будут характерны и для точных технологий производства животноводческой продукции, где управление производством представляется возможным на базе новых технологических средств с использованием информационных технологий. Имеющийся потенциал молочной продуктивности коров всех пород России составляет не менее 4500 кг в год, однако при нарушении технологических регламентов содержания, кормления и доения коров он реализуется только на 40–60%.

*Техническое перевооружение сельскохозяйственного производства.* Интегрированной основой технологизации, несомненно, является переоснащение отрасли техникой и оборудованием нового поколения, обеспечивающими наряду с прецизионным выполнением операций существенное сокращение трудовых издержек и других ресурсов. Предусматривается удвоение энерговооруженности, доведение мощностей двигателей в среднем до 180 л. с. в расчете на механизатора и 200 л. с. — на трактор. Внедрение интенсивных и высоких технологий в процесс управления агрегатами обеспечивается компьютерными информационными системами. При этом возрастает техническая надежность машин, модернизируется система их использования, технического сервиса и т. д.

Машинно-технологическая реконструкция сельского хозяйства позволяет поднять производительность труда на селе в 4 раза и более, довести годовую выработку каждым производственным работником отрасли до 3–4 млн руб. Такой уровень производительности достигается при доведении технологической нагрузки на механизатора в растениеводстве не менее чем до 300–350 га площади севооборота, на оператора молочной фермы — до 50 коров. Ориентация на использование квалифицированного труда на высокопроизводительной и, соответственно, более дорогой технике позволит существенно (в 1,5–2 раза) сократить потребность в машинистах (операторах) растениеводства и животноводства.

Для освоения этих рубежей необходимо более глубокое участие государства (особенно на ранних этапах) в машинно-технологической модернизации

отрасли, развитии аграрной науки с формированием в ее структуре инновационных подразделений; стимулирование технологического переустройства хозяйств с субсидиями на технологические и другие необходимые материалы; финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области создания приоритетных групп новых технологий производства и техники.

### 2.3. НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Основными направлениями инновационного развития машинно-технологической модернизации сельского хозяйства на перспективу до 2025 г. являются следующие [23].

1. *Главные тенденции мирового сельского хозяйства*: увеличение производства сельхозпродукции, повышение продуктивности полей и ферм; рост производительности труда с меньшими затратами; внедрение высокоточных технологий; ресурсосбережение; увеличение энергонасыщенности и энергообеспечения; повышение технического уровня, качества и надежности техники; обеспечение экологической безопасности; создание комфортных и безопасных условий труда; широкое применение агроинформатики, электроники, интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем; применение альтернативных источников энергии; использование новых технологий техобслуживания и ремонта; повышение профессионализма кадров.

2. *Развитие тракторной техники и энергетики*, осуществляемое в направлениях: выпуск тракторов мощностью от 30 до 600 л. с., насыщение рынка новыми моделями, в том числе гусеничными. Инновации в двигателях тракторов направлены на снижение токсичности выхлопных газов, повышение крутящего момента, уменьшение расхода топлива и повышение долговечности. К таким инновациям относятся системы регулируемого турбонаддува, охлаждение наддувочного воздуха, частичная рециркуляция выхлопных газов, четырехклапанная система газораспределения, электронные устройства управления мощностью, система впрыска высокого давления с электронным управлением. Такие системы предлагает большинство зарубежных фирм: Fendt, John Deere, New Holland и др. Их применение обусловлено ужесточающимися экологическими требованиями к выхлопным газам.

Все шире применяются автоматические бесступенчатые трансмиссии, даже на моделях с низким диапазоном мощности (81 кВт — трактор 312 Vario фирмы Fendt).

Практическое внедрение получили электронные системы управления подачей топлива, положением колес тракторов с независимой подвеской, гашением колебаний сидений, выравниванием кабины на склоне, переключением передач под нагрузкой, скоростными и нагрузочными режимами бесступенчатой трансмиссии, регулированием навесной системы. В новых разработках зарубежных фирм в этой области различные управляющие функции (заглубление и выглубление плуга, включение механизма блокировки

дифференциала, последовательность передач переднего и заднего хода и др.) могут быть запрограммированы и выполнены простым нажатием кнопки.

Связанные со спутником системы автоматического вождения тракторов облегчают работу при агрегировании трактора с широкозахватными орудиями (фирмы John Deere, Claas, AGCO и др.).

На тракторах все больше применяются передние ведущие мосты с независимой подвеской, амортизация кабин и сидений с электронным контролем и управлением.

*3. Основные тенденции развития конструкций машин для основной обработки почвы:* увеличение ширины захвата за счет расширения количества корпусов; создание плугов с регулируемой шириной захвата; увеличение числа типоразмеров плужных корпусов; широкое применение оборотных или поворотных плугов, в том числе модульного типа, большой гаммы комбинированных многофункциональных орудий, выполняющих за один проход несколько технологических операций. Сеялки и посевные агрегаты оснащаются компьютерным оборудованием, загрузочными устройствами, вместительными бункерами (в некоторых случаях двумя — основным и резервным). Увеличение рабочей ширины захвата и вместимости бункеров для посевного материала привели к созданию более совершенных сцепных и навесных устройств, позволяющих составлять различные комбинации из сеялок и почвообработывающих машин и орудий.

*4. Машины для внесения удобрений и химических средств защиты растений.* Центробежные разбрасыватели твердых минеральных удобрений достигают ширины захвата 42 м, оснащаются современными электронными системами регулирования норм внесения удобрений и управления с возможностью использования спутниковых навигационных систем и интернет-доступа к базам данных фирм (например, Amazonen-Werke S.A.) для необходимой настройки разбрасывателей в полевых условиях.

Машины для внесения органических удобрений в жидком виде развиваются в направлении повышения грузоместимости, качества внесения, в том числе внутрпочвенного, снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Расширяется использование автоматических средств управления технологическим процессом. Наметилась тенденция более широкого использования универсальных шасси (например, Cargo-Lift фирмы Joskin) со сменными емкостями, позволяющими вносить удобрения и перевозить различные грузы.

Растет доля самоходных машин для внесения химических средств защиты растений, повышается их производительность, вместимость рабочих баков, ширина захвата, качественные показатели работы за счет современных систем электронного контроля внесения нормы расхода рабочей жидкости и ряда других функций (управления работой штанги и отдельными распылителями, системой промывки, поддержания заданной концентрации рабочего раствора и т. д.). Расширяется оснащение опрыскивателей компьютерными системами, работающими на базе стандарта Isobus с шинной организацией связи, позволяющей использовать машины в системе точного земледелия по сигналам спутниковой связи.

5. В роторных косилках для скашивания растительной массы используются более совершенные режущие и плющильные аппараты и различные системы их защиты от поломок; устройства для сдваивания, страивания или широкого расстила валков, более точного копирования почвы. Увеличение ширины захвата и производительности в основном достигается путем использования комбинации из трех косильных аппаратов. Сохраняется тенденция к более широкому использованию ворошилок и валкообразователей с увеличенной шириной захвата, образующих мощный валок, что обеспечивает оптимальную загрузку пресс-подборщиков и кормоуборочных комбайнов. Развитие конструкций пресс-подборщиков идет в направлении повышения их производительности (в основном за счет уменьшения времени формирования и обвязки тюков и рулонов), плотности (путем совершенствования рабочих органов и использования измельчающего механизма), сохранности готовых тюков и рулонов (за счет быстрой упаковки в пленку, в том числе и непосредственно в пресс-подборщике).

Конструкция кормоуборочных комбайнов наряду с увеличением энергонасыщенности и производительности, оптимизацией работы двигателей, созданием комфортных условий для оператора, оснащением электронными системами управления все чаще предусматривает обеспечение непрерывности технологического процесса за счет использования накопительной емкости (например, комбайн Big X Cargo фирмы Krone с бункером 60 м<sup>3</sup>).

6. В конструкциях зерноуборочных комбайнов сохраняются тенденции постоянного роста производительности и мощности двигателей, сокращения потерь и повреждений зерна, обеспечения устойчивости технологического процесса уборки при различных агротехнических и климатических условиях, повышения комфорта для оператора и безопасности эксплуатации. Снижается отрицательное воздействие на почву за счет уменьшения удельного давления колес машин на почву и внедрения привода на все колеса. Широко применяются современные системы управления и контроля технологических процессов на базе электронных вычислительных устройств, вплоть до спутниковых систем определения координат машины в целях подсчета убранных площадей и средней урожайности отдельных участков полей.

Исходя из запросов потребителей, фирмы-изготовители расширяют гамму комбайнов, различающихся по ширине захвата, производительности, мощности двигателей и оснащенности сменными приспособлениями для уборки различных культур. Классическая схема обмолота и сепарации сохраняется на комбайнах с мощностью двигателей до 185 кВт; на более мощных увеличивается число барабанов в молотильном устройстве. Совершенствуется их конструкция — вместо клавишного соломотряса на некоторых моделях (260–365 кВт) применяются роторные сепарирующие устройства тангенциального или аксиального типа. Комбайны с аксиально расположенным ротором предлагают фирмы Case IH, John Deere, New Holland, Massey Ferguson и Challenger.

Дальнейшим шагом на пути автоматизации уборочного процесса является использование систем автоматического вождения и регуляторов загрузки

молотилки, что позволяет достичь за счет равномерной загрузки молотилки высокой наработки и качества работы.

7. *Зерноочистительные машины* строятся по блочно-модульному типу, что улучшает условия труда и обслуживания. Используются машины как с цилиндрическими, так и с плоскими решетками. Применяются передвижные агрегаты на платформе комплексов, включающих зерноочистительную машину, протравливатель, погрузочные и разгрузочные устройства. Появились передвижные шахтные сушилки зерна производительностью до 26 т/ч.

8. Производительность *техники для уборки корнеплодов сахарной свеклы, картофеля и овощных культур* повышается за счет увеличения ширины захвата и рабочей скорости, вместимости накопительных бункеров. Увеличение ширины технологической колеи позволяет значительно снизить уплотнение почвы после прохода агрегатов, обеспечивает более равномерное распределение нагрузки на ходовую систему, что повышает проходимость и маневренность машин в сложных почвенно-климатических условиях.

Уборочные комбайны оснащаются комфортабельными кабинами с электрической системой контроля, индикаторными устройствами, многофункциональными рычагами управления, цветными терминалами с наглядным отображением технологических процессов. Электронный регистратор данных с передачей информации через USB-порт на персональный компьютер обеспечивает свободный доступ руководящего персонала к статистике выполненного объема работ.

9. В рамках развития современных *электронных систем точного земледелия* осуществляются: повышение совместимости бортовых компьютеров различных фирм; расширение номенклатуры и совершенствование средств автоматического управления работой отдельных сельскохозяйственных машин, электронных систем по использованию возможностей спутниковой навигации для управления отдельной машиной, группой машин и всем циклом производства сельскохозяйственной продукции; расширение использования Интернета. Наибольшее распространение получили системы спутниковой навигации, регулирующие движение машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях, и многофункциональные электронные системы управления сельскохозяйственной техникой и производством в целом. Их применение позволяет получать информацию о параметрах плодородия почвы и состоянии посевов, необходимую для принятия решений при дифференцированном внесении удобрений.

10. Современная *техника для животноводства* развивается в направлении увеличения срока службы и надежности машин, производительности и качества выполнения технологических операций, активного использования в конструкциях достижений электроники, компьютерных и информационных технологий. Оборудование для поения животных отличается долговечностью, удобством монтажа и обслуживания, обеспечением требуемого санитарного состояния воды, снижением ее расхода, возможностью работы в холодное время года.

Техника для кормления животных настолько разнообразна по конструктивному исполнению и функциональным возможностям, что предоставляет

широкие возможности по комплектованию оптимального состава парка техники с учетом всех особенностей предприятия: размера фермы, уровня развития инфраструктуры и технического оснащения, технологии кормления, рациона и др. Для небольших ферм с отдельным типом кормления выпускается достаточно широкий спектр оборудования ковшового и бункерного типов, навешиваемого на фронтальную или заднюю навеску энергетического средства.

Выставки подтвердили сложившуюся в последнее время тенденцию значительного увеличения доли смесителей-кормораздатчиков с вертикальной системой измельчения-смешивания, обеспечивающих повышение надежности и качества приготовления кормосмесей, возможность использования при изменяющихся условиях работы. Универсальные смесители-кормораздатчики приспособлены к изменяющимся условиям работы благодаря конструктивному исполнению их по модульному принципу, что позволяет увеличить вместимость и установить до пяти разгрузочных люков. Таков, в частности, смеситель-кормораздатчик серий Feeder VM фирмы JF-Stoll.

На фермах с небольшим количеством животных и кормлением сбалансированными кормосмесями целесообразно использование самоходных смесителей-кормораздатчиков, обеспечивающих животных кормосмесями на нескольких близлежащих малых фермах (вертикальный кормосмеситель на шасси автомобиля фирмы Trioliet Mullos B.V.).

11. Главным направлением *повышения производительности труда при доении* является снижение затрат времени на выполнение подготовительных и заключительных операций, которое обеспечивается за счет быстроты входа, позиционирования и выхода животных, использования вспомогательных устройств, автоматизации заключительных операций доения. Для этого применяются специальные манипуляторы-автосъемники. В перспективе — увеличение пороговой величины съема доильных аппаратов до 400 мл/мин.

Основные тенденции совершенствования оборудования для охлаждения молока на фермах — сокращение затрат энергии, обеспечение высокого качества охлаждаемого молока, разработка оборудования для различных по размеру предприятий. Для снижения энергоемкости используется оборудование с непосредственным охлаждением (без промежуточного хладоносителя) в две стадии: предварительное, с использованием пластинчатых проточных охладителей высокой эффективности, и окончательное охлаждение и хранение. Важнейшей тенденцией современного молочного скотоводства является снижение затрат на ремонт стада за счет продления продуктивной жизни животных благодаря созданию комфортных условий их содержания.

Приоритетным направлением автоматизированной обработки информации о состоянии здоровья животных является их исследование. Так, фирма BouMatic Gascoigne Melotte разработала автоматическое устройство Step-Matrix, позволяющее распознавать скрытые патологии копыт на ранней стадии путем изучения движений животного.

12. Широкомасштабное строительство и реконструкция *свиноводческих ферм* ведутся с использованием современного ресурсосберегающего оборудо-



дования. Ряд российских предприятий освоил его выпуск. Опытный завод ГОСНИТИ (г. Рязань) предлагает несколько видов станков для содержания животных различных половозрастных групп и кормораздаточный комплекс, аналогичные зарубежному оборудованию, но имеющие меньшую стоимость.

Для промышленного производства свинины в условиях ферм и комплексов характерна повышенная концентрация поголовья в производственных помещениях, в результате в воздухе сильно возрастает содержание продуктов обмена веществ (вредных газов, водяных паров), пылевая и бактериальная загрязненность, что отрицательно влияет на физиологическое состояние и продуктивность животных. Создать оптимальный микроклимат в помещениях для содержания свиней можно только при условии применения рациональных отопительно-вентиляционных систем на базе высокоэффективных технических средств. В условиях постоянно растущих цен на энергоносители поиск путей энергосбережения является первоочередной задачей.

13. Конкурентоспособное *оборудование для технического сервиса* МТП создано в ГОСНИТИ. Это, в частности, модуль технического обслуживания основных систем дизельных двигателей КИ-281220М.03-ГОСНИТИ (повышение эксплуатационной надежности комбайнов на 10–15%); гидротестер КИ-28240-ГОСНИТИ для безразборного диагностирования гидравлической системы рулевого управления (уменьшение числа отказов гидроагрегатов на 15–20%); стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры КИ-35479 с применением ПЭВМ; моечное оборудование; стенды для обкатки и испытаний отремонтированных автотракторных двигателей.

В ГОСНИТИ разработаны технологии использования наноматериалов при восстановлении и упрочнении деталей. Например, нанесение наноматериала «Бемит» на втулочно-роликовые цепи уменьшает их износ в 2 раза, восстановление деталей электроискровой обработкой во столько же раз повышает ресурс турбокомпрессоров.

14. Современный уровень развития *кибернетических, оптических и сенсорных систем*, лазерной и компьютерной техники, спутниковых навигационных систем, датчиков различного назначения и средств беспроводной связи, систем математического анализа и программного обеспечения позволил зарубежным фирмам создать новое поколение сельскохозяйственных роботов, которые в настоящее время способны решать самые сложные задачи.

Рядом компаний созданы макетные образцы тракторов-роботов. Так, спутниковыми навигационными системами для точного обозначения координат и беспроводными каналами связи оснащен трактор RoboTrac финской фирмы Valtra для вспашки и обработки почвы, посадки растений, опрыскивания, прополки, полива при работе на виноградниках, кофейных плантациях, садах и питомниках.

Макеты прополочных роботов сделаны в США, Швеции (Lukas), Германии (Amaizeing и Maizerati). Все они ориентируются в пространстве с помощью системы GPS, оснащены специальным оборудованием и программным обеспечением для распознавания сорняков и адресного внесения гербицидов. Новые уборочные роботы уже обеспечивают выборочную уборку спелой

продукции. Для этого они оснащаются специальными датчиками, стереоскопическими видеокамерами, компьютерным оборудованием с соответствующим программным обеспечением. Созданы макетные образцы роботов для сбора початков кукурузы (Massey Ferguson, США), апельсинов, яблок (Vision Robotics Corporation, США), арбузов (США, Израиль), а также многофункциональный агрегат Autonomous rice transplanter (Япония) для уборки риса.

Для работы в тепличных комплексах разработаны робототехнические агрегаты по сбору грибов (Великобритания), земляники (Romobility Youto, Япония), помидоров черри (США), а также для горшечной рассады — Mr. Incredible фирмы Harvest Automation (США), позволяющие по мере роста растений автоматически пересаживать их в горшки большего объема и осуществлять транспортировку и оптимальную расстановку пересаженных растений в горшках.

Роботизированные системы в животноводстве предназначены для выполнения наиболее трудоемких и энергоемких работ по содержанию крупного рогатого скота: кормления и доения животных; очистки проходов от навоза. Для сдвигания корма в зону досягаемости его животными разработаны и выпускаются роботизированные системы с использованием направляющей, размещенные над кормовой решеткой, и в виде самоходного устройства, работающего в автономном режиме.

Снижению затрат ручного труда при выпасе коров на «фронтальном» пастбище способствует роботизированная пастбищная система Voyager (фирма Lely) в виде мобильной электроизгороди: два мобильных робота соединены токопроводящей проволокой, ограничивающей участок для выпаса животных.

Роботизированные системы для доения коров исключают ручной труд, повышают интенсивность использования оборудования, создают более физиологически благоприятные условия для молочного скота, обеспечивают комфортное размещение животных в доильном боксе, быстрое и надежное определение расположения сосков вымени и подключение к ним доильных стаканов, сохранение здоровья вымени коров, высокие гигиенические стандарты доения, контроль качества молока (в том числе и на предмет содержания соматических клеток), энергосбережение, снижение затрат труда на монтажные работы, увеличение пропускной способности и в целом эффективную работу с молочным стадом.

Использование роботов для доения коров способствует возникновению практически новой технологии, суть которой заключается в самообслуживании животного: эта технология предоставляет корове свободу выбора срока и частоты посещения доильного бокса. Установлено, что животные выбирают частоту доений главным образом в зависимости от продуктивности. Увеличение частоты благотворно сказывается на здоровье вымени животного и способствует повышению продуктивности животных до 15%.

Для очистки от навоза проходов со сплошными полами разработаны скреперные роботизированные установки, обеспечивающие сбор и транспортировку всей массы к поперечному сборному навозному каналу. Для очистки щелевых полов применяют мобильные роботы, работающие в автономном

режиме и обеспечивающие сбор и проталкивание навозной массы через щели в подпольное пространство.

15. Достигнут прогресс в *производстве биотоплива* второго поколения из любой биомассы: щепы, древесной стружки и опилок, брикетов из соломы и остатков зерновых культур, мискантуса и энергетической древесины. Транснациональные корпорации Du Pont и British Petroleum (BP) приступили к производству биобутанола, немецкая компания Choren Industries GmbH совместно со своими акционерами Royal Dutch/Shell, Daimler Chrysler и Volkswagen — к изготовлению синтетического жидкого биотоплива BTL.

#### 2.4. УСЛУГИ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Мировой рынок тракторов и сельхозмашин в настоящее время становится «рынком потребителя». Ведущие производители ведут ожесточенную конкурентную борьбу. Для успешного сбыта в этих условиях наряду с другими потребительскими свойствами техники большое значение имеют сопутствующие услуги и другая деятельность [23]: реклама, финансовая поддержка потребителя, эффективная подготовка персонала, доставка машин, предпродажная подготовка, послепродажный сервис, включающий техническое обслуживание и ремонт в гарантийный и послегарантийный периоды, поставку запасных частей, заботу о подержанных машинах.

Важную роль в реализации сельскохозяйственной техники играет реклама. В рекламных целях проводятся такие мероприятия, как международные, национальные и региональные выставки, демонстрация машин в работе, безвозмездная передача тракторов и машин в учебные заведения сельскохозяйственного профиля, предоставление техники для профессиональных соревнований фермеров (например, по пахоте), адресная рассылка рекламы, размещение ее в специальных изданиях, на радио и телевидении.

Поскольку современная техника достаточно дорога, покупателям при ее приобретении предоставляется, как правило, кредит на 3–5 лет. Для этих целей ведущие фирмы используют финансовые компании с собственным участием либо привлекают специальные кредитные учреждения. При широком применении разнообразных форм финансовой поддержки потребителей сельхозтехники отличительной чертой этого бизнеса является тщательнейшая проверка платежеспособности заемщика. При поставке техники на экспорт практикуется привлечение банковских кредитов на срок до 5 лет под льготный процент.

Крупные мировые производители и продавцы тракторов и сельскохозяйственных машин, такие как John Deere, New Holland, Agco Corporation, Claas, реализуют продукцию через собственные компании, агентов и независимых дилеров более чем в 150 странах. Деятельность этих компаний по обеспечению поставок техники, организации техобслуживания и снабжения запасными частями является наиболее полной по сравнению с другими производителями. Сбытовая сеть этих фирм насчитывает тысячи дилеров с хорошо подготовленным, высококвалифицированным персоналом.

Дилеры юридически и экономически самостоятельны. Взаимоотношения с одной или несколькими компаниями оформляются договорами, при этом фирмы стремятся к тому, чтобы дилеры предоставляли широкий спектр услуг. Этой же цели служат укрупнение и объединение фирм-производителей с увеличением объема продаж, происходящие в последнее время среди ведущих мировых сельхозмашиностроителей.

Иностранные фирмы уделяют вопросам технического обслуживания не меньше внимания, чем изготовлению машин. Значительное возрастание мощностей сельхозтехники, внедрение автоматике и электроники существенно повышают требования к ее обслуживанию. Качество техобслуживания в значительной мере определяет объем сбыта и закрепляет потребителя за производителем. Представители фирмы John Deere считают, что без организации техобслуживания можно продать одну машину, но уже для продажи второй потребуются, чтобы работа по организации техобслуживания началась задолго до того, как первая сойдет с конвейера. Поэтому фирма заблаговременно организует соответствующее обучение руководителей технических служб, механиков и дилеров. Для правильной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта машин производитель составляет пакет необходимой технической документации, в который входит руководство по эксплуатации, каталог запасных частей, руководство по сборке-разборке и ремонту, сервисная книжка.

Организация продаж, техобслуживание сельхозтехники и обеспечение ее запчастями в той или иной стране зависят от уровня развития сельского хозяйства, возделываемых культур, климатических и других условий.

Наиболее распространенной за рубежом является дилерская форма организации сервиса. Дилеры продают машины фермерам, обслуживают и ремонтируют их, поставляют запчасти, сдают машины в аренду и прокат, обучают фермеров и оказывают другие виды услуг.

Дилеры стремятся заключить с владельцем машины контракт на плановое техническое обслуживание, которое обеспечивает возможность планирования работ, устойчивый сбыт запчастей, постоянный контроль за техническим состоянием машины, позволяет поддерживать ее в рабочем состоянии, предупреждать поломки и аварии.

Главные принципы, которыми руководствуется производитель при организации послепродажного обслуживания, — своевременное реагирование, увеличение периодичности обслуживания, снижение трудоемкости, постоянное повышение надежности работы машин. В условиях острой конкурентной борьбы некоторые фирмы предоставляют гарантию на тракторы сроком 24–36 месяцев без ограничения моточасов, а на отдельные машины или детали — до 5 лет.

Одним из важнейших факторов, определяющих доверие покупателя к изготовителю машин, является степень обеспеченности запчастями и оперативность их доставки. Фирмы снабжают бытовую сеть необходимыми запчастями еще до появления новой модели машины на рынке и гарантируют их поставку в течение 10 лет со дня прекращения выпуска этой модели. Некоторые компании организуют сеть предприятий по ремонту своих машин,

узлов и агрегатов. Так, например, фирма «Катерпиллер» организовала централизованный ремонт двигателей и трансмиссии во Франции, в Канаде, в странах Латинской Америки. Специализированные предприятия фирмы «Бош» ремонтируют топливную аппаратуру и электрооборудование. Гарантия на изделие, прошедшее ремонт, может быть такой же, как на новое. По данным Национальной ассоциации дилеров тракторных запчастей, в США насчитывается около 500 предприятий и пунктов по восстановлению и реализации деталей, узлов и агрегатов сельскохозяйственной техники. Цены на восстановленные детали и узлы составляют около 60% от цен на новые.

В условиях обострения борьбы за потребителя зарубежные производители тракторов и сельскохозяйственных машин стремятся в предоставлении услуг клиентам осуществлять принцип «покупатель всегда прав». Это в полной мере подтверждает, что конкурентоспособность сельхозмашин в современных условиях определяется набором услуг, предлагаемых пользователю машин.

## 2.5. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Во всех цивилизованных странах мира развитие наноиндустрии относится к высшим национальным приоритетам. Основой нанотехнологий является применение материалов со структурными элементами нанометрового масштаба. Основные области применения нанотехнологий в АПК в России — биотехнология, производство и переработка продукции сельского хозяйства, сельхозмашиностроение, технический сервис и другие направления [27, 92]. При создании новой техники нанотехнологии могут использоваться для изготовления деталей, нанесения защитных покрытий и т. д.

При техническом сервисе перспективны нанотехнологические добавки к смазочным материалам. Эксплуатационные испытания ремонтно-восстановительных препаратов, проведенные авторами разработок на большинстве отечественных легковых и грузовых автомобилей, а также на тракторных двигателях, показали, что за счет использования этой техники имеется возможность повышения компрессии до 50%, снижения содержания вредных выбросов в отработавших газах более чем на 60%, повышения других технико-экономических характеристик их эксплуатации, в том числе снижения удельного расхода топлива на 6–15%. Установлено, что добавление нанотехнологических добавок в моторные масла и пластические смазки в автотракторной технике позволяет:

- повысить срок службы смазочных материалов (моторного и трансмиссионного масел) в 1,5 раза за счет снижения температурного режима в парах трения;
- снизить расход смазочных материалов на 15% за счет сокращения потерь через уплотнение и выгорание;
- обеспечить более легкий и безопасный пуск двигателя, особенно в холодное время года, частичную очистку обрабатываемых систем (ТНВД, форсунки, компрессионные кольца, клапаны и т. д.).

Все это в комплексе может обеспечить повышение межремонтного ресурса автотракторной техники в 2 раза и более. Разработанные добавки к обкаточным (приработочным) маслам позволяют повысить качество окончательной приработки деталей в период эксплуатационной обкатки и значительно снизить потери на трение в двигателе и износ ресурсопределяющих сопряжений на последующих этапах эксплуатации.

Например, продолжительность обкатки на масле с составом, содержащим наночастицы серпентина (ПИАФ состав) по сравнению с обкаткой на обычном масле сократилась в 1,8 раза. Применение приработочного масла с наночастицами серпентина в отремонтированных дизелях сокращает расход топлива на обкатку в 2 раза, электроэнергии — в 1,6 раза, повышает ресурс дизелей на 10%. Однако для масштабного внедрения нанотехнологических добавок к смазочным материалам, используемым в АПК, требуется проверка их эффективности на машиноиспытательных станциях.

Перспективным направлением применения нанотехнологий является упрочнение деталей сельскохозяйственной техники путем напыления нанопорошков на рабочие поверхности для повышения их износостойкости. Для покрытия деталей, как правило, употребляют многокомпонентные материалы с большим набором легирующих элементов, с помощью которых конструкционному материалу детали можно придать комплекс новых свойств. Наиболее широкое применение нашли нанодисперсные порошки оксидов и гидроксидов. Особенно это важно для техники, работающей в экстремальных условиях (высокая температура, агрессивные среды) либо в форсированных режимах (двигатели внутреннего сгорания). ГОСНИТИ разработал технологию применения порошков оксидов и гидроксидов алюминия для защиты металлических поверхностей от коррозии. Мордовским государственным университетом и ГОСНИТИ созданы эффективные технологии восстановления и упрочнения большого перечня деталей с использованием электроискровой обработки. Особенно эффективно ее применение при ремонте турбокомпрессоров и гидроагрегатов — распределителей, насосов, гидростатических трансмиссий. Их ресурс выше, чем у новых, за счет изменения физико-механических свойств рабочих поверхностей деталей, в том числе повышения износостойкости. Испытания восстановленных и упрочненных деталей, проведенные в хозяйствах Республики Мордовия, показали, что ресурс турбокомпрессоров возрастает в 2 раза. Метод фрикционного нанесения антифрикционных наноструктурированных покрытий уменьшает износ пар трения и позволяет увеличить срок службы деталей в 10–12 раз. В НПП «Элан-Практик» (г. Дзержинск Нижегородской области) разработан ряд технологий и установок магнетронного нанесения нанокompозитных покрытий. ООО «ПрофиПроект» предлагает технологии упрочнения деталей топливной аппаратуры, форсунок, гильз, цилиндров, поршней с целью увеличения срока службы, уменьшения нагарообразования и улучшения динамических характеристик машин. Метод упрочнения основан на внедрении легирующих элементов в матрицу материала с образованием активного перестроенного слоя, связанного с кристаллической решеткой металла. Предприятие также внедряет нанокompозитные покры-

тия для улучшения характеристик гильзопоршневой группы. Нанокompозитные покрытия предотвращают задиры во время работы в паре с гильзовым чугуном в условиях трения скольжения при граничных условиях смазки, соответствующих условиям работы деталей цилиндра-поршневой группы двигателей. Относительное увеличение стойкости достигает 20–80 раз, а износ контртела уменьшается в 4–5 раз. В Энгельсском филиале Саратовского государственного технического университета создана технология электрохимического осаждения наноструктурированных композиционных покрытий (КЭП) медь–фуллерен и никель–фуллерен. Скорость коррозионного разрушения полученных КЭП в 2 раза меньше скорости разрушения никелевых и медных покрытий, износостойкость выше в 2,5 раза. В Московском институте стали и сплавов (МИСиС) разработана технология микроплазменного оксидирования и получения оксидно-керамического нанокристаллического покрытия. Такие покрытия обладают твердостью до 1950 НВ, их употребляют для упрочнения деталей авиадвигателей и автомобилей. Перспективное направление упрочнения деталей — использование гальванокомпозиционных покрытий. Для этого в электролиты вводят нанопорошки, в том числе керамические. Включение ультрамалых частиц в никелевые и хромовые матрицы снижает интенсивность их изнашивания в зависимости от содержания наноразмерного порошка соответственно в 1,5–2 и 2–2,5 раза. В ФГУП ФНПЦ «Алтай» (г. Бийск) созданы технологии нанесения композиционных металло-алмазных покрытий. После введения наночастиц алмаза износостойкость покрытий увеличивается в 2–4 раза. Композиционное гальваническое покрытие на основе хрома, полученное с применением нанодисперсного порошка оксида алюминия, по отношению к стандартному покрытию хрома обладает износостойкостью в среднем в 2,2 раза выше.

В сельском хозяйстве за рубежом нанотехнологии нашли применение в процессах обеззараживания воздуха и различных материалов, обработки семян и урожая в целях его сохранения, стимуляции роста растений, лечения животных, улучшения качества кормов. Слияние с биотехнологией значительно расширяет возможности использования нанотехнологий для создания биологических наночипов, молекулярных детекторов, биосовместимых наноматериалов с антимикробной, противовирусной и противовоспалительной активностью. Бионаночастицы способны действовать аналогично медицинским препаратам, использоваться как контейнеры для адресной доставки лекарств к клеткам-мишеням. При взаимодействии современной микробиологии и нанотехнологии создаются биологически ценные продукты, осуществляется уникальная диагностика и экологическая защита процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

В современной земледелии нанотехнологии помогают сделать сельскохозяйственное производство более чистым экологически, сохранять окружающую среду. Разработанные мини-сенсоры и мониторы с радиосвязью информируют производителей сырья об изменениях в состоянии и развитии растительных объектов на ранних стадиях.

### Контрольные вопросы

1. Каковы мировые тенденции в сельскохозяйственном производстве?
2. В каких направлениях осуществляется машинно-технологическая модернизация сельскохозяйственного производства в России?
3. В чем суть количественных преобразований в сельскохозяйственном производстве?
4. В чем суть качественных преобразований в сельскохозяйственном производстве?
5. Перечислите основные направления инновационного развития машинно-технологической модернизации сельского хозяйства.
6. В каком направлении происходит развитие сельскохозяйственной техники и энергетики?
7. В чем заключаются сопутствующие меры, которые обеспечивают реализацию сельскохозяйственной техники потребителям?
8. Какими главными принципами руководствуется фирма-производитель при организации послепродажного обслуживания техники?
9. Перечислите основные области применения нанотехнологий в АПК России.
10. Как используются нанотехнологии при разработке новой сельскохозяйственной техники?





## ГЛАВА 3

# ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

### 3.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Б**азовый принцип вводимых в хозяйственный оборот агротехнологий (для производства продукции растениеводства) и зоотехнологий (для производства продукции животноводства) заключается в обязательном включении в производственные технологии *операций по управлению производственным процессом* [73, 79]. Действительно, например, в агротехнологиях есть два обязательных биоцикла — посев (ввод семян в среду обитания растений) и уборка (получение семян для нового процесса). Такой двухцикличный процесс относится к типу экстенсивных, уровень продуктивности в нем зависит в основном от естественного плодородия агроландшафтов. Это наиболее простые технологии, не требующие больших профессиональных знаний. Чтобы управлять продуктивностью растений, в технологии активно вводится третий цикл — комплекс операций по управлению производственным процессом. В развитом сельскохозяйственном производстве можно использовать только трехцикличные (интенсивные) технологии, позволяющие сделать сельхозпроизводство экономически управляемым с учетом интересов товаропроизводителей.

Для вводимых в сельское хозяйство новых технологий растениеводства и животноводства интенсивного типа характерны следующие правила.

1. *Конкурентоспособность и прибыльность.* В рыночных условиях деятельность товаропроизводителей стала сферой агробизнеса, ее основная цель — получение прибыли при конкурентном производстве. Прибыльность возрастает при увеличении продуктивности посевов и животных только до определенного значения, величина которого зависит от стоимости ресурсов, вводимых в производственный процесс, и других условий.

Повышение продуктивности растений и животных вначале сопровождается снижением себестоимости продукции. Дальнейшее повышение продуктивности в связи с ростом стоимости управляемых ресурсов и снижением их КПД становится экономически невыгодным, что является критической точкой управления производственным процессом. Это базовое правило интенсивных технологий растениеводства и животноводства. Величина критической продуктивности зависит от многих факторов — генетики

растений и животных, ландшафтных характеристик, качества ресурсов интенсификации и др. Например, сегодня в молочном животноводстве критическая продуктивность равна удою 6500–7500 кг в год, в свиноводстве — суточному приросту 700–800 г, в зерновом производстве — урожайности 55–75 ц/га и т. д.

*2. Ресурсосбережение.* В интенсивных технологиях с ростом продуктивности растений и животных до некоторой величины повышается отдача ресурсов — удобрений на получение единицы зерна, кормов на получение единицы мяса, молока и т. д. В этом суть технологических факторов ресурсосбережения. В отечественном сельском хозяйстве недостаточно используется эта закономерность. Показатели продуктивности в растениеводстве и животноводстве почти в 2 раза ниже среднемировых, поэтому затраты ресурсов интенсификации на единицу продукции велики и, как следствие, товары в ряде случаев неконкурентоспособны по издержкам и ценам.

Основная цель машинно-технологической модернизации растениеводства и животноводства, кроме роста продуктивности, состоит и в *оптимизации затрат материально-технических ресурсов*. Рост рентабельности можно обеспечить не путем механического сокращения, экономии используемых ресурсов, а только на базе повышения эффективности их использования, достижения большего КПД.

Например, моторное топливо сегодня — дорогой ресурс, его стоимость при производстве продукции растениеводства ежегодно увеличивается на 15–18% и в структуре ее себестоимости иногда превышает 20%. При используемых в настоящее время технологиях производства, например зерна, 1 кг моторного дизельного топлива дает всего 2–3 кг продукции. При смене технологий на интенсивные возможно поднять отдачу до 7–9 кг зерна на 1 кг топлива.

Недостаточно рационально в настоящее время используется и другой ресурс — блок *амортизационных затрат* производства, которые призваны обновлять техническую базу отрасли. Эти затраты в себестоимости продукции ничтожно малы по сравнению с потребностью технического обновления сельского хозяйства и его ролью в интенсификации производства. Амортизационный фонд большинства сельскохозяйственных предприятий в настоящее время формируется в объеме 2–3% себестоимости продукции и не в состоянии поднять покупательную способность товаропроизводителей на рынке техники нового поколения как главного фактора роста производительности труда в отрасли. Более того, этот фонд, как правило, используется не по назначению. Рост амортизации активных фондов в себестоимости продукции до 10–11% — стимулирующий фактор роста производительности, а с ним и рентабельности труда.

Нуждаются в оптимизации *затраты на зарплату производителей* сельскохозяйственной продукции. Решение этой проблемы возможно прежде всего за счет стимулирования привлечения в производство квалифицированного труда, обеспечивающего резкий рост производительности при более высокой зарплате, но с меньшей ее долей в структуре себестоимости. Реализация этой цели связана с интенсивным введением в производство новых

знаний, высокими профессиональными качествами работников, новыми формами подготовки кадров, оснащением эффективных работников новыми технологиями и техникой.

*Затраты на поддержание техники* в работоспособном состоянии составляют сегодня примерно 12–15% себестоимости продукции и не могут быть признаны оптимальными. В зарубежной практике они не превышают 4–6%. Необходима скорейшая реконструкция инженерной инфраструктуры сельского хозяйства, в том числе и на базе дилерских центров нового поколения, а также путем реформирования инженерной службы сельхозпредприятий. Остается значимой и отработка эффективных технологий восстановления работоспособности машин, а главное — производство более надежной техники.

### 3.2. РЕЗЕРВЫ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Можно выделить три основных направления экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов [79].

*Первое направление — техническое.* В его рамках существенное снижение удельного расхода топлива, тепловой и электрической энергии базируется на внедрении принципиально новых машин и механизмов или их коренной модернизации. Особую роль играет повышение топливной экономичности техники, определяемой конструкционными, эксплуатационными, производственными и почвенно-климатическими факторами. Так, у автотракторных двигателей снижение расхода топлива достигается путем его непосредственного впрыска, применения наддува за счет энергии выхлопных газов, промежуточного охлаждения всасываемого воздуха, установки термостатов, автоматического включения вентилятора, использования электронного управления подачей топлива и современных систем впрыска его с электронным управлением момента впрыска, что обеспечивает соответствие между режимом работы двигателя и внешней нагрузкой.

В рамках этого направления следует рассматривать перспективы замещения дефицитных энергоресурсов более дешевыми и доступными видами, применения энергии солнца, ветра, теплоты геотермальных вод, энергии приливов и отливов, отходов сельскохозяйственного производства для получения биогаза.

*Вторым, не менее важным, направлением рационального использования и экономии энергоресурсов в сельском хозяйстве можно считать технологическое.* Оно предусматривает привлечение современных, менее энергоемких технологий в растениеводстве и животноводстве. Наиболее эффективными формами в рамках этого направления можно считать замену энергоемких операций, сокращение числа и совмещение операций, производство обезвоженных, прессованных кормов из трав и соломы на базе вторичных энергоресурсов, высушивание сельскохозяйственных продуктов с применением

альтернативных жидкому топливу видов энергии, перенос ряда мобильных технологических процессов на стационар с применением электроэнергии.

При традиционных способах агротехнической деятельности львиная доля энергии затрачивается на перемещение по полю балластового груза (сельскохозяйственных орудий, машин, сепок), при этом непроизводительный расход энергии двигателя достигает 55% на пахоте и 60% при посеве. Применение комбинированных машин снижает расход топлива на 20–30%, металлоемкость комплекса машин — на 20–25%. Значительная экономия топлива достигается путем упорядочения и оптимизации транспортных операций.

В животноводстве наиболее оправданны такие способы экономии энергоресурсов, как применение энергосберегающих технологий при заготовке, хранении, приготовлении и раздаче кормов, использование «вторичного тепла» технологических операций — подогрева воды, сушки навоза, обогрева помещений, внедрение современных энергосберегающих технологий для первичной обработки животноводческой продукции.

*Третье направление — организационно-экономическое.* Важнейшими формами экономии и рационального использования топливно-энергетических ресурсов в рамках этого направления можно считать оптимизацию структур хозяйствующих субъектов с учетом потенциальных возможностей природно-климатических зон их размещения, нормирование расхода топлива, тепловой и электрической энергии, учет, контроль и стимулирование экономии энергоресурсов, грамотную эксплуатацию энергетического оборудования. Размещение и специализация хозяйств существенно влияют на потребление энергоресурсов посредством рациональной структуры севооборотов, состава и направления производства животноводческой продукции, их соотношения в объеме валовой продукции. Все эти факторы определяют состав машинно-тракторного парка, качественные и количественные характеристики энергетических установок, объем потребления топлива и электроэнергии.

Рациональная эксплуатация энергетического оборудования очень важна для экономии энергоресурсов. Эффективное использование техногенной энергии зависит не только от квалифицированного технического обслуживания сельскохозяйственной техники, умения экономично ее эксплуатировать и грамотно агрегировать, но и от регулярного обслуживания и постоянного контроля состояния режущих поверхностей рабочих органов, качества смазки и регулировки механизмов.

Своевременное обновление МТП играет большую роль в деле экономии топливосмазочных материалов. Выработавшая свой нормативный срок машина, как правило, расходует в 1,2–1,3 раза больше топлива, чем новая, что повышает энергетическую составляющую затрат на производство продукции.

Резервы энергоресурсосбережения в сельском хозяйстве огромны. Экономия возможна на стадии проектирования и изготовления машин, в процессе производства продукции растениеводства и животноводства, при переработке сельхозпродукции и техническом сервисе.

### 3.3. МОДЕРНИЗАЦИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

#### 3.3.1. РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Важнейшей тенденцией совершенствования почвообработки, имеющей глобальный характер, является ее минимизация [79]. Минимальная обработка и прямой посев в сочетании с рациональным применением систем удобрений и пестицидов, правильных севооборотов могут использоваться в различных агроклиматических зонах, на всех видах почв. Переход на ресурсосберегающие технологии необходимо осуществлять последовательно и планомерно. В этот период наблюдаются положительные изменения биологических, агрохимических, агрофизических и других свойств почвы, начинает повышаться продуктивность культур.

Правильно организованные севообороты с научно обоснованным чередованием культур — ключ к успешному внедрению ресурсосберегающих технологий. Обязательным является включение в структуру севооборотов культур, повышающих плодородие почв. При разработке схем севооборотов должны соблюдаться принципы адаптивности и соответствия агроклиматических условий требованиям возделываемых культур. Природно-климатические зоны освоения сберегающих технологий различаются по условиям увлажнения и режимам тепла, поэтому структура севооборота в каждой зоне имеет свои особенности (табл. 3.1).

Для повышения плодородия почвы и борьбы с поздними сорняками можно использовать севообороты с выращиванием сидеральных культур (донник, люпин, сераделла, редька масличная и др.) на зеленое удобрение.

За счет оптимизации водного режима почвы при сберегающих технологиях в засушливых районах появилась возможность в 2 раза увеличить площади посева озимых культур, которые дают полноценные всходы по занятым паром и непаровым предшественникам. Для каждой сельскохозяйственной культуры рекомендуются предшественники в севооборотах, оптимально реагирующие на плодородие почвы и другие условия жизни растений.

Таблица 3.1

Примерная структура севооборотов для разных природно-климатических зон

Севооборот	Примерное соотношение культур в севообороте, %	Зона применения
Зернопаровой и зерновой	Зерновые — 88–90, чистые пары — 10–12	Крайне засушливая
Зернопаропропашной и зернопропашной	Зерновые — 60–80, пропашные — 10–20, чистые пары — 8–10	Недостаточная и средняя увлажненность
Зернопропашной	Зерновые — 60–80, пропашные и однолетние кормовые культуры — 20–40	Нормальное увлажнение
Зернотравяной и зернотравянопропашной	Зерновые — 50–80, пропашные — 10–20, многолетние травы — 10–20	Средняя и нормальная увлажненность

К сильным предшественникам относятся зернобобовые культуры (горох, соя, нут, вика, чечевица), которые повышают плодородие почвы, обогащают ее азотом, улучшают фитосанитарное состояние почвы и посевов, уменьшают возможность поражения болезнями зерновых культур, возделываемых после них. За период вегетации гороха в почве может накапливаться до 120 кг/га д. в. азота. С учетом биологических особенностей патогенов, вызывающих фузариоз и корневые гнили, возврат гороха на прежнее поле желателен через пять-шесть лет.

Рапс развивает мощную корневую систему, глубоко проникающую в почву (до 3 м). В результате образуются воздушные проходы и почва разрыхляется, что оказывает благоприятное воздействие на ее структуру и плодородие. Рапс служит хорошим предшественником для озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы. В настоящее время он является рентабельной, востребованной на рынке культурой. Это позволяет рекомендовать его в качестве культуры, пригодной для технологий сберегающего земледелия.

Многолетние травы — хорошие предшественники в севообороте для многих культур. Бобовые травы (донник, люцерна, клевер, эспарцет), особенно в смеси со злаковыми (житняк, кострец), улучшают структуру, агрофизические и агрохимические свойства почвы, хорошо защищают ее от ветровой и водной эрозии.

Однолетние травы (вика, овес, суданка и др.) также являются хорошим предшественником для последующих культур в севообороте. Бобово-злаковые смеси играют в севообороте важную фитосанитарную роль и обогащают почву азотом. Яровые зерновые культуры не следует использовать в качестве предшественников последующих яровых зерновых, так как они способствуют увеличению засоренности посевов одновидовыми сорняками. Повторное размещение яровой пшеницы и ячменя в течение двух-трех лет возможно при условии применения ресурсосберегающих технологий в сочетании с эффективными гербицидами.

Для засушливых степных районов наибольший эффект в производстве зерна имеют зерновые севообороты с короткой ротацией, которые в наибольшей степени подходят для освоения минимальных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур.

Подбор сортов культур для сберегающих технологий проводится с учетом агроклиматических условий района, целей производства и экономических возможностей товаропроизводителя. Сорта для ресурсосберегающих технологий должны иметь неглубокую, но развитую корневую систему и высокую продуктивную кустистость. Такие сорта можно высевать с малыми нормами посева за счет повышения коэффициента кустистости растений. В каждом регионе районированы и находятся в сортоиспытании зональные перспективные сорта. Кроме того, после соответствующих испытаний можно использовать подходящие для местных условий зарубежные сорта. В Поволжье устойчивые урожаи при минимальной и нулевой обработке почвы обеспечивают сорта: Безенчукская-380 (озимая пшеница), Прохоровка, Кинельская-59 и Кинельская-60 (яровая пшеница), Долли (яровой ячмень). Расширение посевов засухоустойчивых сортов зерновых культур вместе с

освоением влагосберегающих технологий позволяет уменьшить потери зерна от засух на 20–30%, а внедрение устойчивых к болезням сортов обеспечит повышение урожаев и снижение химической нагрузки на почву. Для посева по сберегающим технологиям используются семена высоких репродукций первого класса посевного стандарта со всхожестью не менее 95% и чистотой 99%. Семена должны быть обязательно протравлены для защиты от болезней, возможно использование стимуляторов роста.

Работу с растительными остатками надо начинать во время уборки. В системе сберегающего земледелия уборка зерновых культур должна осуществляться с измельчением соломы. Для этого используют измельчитель соломы, который равномерно распределяет растительные остатки на поверхности поля, способствует качественной минимальной обработке с созданием мульчи, повышает противоэрозионную устойчивость поверхности поля, увеличивает влагообеспеченность почвы, способствует сохранению влаги за счет уменьшения испарения, повышению эффективного и потенциального плодородия почвы. Солома в количестве 1 т соответствует поступлению 350 кг гумусового вещества, а по содержанию органического вещества и влиянию на воспроизводство гумуса равноценна 3,5 т подстилочного навоза. Измельченная солома более влагоемка по сравнению с цельной, более гигроскопична, равномерно распределяется по слоям почвы и становится более доступной для микрофлоры. Вполне достаточно, чтобы измельченная солома имела 75% частиц цилиндрической формы с размочаленными концами, а оставшиеся 25% были расщеплены продольно. Длина частиц должна составлять в среднем 50–100 мм, возможны более длинные частицы — до 150–250 мм.

Урожай рекомендуется убирать прямым комбайнированием. Это связано с тем, что технологии сберегающего земледелия обеспечивают хорошее фитосанитарное состояние посевов и равномерное созревание хлебов. Высота оставляемой стерни не должна превышать ширины междурядий более чем на 5 см, а измельченные растительные остатки должны распределяться по полю равномерно.

Мульчирование соломой при минимальной обработке почвы уменьшает поверхностный сток и испарение влаги, а стерня и солома при прямом посеве уменьшают скорость ветра над поверхностью почвы. Солома увеличивает водопроницаемость почвы, уменьшает глубину промерзания и повышает запасы снеговой воды. Использование соломы способствует увеличению содержания подвижных форм фосфора и калия. При этом усиливается минерализация труднодоступных фосфатов за счет активации фосфорных бактерий.

В первый год внесения может наблюдаться ухудшение азотного питания растений из-за связывания его минеральных форм целлюлозоразлагающими микроорганизмами. Поэтому следует компенсировать потери азота использованием дополнительных 10–12 кг/га азотных минеральных удобрений (из расчета 10 кг азота на 1 т соломы). В дальнейшем при регулярном внесении соломы азота высвобождается больше, чем закрепляется, и необходимость в дополнительных дозах удобрений отпадает. При внесении соломы под пар и зернобобовые культуры компенсирующие дозы азота можно не вносить, так как в почве накапливается достаточное количество минеральных форм азота.

При осуществлении агроприемов минимальной обработки почвы (культивация, боронование) необходимо проводить обработку под углом к предыдущей операции.

Вариант с оставлением измельченной соломы на поверхности почвы при прямом посеве является почвозащитным, предотвращающим испарение почвенной влаги и защищающим почву от эрозии. В случае высокой урожайности сельскохозяйственных культур, приводящей к скоплению соломы на поверхности почвы при прямом посеве в течение ряда лет, рекомендуется периодическое использование тяжелой зубовой бороны КН (производитель — ЗАО «Евротехника»).

В современных условиях обработка почвы должна быть почвозащитной, влагосберегающей, низкозатратной, обеспечивающей образование мелкокомковатой структуры почвы. При переходе на технологии минимальной и нулевой обработки почвы для обеспечения качественного посева очень важно в первые два–три года выровнять поля. Залежные земли, на которых в течение нескольких лет не проводилась обработка почвы и образовался бурьянный тип растительности, подготавливают под освоение сберегающих технологий следующим образом: уничтожают сорняковую растительность с помощью скашивания и измельчения, применения гербицидов или дискового лущения; дважды обрабатывают культиватором, например Smaragd, или дисковой Amazone Catros вначале на 10–12, затем на 8–10 см.

После выращивания на полях многолетних трав необходимы особые методы перехода на систему сберегающего земледелия. В этом случае для борьбы с сорняками в системе уборки производится двукратное дискование, например дисковой бороной Amazone Catros. Не позднее чем за 20 дней до посева следующей в севообороте культуры вносится гербицид сплошного действия (на основе глифосата), затем проводится культивация. Подобный метод позволяет успешно внедрять сберегающие технологии в травопольных севооборотах. Технология нулевой обработки почвы или прямой посев в стерню полностью исключает механическую обработку. Прямой посев требует применения специальной сеялки.

Возможны варианты сочетания технологии минимальной обработки почвы с прямым посевом под разные культуры в севообороте. Например, осенняя обработка проводится под последующий мульчированный посев пропашных культур, а озимые и яровые зерновые высеваются прямым посевом.

Посев в системе сберегающего земледелия производится двумя способами: при минимальной обработке почвы — посев в мульчу, при нулевой обработке — прямой посев в стерню. Современная посевная техника равномерно заделывает семена на уплотненное увлажненное семенное ложе, что способствует увеличению их полевой всхожести. В связи с этим не рекомендуется завышать норму высева семян и проводить их слишком глубокую заделку. Оптимальная глубина заделки семян составляет не более 3–4 см.

Прямой посев озимых и яровых культур в хозяйствах Самарской области осуществляется сеялками типа ДМС 601 (ЗАО «Евротехника»), которые благодаря долотовидным сошникам с параллелограммным управлением обеспечивают равномерное размещение семян на заданной глубине и качественную



работу даже по неровной поверхности, идеально копируя рельеф почвы. Для работы по технологии нулевой обработки почвы на выровненных полях большого размера рекомендуется использовать широкозахватные высокопроизводительные агрегаты ДК-Т (ЗАО «Евротехника»).

При переходе на технологии сберегающего земледелия необходимо внесение большего количества азотных удобрений при возделывании всех культур, кроме бобовых. Это связано с тем, что микроорганизмы потребляют углерод из растительных остатков, где он содержится в большом количестве, а азот частично из почвы. Азот стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качество зерна. Высокие урожаи сельскохозяйственных культур во многом зависят от обеспеченности их доступными формами азота. В паровом поле накапливается 80–120 кг/га и более нитратного и аммиачного азота, по многолетним бобовым предшественникам — 60–80, по зерновым и пропашным — 30–60 кг/га. Во время вегетации растений за счет минерализации гумуса количество азота увеличивается еще на 20–50 кг/га. Недостающее количество вносят в виде минеральных удобрений.

Другой особенностью сберегающего земледелия является заделка удобрений не на всю глубину корнеобитаемого слоя. В этих условиях наибольшую эффективность в связи со слабым передвижением по профилю почвы проявляют фосфорно-калийные удобрения при внесении в верхний слой почвы, где они создают оптимальные условия для первоначального критического периода развития растений.

Фосфор стимулирует развитие корневой системы, формирование репродуктивных органов, ускоряет созревание. Фосфорные удобрения повышают зимостойкость культур на 15–20%, сокращают расход воды на единицу урожая. Фосфор малоподвижен в почве и практически весь закрепляется в том слое, в который были внесены удобрения. Фосфорные удобрения частично вносят осенью под минимальную обработку (при необходимости внесения больших доз) и перед посевом или при посеве в качестве стартовых доз, полностью обеспечивающих растения фосфором в начальный период роста.

Калий способствует накоплению растениями сахаров, что предохраняет озимые хлеба от вымерзания, повышает прочность соломины и устойчивость растений к поражению корневой гнилью и ржавчиной, ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в колос, увеличивая натурную массу зерна. Калийные удобрения вносят в основном осенью под обработку почвы.

*Озимой пшенице* для формирования 1 ц зерна требуется 3–4 кг азота, 0,9–1,3 кг  $P_2O_5$  и 1,6–2,5 кг  $K_2O$ . С учетом коэффициента использования элементов питания из удобрений на 1 т зерна тратится 20–40 кг д. в. азотных удобрений, 20–40 — фосфорных и 5–35 кг д. в. калийных удобрений. Максимальное потребление азота у озимой пшеницы приходится на фазы кущения, выхода в трубку и колошения. Фосфор энергично поступает в растения в течение первых четырех–пяти недель вегетации, а калий — с первых дней до цветения. Дозы удобрений уточняют по результатам почвенной и листовой диагностики. До посева под озимую пшеницу вносят 20–30% годовой нормы азотных, 70–80% фосфорных и 100% калийных удобрений. Одновременно с посевом вносят азотно-фосфорные удобрения в небольших дозах, а весной

делают подкормку азотными удобрениями до 30–45 кг/га. Для получения высококачественного зерна на основе листовой диагностики проводят некорневые подкормки растворами азотных удобрений в фазе колошения озимой пшеницы.

На производство 1 т зерна *яровой пшеницы* тратится 10–35 кг д. в. азотных удобрений, 15–35 — фосфорных и до 30 кг д. в. калийных удобрений. Потребность в азотном питании яровой пшеницы определяют с учетом влагообеспеченности посевов в течение вегетации. В степной и сухостепной зонах при запасах продуктивной влаги менее 50 мм в метровом слое почвы применять азотные удобрения перед посевом нецелесообразно. Формирование урожая яровой пшеницы в этом случае идет за счет весенних запасов минерального азота в почве и дополнительного накопления от минерализации. Фосфорно-калийные удобрения под яровую пшеницу вносят осенью, а небольшие стартовые дозы фосфорных удобрений — одновременно с посевом или до него. Для получения большей урожайности и лучших качественных показателей зерна пшенице требуются макро- и микроэлементы (сера, магний, медь, марганец, молибден, цинк, бор). Растения нуждаются в микроэлементах на протяжении всего периода вегетации, но в большей степени — в начальные фазы развития, период кущения и налива зерна. Для стимуляции всхожести семян, увеличения сопротивляемости к болезням применяют хелатные формы микроудобрений (тенсо-коктейль, гидромикс) при протравливании. В фазе кущения для повышения урожайности и снятия стрессового воздействия гербицидов совместно с гербицидами применяют специальные удобрения с высокодоступными питательными веществами типа кристаллен. Для повышения качества зерна вторая внекорневая подкормка специальным удобрением типа кристаллен проводится в фазе колошения — молочной спелости совместно с обработкой фунгицидом или инсектицидом. В последнее время в практике все шире применяется искусственное регулирование роста и развития растений за счет воздействия физиологически активных веществ — регуляторов роста (Агат-25, Крезацин, Экстрасол-55 и др.).

Наибольший эффект от применения минеральных удобрений при возделывании *ячменя* достигается в условиях достаточного увлажнения. В Черноземной зоне он хорошо отзывается на полное минеральное удобрение. В степных регионах основная роль в повышении урожайности ячменя принадлежит фосфорным удобрениям. Их действие значительно усиливается при внесении азотных и калийных удобрений.

Высокие урожаи ячменя получают на полях с содержанием 100–150 мг/кг подвижных форм фосфора и 120–180 мг/кг обменного калия. При расчете доз удобрений учитываются почвенные условия, предшественники, величина планируемого урожая ячменя по биоклиматическому потенциалу зон. Максимальные дозы азотных удобрений в зонах достаточного увлажнения составляют 90–100 кг/га д. в. Избыточное внесение их под ячмень, особенно на почвах, не обеспеченных фосфором, вызывает задержку созревания и полегание растений, что значительно снижает урожайность. Эффективным способом применения фосфорных удобрений при возделывании ячменя является внесение их с посевом сеялками ДМС, ДК-Т в небольших дозах (не более 20 кг/га).

Таблица 3.2

## Применение гербицидов сплошного действия на парах и по стерне

Гербицид	Норма расхода, л/га	Спектр действия	Гербицид	Норма расхода, л/га	Спектр действия
Глисол	2–4	Однолетние и многолетние злаковые и двудольные	Зеро	2–8	То же
			Раундап	2–8	То же
Глифосат	4–8	То же	Торнадо	2–8	То же
Граунд БИО	2–5	То же	Ураган	2–4	То же
Свиц	3–6	То же	Глипер	2–8	То же

Переход к ресурсосберегающим технологиям требует особого внимания к мерам по защите посевов от сорняков, болезней и вредителей. Обязательным приемом, позволяющим снизить засоренность полей при освоении ресурсосберегающих технологий, является применение гербицидов (табл. 3.2).

В системе сберегающего земледелия наиболее эффективны гербициды сплошного действия на основе глифосата. Во-первых, они впитываются листьями и разносятся по всему растению, в том числе и в глубоко залегающую корневую систему, уничтожая сорняк. Во-вторых, эти средства лишены почвенной активности — вступая в контакт с почвой, они дезактивируются. В-третьих, они относятся к числу относительно безопасных. Непосредственно после применения гербицидов на основе глифосата можно высевать любую культуру.

Наилучшие результаты при обработке глифосатсодержащими гербицидами достигаются на следующих этапах роста сорняков: осот — 10–30 см, вьюнок полевой — 10–30 см, однолетние — 10–20 см в высоту или в ширину, пырей — 10–20 см в фазе трех–четырёх листьев. Для снижения себестоимости обработки целесообразно использовать баковые смеси гербицидов на основе глифосата и диметиламинной соли.

Внедрение сберегающего земледелия успешно только в тех случаях, когда устранена проблема засоренности полей многолетними сорняками, особенно осотом и вьюнком полевым. Для этого гербициды сплошного действия и их смеси с гербицидами на основе диметиламинной соли вносят по стерне зерновых в конце лета или начале осени. Это самый важный этап при внедрении технологии минимальной обработки почвы. Сорняки погибают через 5–12 дней; в теплую погоду быстрее, в холодную медленнее. Гербициды на основе глифосата можно применять в любое время после уборки урожая предшественника до заморозков. В дальнейшем через четыре–пять лет при использовании фитосанитарных севооборотов достигается определенный баланс и можно отказаться от применения раундапа. По наблюдению практиков, такой вариант борьбы с сорняками эффективнее и дешевле, чем вспашка.

Наибольшее распространение сорняков отмечается на посевах зерновых культур, особенно яровых, поэтому на них в основном применяются химические средства. Для борьбы с двудольными сорняками имеется большой спектр препаратов избирательного действия (см. табл. 3.3). Обработку проводят в фазе кущения.

Таблица 3.3

## Применение гербицидов на зерновых против двудольных сорняков

Гербицид	Норма расхода, л/га	Спектр действия	Гербицид	Норма расхода, л/га	Спектр действия
2,4 Д 500	1,2–2	Однолетние двудольные сорняки	Ковбой	0,15–0,19	То же
Дезормон	1–1,6	То же	Линтур	0,135	То же
Дикопур	1–1,6	То же	Дифезан	0,14–0,2	То же
Луварам	1–1,13	То же	Лонтрел	0,16–0,66	Виды осота, ромашки, горца
Секатор	0,1–0,2	То же	Ларен	0,008–0,01	Однолетние двудольные и многолетние сорняки
Лонтрим	1,5–1,75	То же	Гренч	0,008–0,01	То же
Фенфиз	1,3–1,5	То же	Магнум	0,008–0,01	То же
Октиген	0,6–0,9	То же	МЦПА	1–1,5	То же
Элант	0,6–0,8	То же	Аккурат	0,006–0,01	То же
Прима	0,4–0,6	То же	Агроксон	0,7–1	То же
Диален	1,75–2,25	То же	Агритокс	0,7–1,5	То же
Чисталан	0,75–1	То же	Старане	0,75–1	Однолетние двудольные и многолетние сорняки, в том числе вьюнок
Базагран	2–4	То же	Кросс	0,12–0,15	Однолетние двудольные и многолетние сорняки

Таблица 3.4

## Применение гербицидов на зерновых против злаковых сорняков

Гербицид	Норма расхода, л/га	Спектр действия	Время, способ обработки
Пума-супер 7,5	0,8–1,2	Злаковые однолетние сорняки	Опрыскивание в фазе второго листа сорняков до конца кушения независимо от фазы роста сорняков
Пума-супер 100	0,4–0,9	То же	То же
Ассепт	2–3	Овсяг и некоторые однолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе одного–трех листьев у овсяга
Топик	0,3–0,75	Овсяг и однолетние злаковые сорняки	Опрыскивание посевов в фазе двух–трех листьев у овсяга
Грасп	0,2–0,3	Овсяг	Опрыскивание в фазе кушения
Авадекс	1,7–3,4	То же	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой
Триаллат	1,6–3,2	То же	То же

В переходный период наблюдается нарастание засоренности однолетними злаковыми сорняками, против которых применяются эффективные провозлаковые гербициды (табл. 3.4).

Оптимальным периодом обработки посевов зерновых (пшеницы, ячменя, овса) является фаза кушения (начиная с четвертого листа и до появления

первого узла у основания стебля). В это время сорняки находятся в фазе двух-пяти листьев.

Для того чтобы снизить устойчивость определенных групп сорняков к постоянно применяемым гербицидам, необходимо чередовать использование препаратов химических групп.

Как показал опыт, при сберегающих технологиях меры борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур принципиально не отличаются от используемых при традиционных технологиях. Однако для предотвращения заболеваний, передающихся через растительные остатки (пятнистостей, корневых гнилей, ломкости стебля), защитные меры обязательно должны включать протравливание семенного материала и опрыскивание посевов фунгицидами в период вегетации.

Яровую, озимую пшеницу и рожь часто поражает *бурая, стеблевая и желтая ржавчина (Puccinia sp.)*. На всех зеленых частях растений образуются подушечки бурого или желтого цвета со спорами грибов. Наиболее вредоносна ржавчина во влажные годы, так как для заражения растений необходимо наличие влаги на листьях в течение нескольких часов. В результате поражения растений уничтожается их фотосинтезирующая поверхность, что приводит к снижению урожая до 30% и ухудшению качества зерна. Сигналом для начала обработки фунгицидами служит обнаружение единичных подушечек пустиул на втором или третьем листе.

При заболеваниях *септориозом (Septoria nodorum, Septoria tritici)* на листьях, стеблях и колосьях появляются овальные коричневые пятна, которые затем светлеют, и в их центре образуются черные точки спороношения гриба. Опасность заключается в поражении фотосинтезирующего аппарата листьев, угнетении формирования зерна. Чтобы избежать этого, необходим комплекс мер: протравливание семян и опрыскивание посевов при поражении 5–10% листьев.

Практически во всех зерносеющих регионах наиболее вредоносное заболевание ячменя — *гельминтоспориозные пятнистости (Pyrenophora sp.)*. На пораженных листьях и колосьях образуются некротические пятна различной формы и размеров. Меры борьбы — протравливание семян и опрыскивание посевов.

В последнее время отмечается распространение *ринхоспориоза*. Заболевание проявляется в виде светлых пятен с коричневой каймой. Меры борьбы такие же, как при гельминтоспориозных пятнистостях.

*Корневые гнили* вызываются комплексом грибов (*Pseudocercospora herpotrichoides*), которые сохраняются на растительных остатках в семенах и до четырех–пяти лет в почве. У больных растений буреют корни, подземное междоузлие, узел кущения, основание стебля и влагалище нижнего листа, на листьях появляются бурые пятна, при поражении зерна чернеет зародыш. Болезнь может вызывать снижение густоты стояния, полегание растений, белостебельность и пустоколостость. Наиболее опасно заболевание в засушливые годы, недобор урожая может достигать 40%. Основные меры борьбы: севооборот, возврат на прежнее место не ранее трех–четырех лет, протравливание семенного материала.

Грибы *снежной плесени* (*Gerlachia nivalis*, *Fusarium nivale*) заражают озимые с осени. Особенно вредоносна болезнь в годы с высоким снежным покровом и холодной затяжной весной. На растении появляются пятна разного размера, сверху на них образуется беловато-розовый налет.

При поражении *мучнистой росой* (*Erusiphe grammis*) на листьях и стеблях образуются пятна, покрытые ватно-белым налетом. Гриб разрушает хлорофилл, снижает фотосинтетическую активность растений и приводит к преждевременному усыханию листьев. Опасность заболевания зависит от времени заражения. Если озимые поражаются осенью, то это может привести к их гибели при зимовке; если весной в фазе выхода в трубку, то урожай может уменьшиться на 8–25%; если в фазе колошения, то незначительно снижается крупность зерна. Для подавления развития заболевания проводят обработку посевов фунгицидами.

Возбудители *инфекционного выпревания* (фузариозная снежная плесень, склеротиниоз и тифулез) заражают озимые в осенне-зимний период. Заболевание наиболее вредоносно на ослабленных посевах (при осеннем поражении корневыми гнилями, мучнистой росой и ржавчиной) в годы с высоким снежным покровом и затяжным таянием снега. Основные меры борьбы: протравливание семян, соблюдение севооборота и выравнивание полей с целью предотвращения затопления растений при таянии снега.

*Пятнистости колоса* (альтернариоз, ринхоспориоз, септориоз, фузариоз) распространены повсеместно. Заражение происходит в фазах колошения (ринхоспориоз, септориоз) или цветения (альтернариоз, фузариоз) при наличии капельно-жидкой влаги. Признаки болезни проявляются в начале фазы восковой спелости. Заболевание приводит к щуплости и изменению цвета зерна, загрязнению микотоксинами. Источниками инфекции являются растительные остатки, зерно. Меры борьбы: протравливание семян, заблаговременное опрыскивание фунгицидами.

*Твердая головня* (*Tirella caries*, *T. Foetida*) проявляется в начале фазы восковой спелости зерна. В пораженном колосе вместо зерна образуется бурая масса спор — головневые мешочки. При уборке и очистке зерна споры попадают на здоровое зерно, которое становится источником инфекции.

*Пыльная головня* (*Ustilago nuda*) проявляется в период цветения, в это же время происходит и заражение. Споры распыляются, попадают внутрь цветка, где прорастают, образуя покоящийся мицелий внутри здорового на вид зерна.

Единственным эффективным способом борьбы является протравливание зерна.

В настоящее время арсенал средств защиты растений представлен значительным количеством протравителей и фунгицидов для опрыскивания посевов (табл. 3.5 и 3.6). Препараты следует выбирать в зависимости от заболеваний, спектра действия и продолжительности защитного действия препарата. Для протравливания семян предпочтительно использовать двухкомпонентные препараты широкого спектра действия, которые защищают семена и от головневых болезней, и от гельминтозных и фузариозных гнилей, и от плесневения (дивидент-стар, винцит, виал).

Таблица 3.5

## Применение препаратов для обработки (протравливания) семян зерновых культур

Препарат	Норма расхода, л (кг)/т	Спектр действия						
		твердая головня	пыльная головня	септориоз	фузариоз	гельминтоспориоз	снежная плесень	плесневые семена
Раксил	0,5	+	+	+	+	+	+	+
Бункер	0,5	+	+	+	+	+	+	+
Дивидендстар	1,5	+	+	+	+	+	+	+
Премис 200	0,25	+	+	+	+	+	+	+
Колфугосупер	2	+	+	–	+	+	+	+
Винцит	1,5	+	+	+	+	+	+	+
Витавакс	3	+	+	–	+	+	–	+
Фенорам-супер	2	+	+	–	+	+	–	+
Суми 8	2	+	+	–	+	+	–	+
Виал	0,5	+	+	+	+	+	+	+
Виал ТТ	0,5	+	+	+	+	+	+	+
Винцит Форте	1	+	+	+	+	+	+	+

Таблица 3.6

## Применение фунгицидов для обработки посевов зерновых культур при борьбе с болезнями растений

Препарат	Норма расхода, л/га	Спектр действия	Время и способ обработки
Фундазол, бенозол, беномил	0,3–0,6	Снежная плесень, церкоспорелез, фузариозная корневая гниль, мучнистая роса, оомицетоз	Опрыскивание в период вегетации
Колфугосупер	1,5–2	Корневые гнили, церкоспорелез, фузариоз колоса, септориоз листьев и колоса, пиренофороз, мучнистая роса, бурая ржавчина	То же
Тилт, бампер	0,5	Мучнистая роса, ржавчина бурая, стеблевая, желтая, септориоз, гельминтоспориозная пятнистость	То же
Мираж	1	Мучнистая роса, септориоз, церкоспорелез, фузариоз колоса	То же
Фоликур	1–1,25	Ржавчина бурая, стеблевая, желтая, мучнистая роса, септориоз, пиренофороз, фузариоз колоса	То же
Байлетон	0,5–1	Мучнистая роса, бурая, желтая, стеблевая ржавчина, септориоз	То же
Корбел	0,5–1	То же	То же
Импакт	0,5	То же	То же
Фалькон	0,4–0,6	Мучнистая роса, бурая, желтая, стеблевая ржавчина, септориоз, фузариоз колоса, ломкость стеблей	То же
Альто	0,15–0,2	Мучнистая роса, ржавчина бурая, стеблевая, желтая, септориоз, гельминтоспориозная пятнистость, церкоспорелез, фузариоз колоса	То же
Рекс	0,6–0,8	Мучнистая роса, ржавчина бурая, стеблевая, септориоз, гельминтоспориозная пятнистость, церкоспорелез, фузариоз колоса	То же

Таблица 3.7

## Применение инсектицидов в борьбе с вредителями зерновых культур

Препарат	Норма, л/га	Спектр действия	Время и способ обработки
Децис, экстра	0,04–0,1	Клоп-черепашка, пьявица, тли, трипсы, хлебные жуки, блошки, злаковые мухи	Опрыскивание в период вегетации
Фуфанон	0,5–1,2	Тли, трипсы, блошки, пьявица, клоп-черепашка, жужелица	То же
Сплендер	0,25–0,3	Клоп-черепашка, пьявица, тли, трипсы, хлебные жуки, блошки, злаковые мухи	То же
Актара	0,06–0,15	Клоп-черепашка, хлебная жужелица, пьявица	То же
Банкол	0,6–0,8	Хлебная жужелица	Опрыскивание всходов
Базудин	0,5–1,8	Тли, маковые мухи, жужелица	Опрыскивание в период всходов
Би-58	0,8–1,5	Блошки, тли, трипсы, пьявица, клоп-черепашка, жужелица	Опрыскивание в период вегетации
Данадим	0,8–1,5	То же	То же
Диазинон	0,5–1,8	Тли, злаковые мухи, жужелица	То же
Каратэ, зеон	0,15–0,2	Блошки, тли, трипсы, пьявица, клоп-черепашка, хлебные жуки, луговой мотылек, цикадки	То же
Кинмикс	0,2–0,5	Блошки, тли, трипсы, пьявица, клоп-черепашка, жужелица	То же
Моспилан	0,05–0,175	Клоп-черепашка, хлебная жужелица	То же
Рогор С	0,8–1,5	Блошки, тли, трипсы, пьявица, клоп-черепашка, жужелица	То же
Талстар	0,1–0,3	То же	То же
Парашют (высокая эффективность)	0,5–1	Блошки, тли, трипсы, пьявица, клоп-черепашка, жужелица, хлебные жуки, злаковые мухи, зерновая совка, луговой мотылек	То же

В системе сберегающего земледелия нет необходимости в принципиально больших затратах на контроль вредителей, однако некоторые отличия по сравнению с традиционным земледелием существуют. На полях с традиционной обработкой почвы преобладают вредители, чьи взрослые особи имеют способность перелетать от участка к участку. Они поражают посевы в более поздние фазы развития. В случае сберегающего земледелия, особенно прямого посева, ввиду отсутствия механической обработки и сохранения пожнивных остатков на поверхности почвы могут развиваться устойчивые популяции вредителей с длинным биологическим циклом. Они наносят ущерб, как правило, в фазе прорастания семян с низкой плотностью растений (кукуруза).

На полях, где применяются ресурсосберегающие технологии, отмечается большое разнообразие видов животных, численность которых стремится



к природному равновесию. Естественные враги вредителей получают на таких полях благоприятные условия для выживания и размножения. Значение естественного биологического контроля в данных условиях существенно повышается, и зачастую процесс решения проблем с вредителями протекает незаметно для сельхозпроизводителя.

Важным условием является наблюдение за посевами. Уменьшить численность вредителей и ущерб, наносимый культурам, помимо использования агротехнических средств, можно с помощью химической обработки инсектицидами (табл. 3.7). Наиболее распространенные вредители — клоп-черепашка, хлебная жужелица, луговой (кукурузный) мотылек и др.

Чтобы химическая обработка была максимально эффективной, ее следует производить по достижении порога вредоносности, при котором вредители наносят ощутимый урон урожаю. Эффективное применение технологий сберегающего земледелия невозможно без высокопроизводительной и надежной техники. В Самарской области применяют машины предприятия ЗАО «Евротехника», осуществляющего производство по лицензии немецких фирм Amazone, Lemken, Grimme.

Комплексы машин для возделывания сельскохозяйственных культур по ресурсосберегающим технологиям обеспечивают механизацию основных технологических операций (подготовки почвы, посева, внесения удобрений, обработки посевов) и являются оптимальными для использования на площади 2,5–3 тыс. га. Они прошли государственные испытания, сертифицированы, включены в реестр техники для поставки в рамках федерального лизинга и инвестиционных кредитов с государственной компенсацией 2/3 процентной ставки рефинансирования.

Таблица 3.8

Техническая характеристика культиваторов Smaragd

Показатели	Модель				
	9/300	9/400	9/500К	9/600К	9/800К «Гигант»
Производительность, га/ч	3,3	4	4,4	6	8
Ширина захвата, м	3	4	5	6	8
Глубина обработки, см	До 15				
Рабочая скорость, км/ч	До 15				
Число стрельчатых лап / пар дисков	7/3	9/4	11/5	13/6	18/8+1
Высота рамы, м	0,8				
Мощность агрегируемого трактора, л. с.	90	115	135	155	220
Масса, кг	940	1285	1870	2183	5100

*Комбинированные культиваторы Smaragd* предназначены для рыхления почвы на глубину до 15 см (табл. 3.8).

*Борона тяжелая пружинная КН* служит для заделки химикатов и подготовки семенного ложа.

Техническая характеристика	
Необходимая мощность трактора (тяговый класс 2), л. с.	от 100
Рабочая ширина, м	12–24
Скорость, км/ч	от 15
Глубина обработки, см	5–7,5
Длина центрального бруса, м	3,65

*Опрыскиватель US 1200* предназначен для внесения средств защиты растений и жидких удобрений.

Техническая характеристика	
Производительность, га/ч	до 20
Ширина захвата, м	18
Вместимость заправочной емкости, л	1200
Расход рабочей жидкости, л/га:	
при работе с пестицидами	75–300
при внесении ЖКУ	150–800
Высота опрыскивания, м	0,5–2
Требуемая мощность, л. с.	80
Масса, кг	600

*Опрыскиватель UG 3000* имеет штанги с гидравлическим управлением и регулированием высоты опрыскивания, оснащен стабилизатором колебаний и сменными распылителями. Позволяет изменять ширину захвата, давление и норму внесения из кабины трактора, оборудован гидромешалкой и пеногасителем.

Техническая характеристика	
Производительность, га/ч	до 20
Ширина захвата, м	24
Расход рабочей жидкости, л/га:	
при работе с пестицидами	99–400
при внесении ЖКУ	200–1060
Транспортная скорость, км/ч	25
Изменение ширины колеи, м	1,5–2,25
Дорожный просвет, см	70
Высота опрыскивания, м	0,5–2,5
Вместимость заправочной емкости, л	3000
Требуемая мощность, л. с.	от 130
Масса, кг	1450

*Опрыскиватель типа UB* имеет возможность обработки больших площадей с тракторами малой мощности.

Техническая характеристика	
Рабочая ширина, м	18–48
Высота:	
опрыскивания, см	30–165
рамы, м	1
Число форсунок	от 120
Вместимость бака, л	3400–4540
Необходимая мощность трактора (тяговые классы 1,4–2), л. с	от 80

*Машина для внесения минеральных удобрений (разбрасыватель) ZA-M MAX* обеспечивает равномерное внесение удобрений и бесступенчато-регулируемую ширину захвата (табл. 3.9).

*Сеялки типа D9* применяются при мульчированном и традиционном посевах (табл. 3.10).

Таблица 3.9

Техническая характеристика разбрасывателей ZA-M MAX

Показатели	ZA-M MAX	
	1500	3000
Производительность, га/ч	До 30–45	
Рабочая ширина захвата, м:		
стандартная	20–28	
при замене дисков	10–36	
Норма внесения, кг/га	20–1500	
Вместимость бункера, л	1500	3000
Требуемая мощность трактора, л. с.	80	120
Способ агрегирования	Навесной	
Масса (без загрузки), кг	295	

Таблица 3.10

Техническая характеристика сеялок типа D9

Показатели	Модель		
	D9/40	D9/60	D9/120
Ширина:			
рабочая, м	4	6	12
транспортная, м		4,25	
междурядий, см	12–13,8	12	10,8–13,8
Число сошников/серийно	29–33/33	48	87–111/99
Вместимость семенного бункера, л	От 830 до 1380/830	1200	2500
Требуемая мощность трактора, л. с.	80	120	150
Масса (без загрузки), кг	909	1000	3600

*Посевной агрегат ДК-Т* используется для традиционного и мульчированного посевов. Можно использовать и для культивации, отцепив бункер. При посеве возможно внесение минеральных удобрений. Бункер разделен на две части с собственной измерительной системой заполнения.

Техническая характеристика	
Ширина:	
рабочая, м	9, 12, 15, 18
междурядья, см	15
Число сошников для ширины 9/12/15/18 м	32/40/52/60
Расстояние между сошниками, см	30
Вместимость семенного бункера, кг	9 520
Необходимая мощность трактора для ширины 9/12/15/18 м, л. с.	200/275/375/425–450

ЗАО «Евротехника» производит также сеялки ДМС 601 (для прямого, мульчированного и обычного посева), точного высева ЕД 602К (для посева большинства пропашных культур) и др.

Для работы по ресурсосберегающим технологиям можно использовать машины и других предприятий, например культиватор КНК-400, почвообрабатывающие орудия ОПО-4,25, ОПО-8,25, почвообрабатывающий агрегат «Паук-6», универсальную стерневую сеялку-культиватор СКП-2,1 «Омика» и др.

Таким образом, в основе технологий сберегающего земледелия (нулевой и минимальной обработки почвы) лежат следующие принципы: отсутствие или минимизация механической обработки почвы; сохранение растительных остатков на поверхности; использование севооборотов, включающих рентабельные культуры и культуры, улучшающие плодородие почв; интегрированный подход к борьбе с вредителями и болезнями; использование сортов, отзывчивых к ресурсосберегающим технологиям.

### 3.3.2.

#### ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применяемые сегодня агротехнологии определяются способами основной обработки почвы и типом культуры-предшественника. В некоторых районах России, особенно степных, необходимы почвозащитные агротехнологии, основу которых должны составлять два способа бесплужной обработки почвы:

- плоскорезная обработка с сохранением стерни колосовых предшественников на поверхности почвы;
- мульчирующая обработка с измельчением и сохранением крупностебельных растительных остатков пропашных предшественников на поверхности почвы.

Эти способы обеспечивают существенное снижение энергозатрат за счет исключения оборота пласта и уменьшения глубины рыхления.

В условиях почвозащитного земледелия степных районов все основные культуры в зависимости от предшественника могут возделываться по технологиям, обоснованным и разработанным во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (ВИМ) [79].

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ЧИСТЫМ ПАРАМ

Чистые пары играют важную роль в восстановлении водно-пищевого режима и очищении почвы от сорняков, а также в получении гарантированных урожаев озимых зерновых культур.

Из всех полей в севообороте чистый пар максимально долго остается без растительного покрова и до посева озимых подвергается наибольшему количеству почвообрабатывающих операций. Так, при подготовке чистого пара после колосовых предшественников продолжительность парования почвы составляет 12–15 месяцев, а число почвообработок достигает 15. После пропашных крупностебельных предшественников поля под паром находятся 10–11 месяцев и обрабатываются 12 раз.

Почвозащитные технологии возделывания озимых по чистым парам включают проведение летне-осенних обработок после уборки предшественника и весенне-летних обработок в допосевной период следующего года. Ветроустойчивость парового поля в эрозионноопасные зимний и ранневесенний периоды обуславливается сохранностью стерни колосовых или мульчи крупностебельных предшественников после проведения всех летне-осенних обработок первого года, поэтому необходимо по возможности сократить до минимума механическую обработку почвы. Это может быть достигнуто за счет отказа от пожнивного рыхления почвы после колосовых культур при условии своевременного проведения первой плоскорезной обработки почвы на глубину 8–10 см высокопроизводительным культиватором-плоскорезом или плоскорезом-щелевателем сразу после уборки предшественника. Кроме того, применение нового штанго-лапового культиватора КЛШ-10 вместо двух сцепочных агрегатов из тяжелых культиваторов КПЭ-3,8А и штанговых культиваторов КШ-3,6А позволит существенно снизить интенсивность воздействия машин на почву при более эффективном уничтожении сорной растительности, особенно всходов падалицы зерновых культур.

После крупностебельных предшественников значительный почвозащитный и технико-экономический эффект дает применение роторного стеблеизмельчителя взамен многократного поверхностного рыхления почвы и измельчения стеблей дисковым луцильником. Расчеты показывают, что при использовании роторного стеблеизмельчителя по сравнению с дисковым луцильником энергоемкость процессов воздействия машин на почву снижается в 2,5–3 раза при полной сохранности измельченных крупностебельных растительных остатков.

Основную плоскорезную обработку пара целесообразно проводить с одновременным внутрипочвенным внесением минеральных удобрений. Для этого можно использовать плоскорезы-глубококорыхлители-удобрители ГУН-4, а в перспективе — культиваторы-плоскорезы-удобрители.

Главные задачи весенне-летних обработок пара — как можно более полное уничтожение сорной растительности и поддержание верхнего слоя почвы в достаточно рыхлом состоянии для лучшего сохранения почвенной влаги. Это достигается в основном сплошной культивацией по мере отрастания сорняков и поверхностным боронованием пара при появлении почвенной корки. Минимизация обработок почвы в этот период обеспечивается исключением операции ранневесеннего боронования, применением легкого стерневого культиватора со штанговой приставкой и ротационной широкозахватной мотыги на бороновании пара вместо игольчатых борон БИГ-3А. Значительный агротехнический и технико-экономический эффект дает применение комбинированного орудия для предпосевной обработки почвы ОП-8 вместо двух агрегатов из тяжелых культиваторов КПЭ-3,8А и игольчатых борон БИГ-3А. При уходе за парами в летний период обычно проводят две-три культивации, число которых можно сократить благодаря применению гербицидов. Для посева озимых по пару следует применять сеялки-культиваторы СКЖ-12, обеспечивающие широкополосный высев семян и удобрений с одновременным сплошным прикатыванием посевов.

ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС МАШИН  
ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
ПО ПРОПАШНЫМ КРУПНОСТЕБЕЛЬНЫМ  
ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

Посевы озимых зерновых культур по пропашным крупностебельным предшественникам в структуре полевых севооборотов занимают 10–42% площадей в зависимости от зоны возделывания. Из-за поздних сроков уборки предшественников и большого дефицита влаги в почве в осенний период всходы озимых на таких агрофонах, как правило, развиваются медленно и нуждаются в надежной защите от ветровой эрозии.

Почвозащитная технология возделывания озимых по пропашным крупностебельным предшественникам включает всего две-три допосевные почвообрабатывающие операции, однако из-за сжатых сроков они должны проводиться быстро без разрыва во времени. Использование при этом роторного стеблеизмельчителя ИСП-3,6 позволяет не только сэкономить энергию и топливо, но и сократить время на подготовку поля по сравнению с дисковым луцильником почти в 1,5–2 раза. Значительный технико-экономический эффект на основной обработке почвы под посев озимых по этой технологии дает орудие ОП-8; при его применении вместо агрегата из культиваторов КПЭ-3,8А и игольчатых борон БИГ-3А затраты энергии снижаются примерно в 1,7 раза, а с учетом того, что отпадает необходимость проведения предпосевной культивации КПС-4 и прикатывания катками ЗКЖШ-6, энергии затрачивается почти в 2,7 раза меньше и экономится около 8 кг топлива. При отсутствии в хозяйствах стеблеизмельчителя для обработки почвы на таких агрофонах необходимо применять комбинированные агрегаты АКП-5.

Посев зерновых по мульчирующим агрофонам целесообразно проводить сеялками-культиваторами СКЖ-6/12, обеспечивающими лучшую проходи-

мость и качество посева. Значительная экономия энергии, труда и средств достигается на бороновании посевов весной с использованием ротационной мотыги МРШ-16, которая по сравнению с агрегатом игольчатых борон БИГ-3А позволяет сократить энергозатраты более чем в 2,5 раза.

#### ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО КОЛОСОВЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

Площади таких посевов в полевых севооборотах составляют 8–20%, в основном в засушливых и острозасушливых районах. Плоскорезная обработка почвы после колосовых предшественников, убираемых сравнительно рано, ведется по типу полупаровой и включает пожнивное рыхление почвы, а по улучшенной технологии оно заменяется первой плоскорезной обработкой широкозахватными культиваторами-плоскорезами КПШ-9 или КПШ-11, затем в зависимости от засоренности проводятся две-три культивации. Как показали расчеты, применение на этих операциях штанго-лапового культиватора КШЛ-10 по сравнению с агрегатом из культиваторов КПЭ-3,8А и КШ-3,6А позволяет снизить затраты энергии, труда и средств почти в 2,2 раза и сэкономить около 5 кг топлива на 1 га. Значительный экономический эффект обеспечивает глубокорыхлитель-удобритель ГУН-4, используемый на основной обработке почвы. Снижение глубины обработки на этой операции с 20–22 до 14–16 см и применение более производительного орудия дает экономии энергии в 1,8 раза и топлива — на 8,5 кг/га.

Для обработки почвы на таких агрофонах можно использовать также комбинированные агрегаты АКП-5. При предпосевной обработке почвы значительно больший эффект дает орудие ОП-8. Операции по посеву и уходу за посевами озимых осуществляются теми же агрегатами, что и в предыдущей технологии.

#### ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОПАШНЫХ КРУПНОСТЕБЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПО КОЛОСОВЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

Под посевы пропашных крупностебельных культур отводится 10–42% площади в севооборотах. Технология предусматривает летне-осеннюю обработку стернового фона по типу полупаровой, так же как и в технологии подготовки чистого пара по аналогичному предшественнику, с той лишь разницей, что глубина основной обработки зяби под пропашные увеличивается до 25–27, а ярусной — до 15 см.

Весной проводят допосевные культивации штанго-лаповым культиватором КЛШ-10, предпосевную обработку — орудием ОП-8, а затем посев и операции по уходу за посевами — по обычной агротехнике. На довсходовом и повсходовом бороновании применяется широкозахватная ротационная мотыга МРШ-16 вместо агрегата из зубовых борон со сцепкой СГ-21. Это позволяет сократить затраты энергии в 1,4–1,5 раза по сравнению с зубовыми боронами.

Для посева и обработки междурядий используют серийные сеялки типа СУПН-8А и пропашные культиваторы КРН-5,6А. Технология возделывания пропашных культур включает наибольшее количество почвообрабатывающих

операций, число которых при использовании серийных противэрозионных машин достигает 16, а с новыми машинами их число можно сократить до 11. Это позволит значительно снизить затраты энергии, труда и средств и существенно повысить ветроустойчивость почвы.

#### ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Общие площади посевов данных культур занимают в полевых севооборотах 8–30%; это главным образом горох, яровой ячмень и овес. В зависимости от предшественника могут использоваться две технологии: по стерновым и мульчированным агрофонам. Первая осуществляется с применением плоскорезной обработки почвы на глубину 15–20 см, вторая — с мульчирующей обработкой почвы на небольшую глубину — 8–10 см. По обеим технологиям осенние обработки почвы проводятся аналогично технологиям подготовки чистого пара с разницей лишь в глубине основной обработки.

Весенние операции одинаковы для обеих технологий и включают допосевную и предпосевную культивацию с посевом. Основные орудия в этот период — новые штанго-лаповый культиватор и орудие ОП-8. Для ранних посевов целесообразно использовать зерновые дисковые сеялки СЗП-3,6 с прикатыванием и поделкой мелкобороздкового микро рельефа.

Как показали исследования, применение почвозащитной технологии с плоскорезной и мульчирующей обработкой почвы под яровые зерновые и зернобобовые культуры дает значительный агротехнический и экономический эффект, особенно в засушливые годы. Анализ показателей технико-экономической эффективности технологических комплексов машин при выполнении почвозащитных технологий возделывания различных культур показывает, что минимизация обработок почвы и применение новых энергосберегающих машин позволяют существенно снизить затраты труда, материальных и денежных средств при возделывании всех культур (без учета расходов на агрохимические ресурсы). Так, затраты труда на выращивание сельхозкультур по почвозащитным технологиям по сравнению с технологиями, выполняемыми серийными машинами, снижаются в среднем в 1,63–1,91 раза при возделывании зерновых и в 1,52 раза — пропашных культур. Внедрение энергосберегающих технологий и комбинированных машин обеспечивает экономию топлива: 40,4 кг/га при возделывании пропашных и 16,1–37,3 кг/га — зерновых культур.

Материалоемкость средств механизации, применяемых для новых энергосберегающих технологий, в 2,1–2,6 раза меньше, чем у серийного комплекса машин, используемого для почвозащитных технологий.

#### 3.3.3.

#### НОВАЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНИКА

Развитие сельскохозяйственного производства в значительной мере определяется его технической базой, оснащением села высокопроизводительными машинами и рациональным их использованием. Удельная доля затрат на эксплуатацию машинно-тракторного парка при возделывании основных культур в растениеводстве составляет до 50%, в животноводстве — 35–40%.



С учетом значительного старения парка техники его обновление является главной стратегической задачей на ближайшую перспективу.

Обновление технической базы может быть простым или качественным. При простом обновлении отслужившая срок машина заменяется новой с такими же параметрами, при качественном старая машина заменяется более производительной и экономичной, используются более прогрессивные технологии производства сельскохозяйственных культур. Это приводит к сокращению потребности в машинах и оборудовании, экономии материальных затрат и снижению себестоимости продукции.

В связи с расширением производства сельхозтехники на региональных машиностроительных предприятиях в России все больше используются отечественные машины. Наиболее активная деятельность по разработке и производству сельскохозяйственной техники ведется в Татарстане и Башкортостане (блочно-модульные культиваторы, сеялки для пропашных культур, плуги, опрыскиватели и др.), Мордовии (зерновые сеялки, плуги, дисковые бороны), в Саратовской (комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, плуги для безотвальной обработки) и Пензенской (зерновые сеялки) областях. На заводах Самарской области освоено производство полнокомплектных комплексов машин для обработки почвы и посева зерновых культур (ОАО «Сызраньсельмаш», ЗАО «Евротехника»).

Учитывая разработку большой номенклатуры сельхозмашин, особенно для возделывания зерновых культур, и наличие многих образцов-аналогов, Поволжская машиноиспытательная станция (МИС) совместно с Самарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства (НИИСХ) и Самарской сельскохозяйственной академией в последние годы проводит работы по испытанию технологий с внедрением в технологический комплекс новых машин и агрегатов.

По результатам комплексных испытаний разработана, рекомендована к внедрению в зоне Поволжья и внесена в государственный реестр ресурсосберегающая технология возделывания озимой и яровой пшеницы с применением нового комплекса комбинированных машин и орудий.

Рассмотрим с точки зрения ресурсосбережения машины и агрегаты для выполнения наиболее энергоемких и дорогостоящих операций — обработки почвы и посева зерновых. На их долю приходится более половины от общетехнических затрат. При среднем расходе (примерном нормативе) дизельного топлива 60 кг/га на возделывании и уборке зерновых на обработку почвы (осеннюю и весеннюю) приходится по упрощенной типовой технологии до 40 кг/га, на вспашку — 20–25, на боронование — 2–3, на культивацию — 10, на посев — 5–7, на оставшиеся технологические операции (транспортировка, опрыскивание, уборка) — около 20 кг/га (см. табл. 3.11).

Поскольку уборочному комбайну на уборке хлебов или опрыскивателю для агрохимического обслуживания полей нет альтернативы, все резервы по ресурсосбережению заложены в почвообработке и посеве. По результатам испытаний для основной зяблевой обработки почвы и весенней подготовки паров вместо отвальных плугов или плоскорезов-глубококорыхлителей целесообразно применять культиваторы «Смарагд» фирмы «Евротехника» (г. Самара)

Таблица 3.11

## Смета расходов на выполнение сельскохозяйственных операций по базовой и ресурсосберегающей технологиям (с НДС), руб./га

Технологическая операция, состав агрегата	Расход топлива, кг/га	Стоимость		Заработная плата	Энергетика		Сельхозмашина		Всего
		дизельного топлива	масла		амортизация	ремонт	амортизация	ремонт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Базовая технология</b>									
Вспашка, К-701 + ПНЛ-8	20,8	124,8	4,62	64,86	136,22	222,00	24,32	43,78	620,6
Боронование покровное, ДТ-75М + С-11У + 24БЗСС-1,0	2,2	13,2	0,47	20,00	11,11	15,47	4,99	4,73	70,0
Предпосевная культивация, К-701 + ОП-8	9,6	57,0	2,24	27,27	57,27	93,35	9,09	7,27	254,1
Посев, Т-150 + СП-11А + ЗСЭП-3,6	6,3	37,8	1,06	26,67	19,73	36,31	40,00	24,69	186,3
Прикатывание посевов, ДТ-75М + С-11У + ЗККШ-6	1,5	9,0	0,34	14,29	7,94	11,05	18,57	7,59	69,0
<b>Итого</b>	<b>40,4</b>	<b>242,0</b>	<b>8,70</b>	<b>153,10</b>	<b>232,30</b>	<b>378,20</b>	<b>97,00</b>	<b>88,10</b>	<b>1200,0</b>
<b>Ресурсосберегающая технология</b>									
Прямой посев различными агрегатами (I вариант)									
МТЗ-1221 + АУП-18,05	4,3	25,8	1,06	46,15	64,04	76,33	55,70	31,19	300,3
ВТ-100 + АУП-18,05	4,1	24,6	1,01	44,44	35,78	52,31	53,64	30,04	243,6
ХТЗ-16131 + Primera-601	6,6	39,6	—	39,34	39,53	58,90	181,86	101,84	461,1
Поверхностная обработка (II вариант)									
Основная обработка почвы, К-701 + ОПО-8,25	9,60	57,6	2,36	28,57	60,00	97,80	16,31	20,88	283,50
Предпосевная обработка почвы (боронование, культивация с прикатыванием), Т-150К + ККШ-11,3	2,30	13,80	0,57	18,46	13,87	25,66	13,85	11,08	97,29
Посев, МТЗ-82 + 6,0ПМ	1,96	11,76	—	36,14	14,50	21,60	30,74	17,22	131,96
<b>Итого</b>	<b>13,86</b>	<b>83,16</b>	<b>2,93</b>	<b>83,17</b>	<b>88,37</b>	<b>145,06</b>	<b>60,90</b>	<b>49,18</b>	<b>512,75</b>

в четырех- или шестиметровом варианте соответственно для тракторов тяговых классов 2, 3 и 5. В первом варианте они агрегируются с тракторами МТЗ-1221, МТЗ-1522 и Т-150К или ХТЗ-170. Кроме того, шестиметровый культиватор может работать с трактором К-700, но для агрегатирования необходимо

устанавливать опорное колесо. На легких и средних почвах он агрегируется и с тракторами ХТЗ-170 и МТЗ-1522. Высокая надежность и безотказность культиватора «Смарагд» — неоспоримое преимущество перед отечественными аналогами. При испытаниях наработка на отказ превысила 600 га — это очень высокий показатель. Снижение затрат составило: при прямом посеве — от 739 до 956, при поверхностной обработке — 687 руб./га. Аналогичный четырехметровый культиватор КНК-4000 выпускается в Оренбургской области (г. Кувандык, ООО «Долина»), но он значительно уступает по надежности самарскому «Смарагду».

Хорошо зарекомендовали себя почвообрабатывающие орудия ОПО-4,25 и ОПО-8,5 ОАО «Сызраньсельмаш». Первое агрегируется с тракторами тяговых классов 2 и 3 (МТЗ-1221, МТЗ-1522, Т-150, ВТ-100 и др.), второе с шириной захвата 8,5 м — с тракторами К-700.

Имеется возможность комплектовать агрегат из двух орудий ОПО-4,25 с помощью специальной сцепки АУП-18.30000 для тракторов К-700 (К-701). По результатам испытаний агрегат ОПО-4,25 на основной обработке почвы (до 14–16 см) обеспечивает производительность до 30 га, а широкозахватный с К-701 — до 60 га в смену. При круглосуточной работе достигается выработка широкозахватным агрегатом свыше 100 га при расходе дизельного топлива 8–9 кг/га против 20 кг/га на вспашке плугом.

Таким образом, новые агрегаты на обработке почвы способны заменить три аналогичных агрегата, работающих по традиционной технологии на вспашке с плугами при двукратном снижении расхода ГСМ на один обработанный гектар. Из таблицы 3.11 видны неоспоримые преимущества по прямым затратам на обработку почвы — 283 руб./га против 620 руб./га на вспашке, т. е. более чем в 2 раза. Если принять во внимание резкое снижение потребности в тракторах и механизаторах в самые напряженные периоды сельхозработ (уборка и вспашка зяби) и возможность заметно сократить сроки подготовки зяби, то очевидна необходимость быстрее внедрения этих машин и орудий.

Следует отметить и универсальность новых орудий в технологическом плане. Наряду с основной, осенней или весенней паровой обработкой почвы на глубину до 14–16 см они могут применяться в весенне-летний период, особенно на полях с повышенной засоренностью. При сегодняшнем состоянии полей такие орудия крайне необходимы, тем более что будут работать длительный период (до шести месяцев) в течение календарного года.

Из новинок для почвообработки представляют практический интерес агрегаты комбинированные АПК-6 ОАО «Волгодизельаппарат» (г. Маркс Саратовской области), агрегируемые с К-700. Рабочая ширина захвата 6 м обеспечивает качественную подготовку почвы по занятым парам под озимые за один проход, на легких и средних почвах может выполнить основную осеннюю и весеннюю обработку по стерневому фону на глубину до 16 см.

Перспективную альтернативу серийным паровым культиваторам КПС-4, КШУ-12, ОПО-8 и т. д. составляет новое семейство модульно-блочных культиваторов КБМ и ККШ (Татарстан). Их основой служат модули шириной захвата 2,1 м, из которых могут быть составлены агрегаты различной ширины

захвата под соответствующее энергосредство — от 2,1 м для трактора Т-25 до 15 м для К-700.

Культиваторы предназначены для предпосевной подготовки почвы (включая ранневесеннее закрытие влаги с выравниванием и прикатыванием поверхности поля) и обработки паров. Для условий Среднего Поволжья оптимальным является культиватор ККШ-11,3, который агрегируется с тракторами тягового класса 3 и особенно эффективно работает с колесной энергетикой МТЗ-1522, ХТЗ-170, Т-150К. Хорошая транспортабельность и мобильность за счет быстрого перевода в транспортное состояние с помощью гидравлики (складываются боковые модули), малая удельная энергоемкость обеспечивают высокую производительность — до 10 га/ч при расходе топлива не более 2 кг/га. Для степных районов с большими размерами полей предусмотрен вариант 15-метрового культиватора КБМ-15 для тракторов типа К-700, возможно агрегатирование с гусеничными тракторами Т-4 и ДТ-175С.

Применение модульных культиваторов на ранневесенних работах позволяет за один проход выполнить три технологические операции — покровное боронование зяби (закрытие влаги), предпосевную культивацию и одновременное прикатывание поверхности поля. Это резко сокращает затраты на полевые работы и дает возможность провести сев ранних зерновых культур несколько раньше привычных агротехнических сроков. По данным исследований Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства и результатам производственных экспериментов, более ранний сев яровых культур, особенно в регионах с коротким летним периодом, способствует повышению урожайности и улучшению качества зерна за счет увеличения суммы положительных температур за вегетационный период роста растений.

Двухлетние производственные опыты по обработке почвы культиваторами ККШ-11,3 на полях МТС Поволжской МИС при возделывании зерновых на площади свыше 2 тыс. га подтверждают экономическую эффективность этих машин. Сумма затрат на выполнение трех операций по базовой технологии составляет 393 руб./га (боронование — 70, культивация — 254, прикатывание — 69 руб./га), а затраты на предпосевную обработку почвы агрегатом Т-150 + ККШ-11,3 (см. табл. 3.11, II вариант) — 97 руб./га, т. е. экономится без малого 300 руб./га. Следует отметить и резкое сокращение потребности в механизаторских кадрах, особенно в дорогостоящей тракторной энергетике, в самые напряженные периоды весенних полевых работ.

Для решения технической задачи обработки почвы как самой энергозатратной операции при возделывании зерновых можно уверенно рекомендовать в качестве базового простой набор техники — культиватор «Смарагд» и орудие ОПО-4,25 (ОПО-8,25) для основной и культиватор ККШ-11,3 для предпосевной и паровой обработки почвы.

Наряду с выпуском комплексов машин и орудий для обработки почвы в региональном машиностроении в последние три–пять лет активизировались работы по созданию новых посевных машин для ресурсосберегающих технологий. При этом главный ориентир — технология прямого посева семян без предварительной обработки почвы (нулевая обработка).

На Поволжской МИС была испытана, а после доработки рекомендована к производству сеялка стерневая СС-6 «Бастер», воспроизведенная на Стерлитамакском машиностроительном заводе (Башкортостан) по аналогу американской фирмы. На предприятии «Агромаш» (г. Оренбург) воспроизведена сеялка СЗС-2,1, ранее изготавливаемая заводом «Целиноградсельмаш». ЗАО «Евротехника» (г. Самара) в рамках Зернового проекта совместно с германской фирмой выпускает сеялку DMS Primera прямого посева шириной захвата 6 м для тракторов МТЗ-1522, ХТЗ-170, ХТЗ-16131 и трехметровый модуль — для тракторов МТЗ-80 и МТЗ-82.

Завод ОАО «Сызраньсельмаш» освоил производство посевного комбинированного агрегата АУП-18.05 рабочей шириной 4,5 м. С помощью сцепки составляется агрегат из двух модулей с рабочей шириной захвата 9 м. Одиночный модуль агрегируется с тракторами тягового класса 3, а широкозахватный девятиметровый — с К-700 и К-744. Рабочие органы в виде стрелчатых лап на прочной стойке обеспечивают сплошное подрезание и рыхление верхнего слоя почвы по стерневому или другому необработанному фону, равномерно распределяют семена по площади с заделкой на заданную глубину. Как положительный момент следует отметить высокую степень (70%) унификации почвообрабатывающих (ОПО) и посевных (АУП) сызранских комплексов.

По результатам испытаний Поволжская МИС рекомендует посевные агрегаты DMS Primera и АУП-18.05 к использованию в зоне Среднего Поволжья для прямого посева на части зернового клина с учетом грамотного применения гербицидов при обработке посевов от сорняков. Прямой посев (см. табл. 3.11, I вариант) позволяет в 3–4 раза сократить расходы по сравнению с базовой технологией и значительно повысить рентабельность производства зерна.

Кроме перечисленных посевных агрегатов, хорошие результаты показала сеялка пневматическая С-6ПМ производства ОАО «Радиозавод» (г. Пенза) — прицепная, однодисковая, шестиметровая, трехсекционная, с двумя боковыми крыльями, складывающимися при транспортировке. Предназначена в основном для работы по подготовленному фону — после отвальной вспашки или поверхностной основной обработки и предпосевной культивации. Агрегируется с тракторами МТЗ-80 (МТЗ-82). Сеялка легкая, мобильная, транспортабельная, малозатратная. По сравнению с традиционным посевным агрегатом Т-150+СП-11+ЗСЗП-3,6 применение сеялки С-6ПМ в агрегате с трактором МТЗ-82 снижает на 30% затраты на посеве зерновых (131 против 186 руб./га), при этом расход ГСМ уменьшается в 3 раза (1,96 против 6,3 кг/га). Эти показатели делают агрегат особенно привлекательным для хозяйств с небольшими полями — фермерских, малых и средних коллективных хозяйств лесостепной зоны Поволжья.

Исследования показали, что 1 т измельченной соломы, запаханной в почву, при обогащении ее 10 кг азота приравнивается по накоплению гумуса к 3,5 т подстилочного навоза и обходится в 5–6 раз дешевле, чем равноценное по действию количество навоза. Это огромный резерв ресурсосбережения и повышения плодородия почвы при возделывании зерновых культур.

Значительная часть соломы, особенно озимых культур и ячменя, сжигается или остается в скирдах на полях, являясь помехой при выполнении полевых работ и рассадником болезней, вредителей и сорняков. Реальные возможности по измельчению и запахиванию соломы только в масштабах Самарской области составляют 600–700 тыс. га, или около 2 млн т. Отечественные зерноуборочные комбайны в отличие от зарубежных оборудованы копнителями соломы, но только единичные образцы по заказу комплектуются измельчителями. Учитывая специфику и необходимость сбора части соломы в неизмельченном виде для потребностей животноводства, целесообразно некоторые комбайны оборудовать быстросъемными устройствами для измельчения соломы. Наиболее полно этим требованиям отвечают приспособления ИСН-2 (ИСН-3) для комбайнов СК-5 «Нива» и «Дон-1500», разработанные опытно-конструкторским бюро Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Омск). Они не ограничивают производительность комбайна, потребляют незначительную мощность и обеспечивают разброс измельченной массы на ширину 10–11 м.

Заводом ОАО «Сызраньсельмаш» разработана и проходит испытания на Поволжской МИС автономная прицепная установка для подбора из валка и измельчения соломы. Агрегатируется с тракторами МТЗ, обеспечивает производительность до 25 га в смену с небольшим удельным расходом топлива.

Широкое внедрение технологии измельчения и заделки соломы в почву позволит улучшить плодородие почвы и будет способствовать повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

### 3.3.4. РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЗАГОТОВКЕ КОРМОВ

Объемистые корма в виде сена, сенажа и силоса являются источником энергии, белка и биологически активных веществ. Для обеспечения научно обоснованного питания животных (особенно высокопродуктивных) корма должны иметь среднюю энергетическую питательность не менее 10 МДж обменной энергии, или 0,82 корм. ед. в 1 кг сухого вещества при содержании более 14% сырого протеина. Поэтому при заготовке кормов особое внимание уделяется обеспечению их высокой питательной ценности и гигиенических качеств в условиях длительного хранения. Получение таких кормов возможно при двух условиях: своевременной уборке кормовых культур и эффективности технологий, оцениваемых по консервирующему действию и надежности.

#### ЗАГОТОВКА СЕНА

ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса разработана новая технология, кардинально отличающаяся от всех ранее известных технологий сушки трав на сено. Ее особенность заключается в глубоком нарушении целостности стеблей путем частого изминания через 20–60 мм и крупного измельчения (отрезки 100–200 мм) при скашивании растений с последующей кладкой обра-

ботанной массы на стерню в прямоугольные прокосы при равномерном ее распределении по всей их ширине и длине слоями толщиной до 50 мм в районах с умеренным климатом и до 60 мм в степной зоне. Для этого используется сенокосилка, оборудованная кондиционером конструкции ВНИИ кормов, который обеспечивает обработку скашиваемых растений в заданном режиме. От зарубежных аналогов он отличается конструкцией бил, выполненных в виде пластин прямоугольной и Г-образной формы и ориентированных перпендикулярно к скошенным растениям, а не параллельно, как в зарубежных билных кондиционерах. Благодаря такой конструкции значительно уменьшается обивание листьев при обработке бобовых трав. Кондиционер можно устанавливать на дисковые (ротационные) и брусковые косилки для обработки как бобовых, так и злаковых трав. По качеству обработки бобовых трав, скорости обезвоживания скошенных растений и сохранения питательных веществ в провяленной массе он не уступает кондиционеру плющильного типа косилки Disco-3000 фирмы Claas — одной из наиболее современных в Западной Европе. Сушка скошенной массы ведется без ворошения валков. Лишь после продолжительного и частого смачивания (ненастной погоды) необходимо оборачивание массы на просушенную стерню с помощью граблей-ворошилок ГВР-6,0, ПН-610 и др. Технология решает главный вопрос — обеспечение почти одновременного обезвоживания листьев и стеблей. В результате продолжительность сушки сокращается в 2–2,5 раза при уменьшении полевых потерь с 28–32 до 14–15%, обеспечивается получение сена из бобовых и бово-злаковых травостоев с содержанием 14,4–19% сырого протеина при повышении энергетической питательности с 0,48–0,56 до 0,79–0,84 корм. ед. (9,9–10,2 МДж ОЭ) в 1 кг сухого вещества. Технология может быть использована также для заготовки сенажа.

В ближайшей перспективе повышение сохранности питательных веществ будет обеспечено в основном за счет более широкого применения технологии заготовки *прессованного сена*, которая предусматривает скашивание растительной массы (с плющением или без него), ворошение, сгребание в валки, оборачивание валков, подбор их при влажности 22–24% с одновременным прессованием в тюки или рулоны, погрузкой в транспортные средства и доставкой к месту хранения. При прессовании общий сбор сена увеличивается на 25–30%, затраты труда сокращаются на 13–15, а себестоимость — на 21% по сравнению с заготовкой в рассыпном виде. При этом улучшается качество сена: содержание протеина увеличивается на 10–12%, каротина — в 2 раза благодаря сохранению листьев и соцветий.

Новая разработка — энергосберегающий способ консервирования влажного сена (и зерна), при котором удельный расход консерванта можно уменьшить в 1,5–2 раза. Это достигается путем вентилирования скирд сена (или насыпей зерна) атмосферным (без подогрева) воздухом, обогащенным парами консервантов. При этом сено или зерно обрабатывается на открытых кормовых дворах, асфальтированных площадках, под навесом или в складах, оборудованных напольной системой вентилирования. В качестве энергетического средства используются осевые (ОВ-290-11) или любые центробежные вентиляторы.

### ЗАГОТОВКА СЕНАЖА

Перспективным технологическим приемом заготовки сенажа, который получил широкое распространение в зарубежных странах и внедряется в сельскохозяйственное производство России, является упаковка провяленных до влажности 50–55% и спрессованных рулонов в высокоэластичную полимерную пленку — так называемый сенаж в упаковке.

Основные отличия «сенажа в упаковке» от заготовленного по стандартной технологии заключаются в следующем. Процесс закладки в траншею в любом случае длится не менее двух–трех суток и нередко имеет самосогревание консервируемой массы до 45–65°C и выше. В результате угнетаются и погибают теплолюбивые формы молочнокислых бактерий. Разогревание корма, вызванное биохимическими и микробиальными процессами, сопровождается снижением качества сенажа и значительными потерями наиболее ценных питательных веществ. Перегретый корм утрачивает биологическую и питательную ценность. Образование большого количества тепла в результате дыхания и микробиологических процессов происходит лишь в условиях свободного доступа кислорода, что практически исключается при консервировании корма в упаковке.

При закладке корма в траншеи происходят значительные потери — до 30–35%, которые зависят от степени нарушения технологии заготовки и хранения сенажа.

Достоинства технологии заготовки «сенажа в упаковке»:

- независимость от погодных условий;
- низкие трудозатраты при 100%-м уровне механизации;
- минимальные потери, связанные с уборкой, хранением и вскармливанием;
- высокое качество корма, позволяющее снизить использование концентратов в рационе;
- возможность упаковки, консервирования небольшой партии корма;
- гибкость технологии.

Результаты эксплуатации комплекса машин по заготовке «сенажа в упаковке» показывают, что вложенные средства окупаются в течение двух–трех лет, а корм отличается высоким содержанием каротина, усвояемого протеина, кальция, фосфора. По обменной энергии он в 2 раза превосходит сенаж, заготовленный траншейным способом, а содержание уксусной кислоты в нем снижено в 1,5–2 раза.

### ЗАГОТОВКА СИЛОСА

Сибирским научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом животноводства разработана новая технология и создано механизированное хранилище, не требующее строительных конструкций из металла и железобетона. Оно представляет собой бесстенное башенное хранилище на основе формирования внешнего контура в виде полого цилиндра из измельченного сена при активном вентилировании с закладкой во внутренний объем силосуемой массы, предварительно обработанной экологически без-



вредным консервантом собственного производства. Экспериментальный образец комбинированного хранилища вместимостью 100 т изготовлен в опытно-производственном хозяйстве «Боровское» Новосибирской области. По расчетам специалистов, эта технология обеспечивает сокращение потерь питательных веществ при силосовании кормов в 2,5–3, при заготовке сена — в 3–3,5 раза; выход и сохранность кормов — не менее 95%; уменьшение общих затрат на строительство — в 1,5–2 раза. Новизна разработки подтверждена четырьмя авторскими свидетельствами и двумя патентами.

Наиболее перспективной с точки зрения минимизации приведенных затрат и получения максимального выхода питательных веществ является технология заготовки, при которой исходное сырье подвергается механическому уплотнению в мобильных или стационарных устройствах и упаковке в светонепроницаемые полимерные материалы. Заготовка силоса в полимерных мешках-рукавах дает возможность создавать «мобильные» хранилища необходимой вместимости и заготавливать корма исходя из потребности хозяйства, а не объема существующих хранилищ. При этом в мешках-рукавах, кроме силоса, из трав можно консервировать такие грубые корма, как сенаж, силос из кукурузы и ее измельченных початков, влажное фуражное и сухое зерно, барда.

Технологический процесс заготовки силоса в крупногабаритном полимерном мешке-рукаве состоит из следующих операций: скашивание растительной массы (с плющением или без него), ворошение, сгребание в валки, подбор валков с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства, доставка к месту упаковки, упаковка массы в полимерный рукав. Для обеспечения нормального процесса ферментации силоса и сенажа рекомендуется контролировать влажность консервирующейся массы. Независимо от вида кормов не допускается силосование массы влажностью более 60–65%. Для люцерны и других высокопротеиновых трав влажность должна составлять 45–50%. При невозможности провяливания люцерны до этих пределов допускается укладывать ее в мешки с применением палочки из расчета доведения сахара до 11% при влажности 60% и до 12% при влажности 65–70%. Из силосных культур в мешки в основном закладываются кукуруза восковой и молочно-восковой спелости зерна влажностью 60–70%. Длина резки для люцерны влажностью 60–70% составляет 20 мм, влажность около 50% — 10, для кукурузы в фазе восковой спелости зерна влажностью 55–60% — 10 мм. Силосование в мешках производится на бетонированных (асфальтированных) площадках. Мешки длиной 60–80 м и вместимостью 30–150 т силоса изготавливаются из пленки повышенной эластичности.

Основным техническим средством для реализации этой технологии является упаковщик кормов. В России такие устройства пока не выпускаются, на отечественном рынке они представлены упаковщиками УСМ-1 белорусского производства, входящими в состав кормозаготовительного комплекса «Кашалот», а также машинами зарубежных фирм (Ag Bag International, США; Eurubaggin TD-9, Нидерланды — Чехия и др.). В полимерный рукав можно упаковывать не только силос, но и сенаж.

### 3.3.5. РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Анализ современных тенденций показывает, что повышение урожайности во многом определяется уровнем химизации сельского хозяйства. Ни одно современное аграрное предприятие не может рассчитывать на стабильные успехи, если не обеспечит эффективной защиты возделываемых культур. По расчетам специалистов, без своевременного принятия надлежащих мер потери урожая от вредителей, болезней и сорняков на зерновых культурах и сахарной свекле составляют 25%, овощных и плодовых — 29, картофеле — свыше 30%. Гербициды позволяют уничтожить до 75–90% сорняков на полях. Действия по защите растений в интенсивных технологиях обеспечивают 40–90% прибавки урожая, или в среднем 20 ц/га. Очевидно, что по мере дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства роль защиты растений будет возрастать, так как одновременно с улучшением условий для роста культурных растений создаются и более благоприятные условия для развития сорной растительности и размножения вредных микроорганизмов.

Однако увеличение использования химических средств защиты растений неизбежно приводит к возрастанию пестицидной нагрузки на окружающую среду, а значит, к нарушению устойчивости экосистем. Как следствие, формируются популяции сорняков и вредителей, резистентных (устойчивых) к длительно используемым пестицидам, снижается иммунитет человека и растений, наблюдается пагубное воздействие на все живое в почве, воздухе и воде, возрастают экономические издержки.

Наиболее слабыми звеньями в цепи факторов, обуславливающих эффективность использования пестицидов, являются технологии и технические средства для внесения ядохимикатов. Именно их совершенствование позволяет увеличить экономическую эффективность, экологическую и фитосанитарную безопасность применения пестицидов.

Анализ отечественного и мирового опыта использования штанговых опрыскивателей показывает, что их негативное влияние на ресурсосбережение и состояние окружающей среды обусловлено следующими факторами.

**Высокие нормы расхода рабочей жидкости.** В настоящее время в зависимости от расхода рабочей жидкости различают полнообъемное, малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание (табл. 3.12).

Расход рабочей жидкости в большинстве современных опрыскивателей регламентируется производителями в пределах 75–300 л/га, т. е., согласно

Таблица 3.12

Расход рабочей жидкости в зависимости от способа опрыскивания, л/га

Способ опрыскивания	Полевые культуры	Многолетние насаждения
Полнообъемный	300–600	500–3000
Малообъемный	100–200	250–500
Ультрамалообъемный	3–20	30–250

приведенной классификации, это можно считать малообъемным опрыскиванием. Это положительный момент, так как по сравнению с полнообъемным опрыскиванием расход снижается в 2–3 раза. Однако такие нормы уже не могут полностью удовлетворить потребности сельскохозяйственного производства, в частности, по причине появления новых пестицидов со значительно сниженными нормами расхода на 1 га; в отдельных случаях они составляют сотни и даже десятки граммов. Для таких препаратов необходимо внедрение ультрамалообъемного опрыскивания.

#### **Высокая неравномерность распределения жидкости по ширине захвата.**

В соответствии с «Требованиями к техническим средствам производства, обеспечивающим соблюдение технологий возделывания и уборки сельскохозяйственной продукции» (РД 10.1.10-2000), этот показатель не должен составлять более 15%. Однако анализ государственных испытаний штанговых опрыскивателей за последние десять лет, проведенный ФГНУ «Росинформагротех», показывает, что такая неравномерность у большинства современных опрыскивателей превышает установленный предел, достигая 25–30 и даже 45%. По данным информационных источников, в реальных условиях этот показатель может достигать гораздо больших значений, что, естественно, увеличивает пестицидную нагрузку на окружающую среду. Равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата зависит от расстояния распылителей до обрабатываемых культур, которое может изменяться при колебании штанги в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При этом расход рабочей жидкости возрастает до 30%.

**Низкое качество распыла рабочей жидкости.** Биологическая эффективность средств защиты растений характеризуется густотой покрытия средством обрабатываемого объекта, которая зависит от дисперсности (степени измельчения) и однородности капель. Минимально допустимая густота покрытия для гербицидов составляет 20–30 капель, инсектицидов — 40, фунгицидов — 50–70 капель на 1 см<sup>2</sup>. При большей густоте капель они стекают с поверхности растений, загрязняя почву. Что касается размеров капель, то при существующих технологиях они таковы: при полнообъемном опрыскивании — 200–1000 мкм, малообъемном — 80–200, ультрамалообъемном — 20–80 мкм. Главным фактором экологической опасности опрыскивателей в этом случае является снос мелких капель, достигающий 20–30% даже при благоприятной погоде и правильной настройке и регулировке машин. Это приводит к непроизводительным потерям пестицидов и значительному загрязнению окружающего пространства.

**Уплотнение почвы ходовыми колесами опрыскивателей и повреждение растений.** Тенденция увеличения вместимости рабочих баков и ширины захвата опрыскивателей, которая наблюдается в настоящее время, приводит к существенному возрастанию нагрузки на почву, ведущей к необратимым процессам ее переуплотнения: разрушению структуры почвы с образованием чрезмерного количества эрозионноопасных частиц, малой общей пористости, плохой аэрации, неблагоприятному водному режиму и т. д., что снижает урожайность культур. Наряду с этим, растения повреждаются тракторными опрыскивающими агрегатами, в результате чего многие погибают

сразу или их развитие замедляется, что также отрицательно сказывается на будущем урожае. Так, по данным австралийских ученых, недобор урожая пшеницы после прохода опрыскивающего агрегата по истечении 5–7 недель от начала вегетации составляет 4–6, после 8–12 недель — 15–20%.

**Недостаточное использование менее экологически опасных технологий опрыскивания.** В настоящее время на мировом уровне отмечается тенденция снижения расхода пестицидов на 1 га за счет повышения целенаправленности их внесения. Традиционные технологии опрыскивания имеющимися устройствами не позволяют реализовать эту тенденцию в полной мере. Новые технологии обеспечивают качественную обработку при нормах расхода, уменьшенных в десятки раз; дисперсность распыла варьируется в широких пределах, что приводит к непроизводительным потерям из-за сноса мелких и стекания крупных капель с листовой поверхности. Мировой опыт совершенствования конструкций опрыскивателей позволяет выделить следующие основные направления уменьшения нормы расхода рабочей жидкости и повышения качества опрыскивания: совершенствование конструкций распылителей, автоматическое управление нормой расхода рабочей жидкости, внедрение новых технологий опрыскивания.

Среди отечественных распылителей следует отметить разработки Всероссийского института защиты растений (ВИЗР). Это распылители с эжекцией воздуха серии РОК, у которых доля мелких капель снижена до 0,44% от объема распыленной жидкости (у традиционных распылителей она составляет 1,5–2%). Они имеют две камеры: открытую, сообщающуюся с атмосферой, и камеру распыла с выходным соплом большого размера. Высокое качество диспергирования достигается тем, что камера завихрения распылителя общается с атмосферой посредством отверстия для инжекции воздуха. Эжектируемый воздух воздействует на процесс образования пленки жидкости на выходе из сопла (уменьшает и выравнивает ее толщину), что приводит к образованию более однородных по размеру капель и уменьшению доли мелких.

Другой разработкой института является вращающийся дисковый распылитель, обеспечивающий сепарацию мелких капель-спутников (до 60 мкм), исключая тем самым их попадание в окружающую среду. Такой распылитель позволяет регулировать размер капель в зависимости от технологии применения гербицидов, инсектицидов, фунгицидов в диапазоне 60–250 мкм. Полевые испытания опытного образца ультрамалообъемного штангового опрыскивателя ОСК-200, оснащенного новыми распылителями, показали, что их применение позволяет снизить нормы расхода препаратов на 25–50% от рекомендованных и обеспечивает внедрение новой, экологически менее опасной технологии опрыскивания.

Среди зарубежных распылителей наиболее перспективны для отечественных опрыскивателей турбопенные, монодисперсные щелевые, инжекторные.

Турбопенные распылители, выпускаемые фирмами Agrotop, Lechler (Германия), Teejet (США), Albus (Франция), создают направленный поток капель, насыщенных воздухом. Пенные капли, содержащие пузырьки воздуха, крупные и сравнительно тяжелые, не сносятся воздушным потоком. Со-

прикасаясь с обрабатываемой поверхностью, они лопаются и покрывают ее тонкой пленкой, которая за счет сил поверхностного натяжения крепко держится. Это позволяет использовать препараты на 90–95%, т. е. практически без потерь, так как пенные капли не скатываются, а мелкие совсем отсутствуют, и, таким образом, нет потерь препаратов ни от испарения, ни от сноса ветром. Применение таких распылителей позволяет также увеличить скорость движения опрыскивателя до 15 км/ч и осуществлять опрыскивание при скорости ветра до 8 вместо 3 м/с. В настоящее время турбопенными распылителями оснащаются опрыскиватели ОПУ-2000, «Агротех-2000», «Классик», ОПШ-18 и др. Они также используются в комплектах оборудования, предлагаемых для модернизации устаревших моделей.

Другим перспективным типом распылителей, производимых этими же фирмами, является монодисперсный щелевой распылитель, который отличается от обычного щелевого наличием демпферного объема, расположенного за калиброванным отверстием. Он способствует стабилизации давления распыла и уменьшает турбулентность движения рабочей жидкости, в результате по качеству распыл приближается к монодисперсному (120–250 мкм). При такой технологии эффективность использования препарата составляет 75%. Этими распылителями оснащаются комплекты для переоборудования опрыскивателей, предлагаемые на отечественном рынке.

Инжекторные распылители отличаются наличием отверстий, через которые по мере поступления рабочей жидкости засасывается воздух, в результате чего жидкость смешивается с пузырьками воздуха. Такие распылители (с углом распыла 80°) с автоматической очисткой воздухоотсасывающих отверстий выпускает, например, фирма Lechler (Германия). Этот тип распылителей также начинает использоваться в отечественных машинах (например, в модели ОМПП-2000Р).

**Автоматическое управление нормой расхода рабочей жидкости** — один из наиболее действенных методов экономии рабочей жидкости и ядохимикатов, при котором также повышаются качественные показатели работы опрыскивателей. За рубежом оснащение опрыскивателей системами автоматического управления технологическим процессом стало нормой, регламентированной законом. Отечественные опрыскиватели по этой позиции существенно уступают зарубежным. Однако в последние годы работа в этом направлении активизировалась. На смену созданным ранее системам автоматического поддержания нормы расхода рабочей жидкости пропорционально скорости движения серии «САУРЖ» приходят новые, разработку и производственную проверку которых осуществляют специалисты Сибирского региона. В соответствии с современными требованиями они обеспечивают не только автоматическое управление расходом жидкости, но и использование опрыскивателей в системе точного земледелия.

Специалисты МПО «Сибирский аэросоюз» разработали мобильный комплекс по защите растений на базе грузовиков-вездеходов «Ниссан-Атлас», «Тойота-Хайс» и УАЗ-3303, который оснащен двумя бортовыми микропроцессорными системами, автоматизированной системой управления расходом жидкости «АСУР-01» и спутниковой навигационной системой «Агронавигатор».

«АСУР-01» регулирует расход рабочей жидкости в зависимости от скорости движения и требуемой нормы внесения пестицида. Дополнительно на экран дисплея выводится информация об остатке рабочей жидкости в баке, обработанной площади, выдерживаемой гектарной норме расхода рабочей жидкости и др.

Система «Агронавигатор», разработанная совместно с ООО «Вито-технология» (г. Новосибирск), базируется на GPS-технологии и возможностях карманных компьютеров Pocket PC 2002 (операционная система Windows CE 3.0). На экране компьютера отображаются местоположение, траектория и скорость движения опрыскивателя, ширина захвата, обработанная площадь. Оперативное управление программой выведено на механические кнопки. Это позволяет водителю изменять рабочие масштабы просмотра зафиксированных препятствий и кромки поля, включать индикацию шины захвата на экране и др. Файлы обработанных полей сохраняются в памяти компьютера и служат для последующего анализа качества выполненных работ, уточнения обработанной площади. Спутниковая навигационная система позволяет использовать опрыскиватели для ночных обработок.

Рассмотренными бортовыми микропроцессорными системами оснащен штанговый агрегат малообъемного опрыскивания «Иртышанка», выпускаемый ЗАО ТПК «Асгард плюс» (г. Омск). Его использование в течение трех лет в хозяйствах Сибирского региона показало, что он обеспечивает производительность до 600 га в смену (при возможности ночных обработок), экономию гербицидов — до 30%, ГСМ — в 2–3 раза, воды — в 40 раз. В Научно-исследовательском конструкторском и проектно-технологическом институте жидких удобрений (НИКПТИЖ) разработана технология дифференцированного внесения раствора гербицидов, осуществляемая экспериментальным образцом машины с автоматизированной системой управления дозированием и распределением препаратов и позиционированием машины на поле «Лотос-1» (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения — ВИСХОМ). Производственная проверка ее на посевах овса в СПК «Колхоз „Клинский“» Московской области в 2004 г. показала, что дифференцированная обработка поля гербицидами привела к сокращению расхода лонтрела на 38, дифезана на 62%, что обеспечило экономию 660 руб./га. Одновременно было отмечено оздоровление экологической обстановки.

Существенному снижению нормы расхода рабочей жидкости и повышению качества ее распыла способствует внедрение новых технологий опрыскивания (табл. 3.13). Анализ представленных данных показывает, что все технологии обеспечивают ощутимую экономию рабочей жидкости и пестицидов, способствуя уменьшению загрязнения окружающей среды. Однако в отечественной практике ни одна из этих технологий не реализована в серийно выпускаемых машинах.

За рубежом все технологии нашли воплощение в реально действующих опрыскивателях. Однако наибольшее распространение получили технологии принудительного осаждения жидкости с помощью пневмоштанги, электроаэрозольная и прямого инжектирования, причем в ряде случаев две последние технологии воплощаются в одной машине. Так, фирма Spra-Coupe

Таблица 3.13

## Характеристика экологической безопасности технологий

Технология	Сущность технологии	Преимущества технологии
Электроаэрозольная (с электростатической подзарядкой капель)	Раствор пестицидов искусственно заряжается в сильном электрическом поле, которое заставляет двигаться заряженные частицы жидкости от распылителя к обрабатываемому растению вдоль линий напряженности поля. Эти линии имеют криволинейную форму и замыкаются на различных поверхностях растений, поэтому движущиеся по ним частицы могут проникать не только на верхнюю, но и на нижнюю поверхность растений, хотя подача раствора осуществляется только с одной стороны	Позволяет уменьшить расход препарата и рабочей жидкости, снос распыла за пределы обрабатываемого объекта, обеспечивает лучшее осаждение раствора пестицидов на поверхности растений
С использованием пестицидно-полимерных нитей	К пестициду добавляется 1,4–3% экологически нейтральной нитеобразующей добавки и наполнителя. В результате опрыскивание осуществляется связанным аэрозолем в виде пестицидно-полимерных нитей толщиной 20–60 мкм	При расходе рабочей жидкости 1–10 л/га и сниженной на 20% дозе препаратов их биологическая эффективность достигает 97%. Исключается снос пестицидов
С контролируемым размером капель	Используются вращающиеся распылители, обеспечивающие сепарацию мелких капель и работающие при сниженном до 20 л/га расходе рабочей жидкости	Не требует принципиальных изменений конструкции опрыскивателя, исключает выброс в окружающую среду мелких капель, позволяет снизить расход препаратов на 25–50% и рабочей жидкости в 3–15 раз
Прямого инжектирования	Отличается раздельной подачей воды и ядохимикатов. Бак опрыскивателя заполняется чистой водой, а пестицид в концентрированном виде из отдельной емкости подается в нагнетательную коммуникацию опрыскивателя	Отсутствует контакт оператора с ядохимикатами; все элементы опрыскивателя до смесителя (в том числе бак) могут изготавливаться из некоррозионностойких материалов; легко переходить с одного пестицида на другой; имеется возможность одновременного использования нескольких пестицидов; упрощается дозировка и снижается расход препаратов
Контактного нанесения гербицидов	На высокорослые сорняки наносятся гербициды системного действия (переносятся с соком по стеблю в корневую систему, полностью уничтожая сорное растение) с помощью специальных рабочих органов, смоченных ими (фитилей, веревок, пористых эластичных элементов и др.)	По сравнению с опрыскиванием расход пестицидов снижается в 2 раза и более; исключена возможность загрязнения почвы и сноса ветром
«Двойная сила», или технология принудительного осаждения жидкости воздушным потоком	По всей длине штанги дополнительно крепятся рукава из полихлорвинила, в которые поступает высокоскоростной воздушный поток, формируемый осевым вентилятором. Факел распыла жидкости от распылителей смешивается с воздушным потоком, при этом капли дробятся на более мелкие частицы и принудительно осаждаются потоком воздуха, который также заворачивает листья и позволяет нанести препарат на тыльную их сторону	Возможность работы при скорости ветра до 8 м/с; экономия воды в 1,5–2 раза; повышение производительности за счет увеличения рабочей скорости; снижение испарения и возможность работы при более высоких дневных температурах

(Нидерланды) представила на международной выставке Agritechnica-2003 самоходные опрыскиватели 4450 и 4650, оснащенные оборудованием для реализации обеих технологий. Имеется возможность одновременного внесения четырех различных препаратов, которые дозируются индивидуально. Опрыскиватели совместимы с системами точного земледелия Agro Global Technology и Fieldstar фирмы Massey Ferguson (США).

### 3.4. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

#### 3.4.1. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Состояние животноводства в Российской Федерации вызывает тревогу из-за продолжающегося сокращения поголовья скота, уже приведшего к резкому снижению объемов производства мяса и молока, деформации и дисбалансу отечественного продовольственного рынка. Так, в 2008 г., несмотря на меры, принимаемые с 2005 г. в рамках реализации национального проекта «Развитие АПК» [52], продолжилась тенденция сокращения поголовья крупного рогатого скота (КРС) и свиней в хозяйствах всех сельхозтоваропроизводителей (рис. 3.1). На конец декабря 2008 г. поголовье КРС составляло 21,1 млн голов (на 22,7% меньше по сравнению с тем же периодом 2000 г.), из него коров — 9,2 млн (на 27,6% меньше) [108, 111].

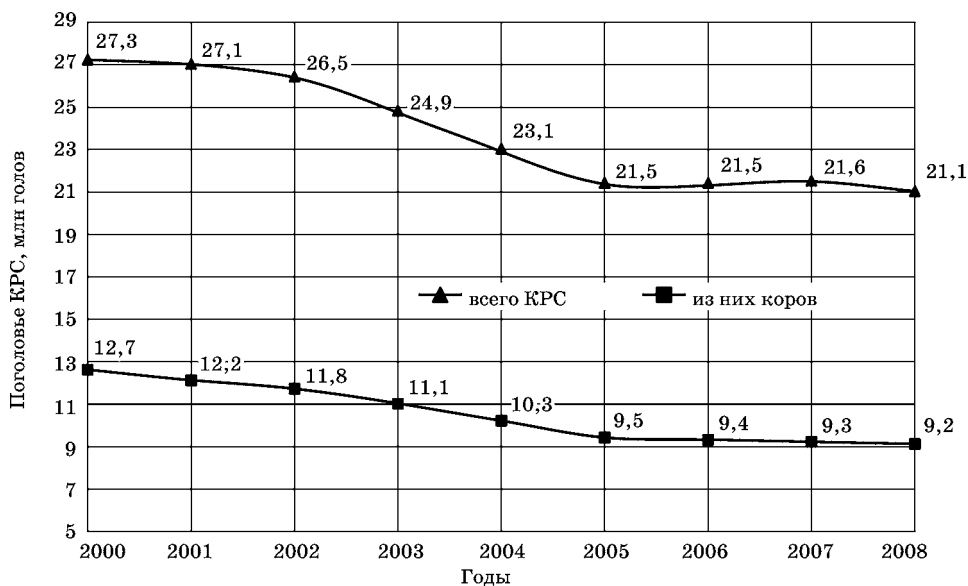


Рис. 3.1  
Динамика сокращения поголовья крупного рогатого скота в РФ



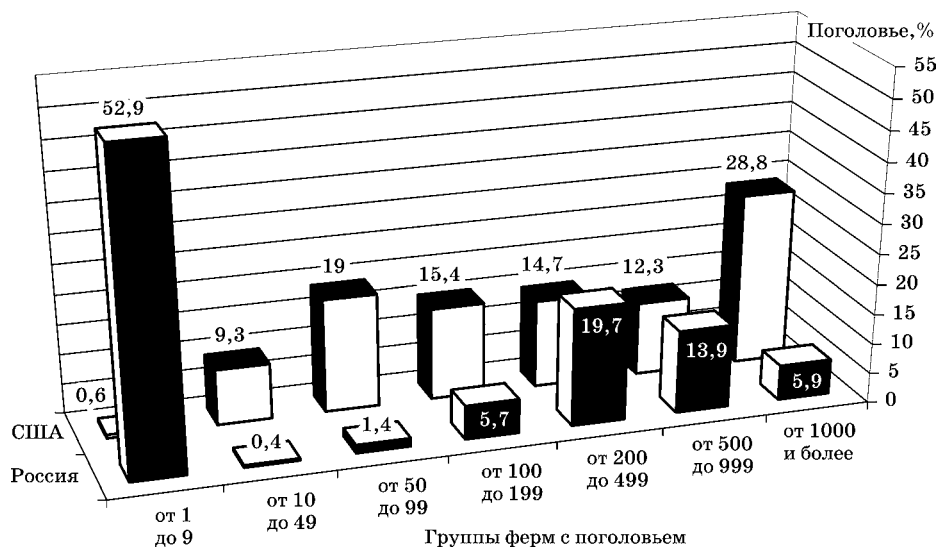


Рис. 3.2  
Распределение поголовья коров по группам ферм в США и России

Сокращение поголовья скота связано с низкой рентабельностью производства молока и мяса; одна из причин — отмена государственного механизма централизованного ценообразования на оборудование и материалы, закупаемые сельскохозяйственными организациями. Как следствие — недостаточная фондовооруженность и неудовлетворительное состояние производственных фондов, износ которых, по официальным статистическим данным, достиг 80% [111].

В настоящее время российских производителей сельхозпродукции можно условно разделить на три категории: сельскохозяйственные организации, крестьянские фермерские хозяйства и личные подсобные хозяйства. Они вносят различный вклад в производство товаров животноводства. Доля хозяйств населения в производстве всех животноводческих продуктов, кроме яиц и мяса птицы, в последние годы устойчиво превышает 50%. Так, на конец 2008 г. в структуре поголовья скота на хозяйства населения приходилось 47,5% поголовья крупного рогатого скота, 38,8% свиней (на конец 2007 г. — соответственно 46,9 и 42,6%) [111]. Вклад этой категории хозяйств в обеспечение населения животноводческими продуктами бесспорен. Доля крестьянских фермерских хозяйств невелика, но это наиболее динамично развивающийся сектор.

Сравнительный анализ молочных ферм США и России показывает, что в США доля поголовья, приходящегося на небольшие фермы (до 10 животных), крайне мала — менее 1%, в то время как в Российской Федерации эта категория включает более половины всех коров, в основном содержащихся в личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйствах (рис. 3.2).

Около трети коров в США сосредоточено на фермах с поголовьем от 10 до 100 животных: таких ферм было 57% от общего числа молочных ферм США.

Это свидетельствует о том, что данная структура наиболее адаптирована к рынку в условиях США, где немало средств инвестируется прежде всего в инфраструктуру. В России же на эту категорию приходится менее 2%.

Как и в России, в США развито молочное производство на крупных комплексах с поголовьем более 1000 коров. Там сконцентрировано около трети всего поголовья, но таких ферм мало — 1,4%, при этом в России в этих комплексах содержится около 6% поголовья коров.

Животноводство России особенно нуждается в технологической модернизации, поскольку при наличии необходимых ресурсов не удовлетворяет потребности населения страны в основных продуктах животного происхождения: импорт этих продуктов превышает 40% годового потребления. Более того, даже при таком высоком импорте душевое потребление продуктов животноводства не соответствует медицинским нормам [46].

Основным средством интенсификации продукционного процесса в животноводстве являются корма (величина и качество их обменной энергии — сбалансированность по сырому протеину и другим компонентам), эффективность использования которых требует оптимизации методов и условий содержания животных, их ветеринарного обеспечения на основе постоянного мониторинга состояния здоровья.

Основным направлением развития технологий животноводства и перевода их в ранг точных (прецизионных) является использование в управлении продукционными процессами последних достижений в области электроники и информационных технологий, наблюдение и изучение состояния животных и благодаря этому повышение качества выполнения технологических операций, сохранение здоровья и увеличение срока эффективного функционирования животных, повышение производительности труда персонала ферм. В частности, оснащение машин для приготовления и раздачи кормов электронными взвешивающими устройствами, рабочими органами для самозагрузки, доизмельчения, смешивания и дозированной выдачи полнорационных кормосмесей животным позволит управлять продукционным процессом на фермах крупного рогатого скота. Существенное повышение производительности труда операторов машинного доения обеспечивается применением автоматизированных доильных установок нового поколения, таких как «Елочка», «Параллель», «Карусель», оснащенных системами быстрого входа, позиционирования и выхода животных, устройствами для автоматизации подготовительных и заключительных операций, щадящего режима доения. Перспективно также создание и использование доильных роботов для обеспечения комфортных условий содержания и самообслуживания животных.

В свиноводстве развиваются системы кормления животных с автоматическим их опознаванием, обеспечивающие нормированную и мультифазную раздачу сухих, влажных и кашеобразных кормов, а также системы управления, позволяющие сортировать животных, улучшать качество кормосмесей, контролировать их нормированную раздачу, поддерживать оптимальные параметры микроклимата для всех половозрастных групп животных, вести полный зоотехнический, ветеринарный и бухгалтерский учет на ферме.

В птицеводстве совершенствуются системы как клеточного (при производстве яиц), так и напольного (при производстве мяса) содержания птицы, хорошие перспективы имеет применение вольерного способа. В клеточных батареях применяется преимущественно бункерная система кормораздачи; при напольном содержании — кольцевая и концевая, обеспечивающие ограниченное кормление, раздельное для петухов и кур. Сбор яиц полностью автоматизирован.

В животноводстве и птицеводстве, так же как и в растениеводстве, технологии управления процессами позволяют регулировать не только продуктивность животных, но и качество получаемой продукции и издержки на ее производство.

### 3.4.2. НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

Скотоводство — одна из наиболее важных отраслей животноводства, так как от крупного рогатого скота получают такие ценные продукты питания, как молоко и мясо, а также сырье для легкой промышленности. Различают молочную и мясную продуктивности крупного рогатого скота.

Молочная продуктивность — это количество молока, которое корова дает за определенный промежуток времени. Период, в течение которого корова дает молоко, называется лактацией. У коров нормальный лактационный период составляет 300–305 дней. Графическое изображение хода лактации называется лактационной кривой, для которой характерны нарастание интенсивности секреции молока в начале лактации, достижение максимума на 2–3-м месяце, последующее снижение и постепенное сокращение секреции [32].

Молоко коровы — продукт, который содержит все необходимые для жизни вещества в легкоусвояемой форме и наиболее благоприятном сочетании.

При определении молочной продуктивности учитывают не только качество, но и состав молока. В молоке содержится в среднем: 3,7% жира, 3,3% белка; 4,9% сахара, 0,7% минеральных веществ и 87,4% воды.

Каждые десять дней на фермах проводят контрольные дойки (измеряют удой от каждой коровы), а один раз в месяц определяют содержание жира и белка. Молочная продуктивность коров колеблется в широких пределах и зависит от многих факторов, важнейшее значение из которых имеют наследственность, условия содержания и кормления.

Потенциальные наследственные возможности животных могут быть реализованы только при обеспечении полноценного и обильного кормления и оптимальных условий содержания (температура, влажность, состав воздуха, объем вентиляции и др.).

На молочную продуктивность влияют возраст коровы, возраст первого осеменения, сервис-период и сухостойный период. Как правило, до 5–6-й лактации удои коров повышаются, затем в течение нескольких лет поддерживаются на одном уровне, а с 8–9-й лактации начинают резко снижаться. Оптимальный возраст первого осеменения телок 17–18 мес. при массе 350–400 кг.

Сервис-период — это время от отела до плодотворной случки или осеменения. В норме сервис-период должен составлять 45–70, максимум 80 дней. Сухостойный период — время от запуска коровы до нового отела. Его продолжительность 45–60 дней. Он необходим для восстановления живой массы, запаса питательных веществ и формирования железистой ткани вымени.

Молочная продуктивность зависит также от живой массы животного. Как правило, высокопродуктивные коровы отличаются большой живой массой.

Все породы крупного рогатого скота делят на молочные, комбинированные (мясо-молочные, молочно-мясные) и мясные. При районировании породы учитывают физиологические и хозяйственно полезные признаки, которые должны соответствовать климатическим, экономическим и другим особенностям данной зоны.

Вблизи крупных городов и промышленных центров целесообразно разводить скот молочных или мясо-молочных пород, в районах маслоделия — породы, дающие молоко с высоким содержанием жира, в юго-восточной части России при наличии больших площадей естественных угодий — скот мясного направления продуктивности.

*К молочным породам коров* относят голландскую (фризскую), голштинофризскую, черно-пеструю, холмогорскую, красную степную и др. Для коров молочных пород характерны высокая молочная продуктивность и небольшие затраты кормов на производство 1 кг молока.

*К мясо-молочным породам коров* относят симментальскую, швицкую и др. Животные этих пород сочетают относительно высокую молочную продуктивность с большой живой массой и хорошими мясными качествами.

#### СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В скотоводстве в основном применяются две системы содержания крупного рогатого скота: привязную и беспривязную. При беспривязной системе существуют различные способы содержания животных: свободно-выгульный на глубокой подстилке, беспривязно-боксовый и комбинированный.

*Привязное содержание.* Данная система применяется в России на 93–95% молочных ферм. При таком содержании коров до 50% общих затрат труда приходится на операции, выполняемые вручную. В результате на одну корову в год затрачивается 160–180 чел.-ч. [52]. Главное преимущество привязного содержания — обеспечение хороших условий для индивидуального нормированного кормления и раздоя животных, что способствует повышению их продуктивности. Каждая корова находится на привязи в стойле с отдельной кормушкой и автопоилкой. Животных кормят в стойлах или доильном зале; корма раздают с помощью транспортера или мобильных кормораздатчиков. Над стойлом животного висит табличка, где указаны номер коровы, кличка, возраст и продуктивность за последнюю лактацию. В случае привязного содержания коров необходимо выпускать на выгульные площадки или организовывать активный моцион на прогонных дорожках. За одним

оператором машинного доения закрепляют 25–35 коров. В его обязанности входят доение и чистка коров, раздача кормов, мойка доильных аппаратов и молочной посуды. Скотники убирают помещения, подвозят корма. Работа доярок может быть организована в одну или две смены. Эта система содержания широко распространена в племенных хозяйствах, где необходимо обеспечивать индивидуальное нормированное кормление, раздой коров и тщательный уход за племенными животными.

Привязная система содержания имеет ряд недостатков. В течение всего стойлового периода коровы большую часть времени проводят в помещении без движения. На устройство стойл, кормушек, поилок и другого оборудования расходуется много материалов, так что строительство и содержание помещений обходится очень дорого. При этом велики затраты труда, связанные с доением, раздачей кормов, уборкой навоза, отвязыванием и привязыванием животных. Поэтому часто коров, содержащихся на привязи, доят в доильном зале с помощью установок типа «Тандем», «Елочка». Летом они находятся на выгульно-кормовых площадках беспривязно, что позволяет сократить затраты труда на 18–20%.

*Беспривязное содержание.* В этом случае животных содержат группами, организовывая их передвижение в помещениях и на выгульных площадках. Преимущества беспривязной системы — благотворное влияние на физическое состояние и воспроизводительные способности животных; уменьшение заболеваний пищеварительных органов и половой системы, сокращение стоимости строительства ферм; снижение затрат труда на выполнение различных технологических операций; улучшение зооигиенических условий для животных.

Беспривязный способ содержания применяется в России для обслуживания всего 3–5% коров, в европейских странах — 68–70%, в США — 84–85% [52]. Этот способ обеспечивает реализацию прогрессивных технологий, высокую производительность труда и минимальный расход ресурсов. При этом в 1,7 раза уменьшаются затраты труда на производство молока по сравнению с привязным содержанием и доением в молокопровод. Однако при этом способе на 15–20% увеличивается расход кормов в связи с повышенной потребностью в корме на согревание. Кроме того, для нормального отдыха животные нуждаются в большом количестве подстилки. Беспривязное содержание КРС дает хорошие результаты лишь при высоком уровне зоотехнической и селекционно-племенной работы, полноценном и сбалансированном кормлении животных и наличии высококвалифицированных кадров животноводов.

В каждой природно-климатической зоне беспривязное содержание имеет свои особенности. В местностях с теплым и умеренным климатом строятся полуоткрытые помещения с организацией кормления животных грубыми, сочными и зелеными кормами на выгульных площадках. В северных и северо-западных районах России, Сибири и других зонах с холодным климатом скот содержат в капитальных помещениях, скармливая сочные и частично грубые корма в помещениях. Выгул животных регулируют в зависимости от погодных условий.

Беспривязное свободно-выгульное содержание характеризуется тем, что животных (в том числе молодняк и скот при откорме) содержат беспривязно круглый год на глубокой, долго не сменяемой подстилке. Чтобы она была сухой и теплой, надо периодически настилать новый слой из расчета 3–4 кг на одну корову. В качестве подстилки используют сфагновый торф, солому, опилки и др. Солому для этих целей измельчают на части размером 15–20 см. Навоз из помещений убирают 1–2 раза в год бульдозером. В этом случае коровники служат помещением для отдыха. К ним примыкают выгульные площадки с твердым покрытием.

На фермах с беспривязным содержанием имеются родильное отделение, помещение для телят, доильно-молочный блок, пункт искусственного осеменения. Кормушки для сочных кормов, кормушки-навесы для грубых кормов и автопоилки (с подогревом воды зимой) находятся на выгульной площадке, которую каждый день очищают от навоза и остатков кормов. Двери коровника всегда открыты, чтобы животные имели свободный доступ к кормам и воде.

При беспривязном содержании коров распределяют по группам с учетом их физического состояния и продуктивности. Различают следующие группы: стельные–сухостойные; коровы, содержащиеся в родильном отделении; новотельные и высокопродуктивные; дойные коровы. Разделение коров на группы облегчает их дойку и подкормку. В секциях содержат по 40–50 животных каждой группы. Коров доят на доильных установках, подкармливая концентратами в зависимости от молочной продуктивности. Доильная установка и помещение, где происходит первичная обработка молока (молочная), находятся под одной крышей, образуя доильно-молочный блок.

Глубокостельных коров за 5–6 дней до отела переводят в родильное отделение, где их содержат на привязи. После отела их раздаивают в переносные ведра в течение 30–40 дней и только после этого переводят на беспривязное содержание.

Слабые и пугливые коровы непригодны для беспривязного содержания, так как более сильные и активные отгоняют их от кормушек и мест отдыха. Следует выбраковывать и чрезмерно агрессивных животных, так как они становятся причиной стресса у остальных.

*Комбинированный способ* применяется к 1–2% от общего поголовья КРС. Эта технология обеспечивает сокращение затрат труда на производство молока в 1,36 раза по сравнению с привязной технологией. Наиболее целесообразно и перспективно беспривязно-боксовое содержание. Оно широко распространено на фермах разной величины во всех природно-климатических зонах. *Бокс* — это индивидуальное место для каждой коровы в общей секции. Боксовое содержание позволяет сочетать основные положительные моменты технологий беспривязного и привязного содержания: рациональное использование современной техники, увеличение производительности труда, улучшение зоогигиенических условий.

Боксы устраивают в стойлах, разделяя их металлическими или деревянными перегородками. Ширина помещения такова, что животное не может встать поперек и загрязнить его мочой и калом, поэтому в боксах все-

гда чисто и сухо. В боксах можно настилать соломенные маты, резиновые коврики или деревянные полы. Корову в боксе не беспокоят другие животные. Между рядами боксов находятся навозные проходы, откуда навоз убирают дельта-скрепером. Существует и другой вариант, когда в проходе пол щелевой и коровы протаптывают навоз через щели. Полы в боксах должны быть на 15–20 см выше, чем в проходах, чтобы коровы не заносили навоз в боксы. Если к боксам примыкают кормушки, в которые корм можно подать транспортером или мобильным кормораздатчиком, то создается возможность группового нормированного кормления. При содержании коров в комбибоксах место отдыха животных совмещено с кормовой линией, что позволяет более рационально использовать производственную площадь коровника.

*Стойлово-пастбищный способ* содержания коров применяют в хозяйствах, имеющих вблизи фермы долголетние культурные пастбища. В холодное время года животных содержат в помещениях, в летнее время — на пастбищах. При хорошем травостое на 1 га пастбища приходится не более трех коров. Этот способ содержания наиболее распространен в небольших хозяйствах с фермами на 200–400 голов, но может быть успешно реализован и на комплексах при использовании долголетних культурных пастбищ. Его применяют в мясном и молочном скотоводстве.

*Стойлово-лагерный способ* содержания используют в молочном и мясном скотоводстве при удаленности пастбищ от комплексов. В этом случае на пастбища организуют летние лагеря, где животных подкармливают, доят. Этот способ целесообразен в хозяйствах, где расстояние между фермой и пастбищем составляет около 2 км. Лагеря представляют собой огражденные стойбища, оборудованные кормушками, автопоилками, доильной машиной, помещением для хранения концентратов, молочной посуды, инвентаря и для отдыха обслуживающего персонала. Численность гурта не должна превышать 200 голов.

К началу сезона необходимо очистить пастбища от навоза и мусора, отремонтировать дороги, перегоны и изгороди. Перед выгоном на пастбища весь скот осматривают ветеринары, при необходимости расчищают копыта и на 1,5–2 см срезают кончики рогов.

Если нет естественного водопоя, то к пастбищам подводят водопровод или роют колодцы. Расстояние до водопоя должно быть не более 2 км. Воду на пастбища можно подвозить, используя для поения животных групповые передвижные поилки.

При *круглогодовом стойловом* содержании животные весь год находятся на комплексах, куда доставляются корма. В период вегетации растений используются корма зеленого конвейера. Такой способ содержания применяется при высокой концентрации животных на комплексах по производству молока и говядины, где нет возможности создать культурные пастбища.

Стратегией машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 г. предусматривается повысить удельный вес беспривязного содержания коров до 35–40%, комбинированного — до 9–10% при снижении привязного до 50–55% [52].

Интенсивные технологии производства молока предусматривают:

- ускоренное повышение генетического потенциала разводимых пород скота на основе использования голштинской и других специализированных молочных пород, пригодных к интенсивной технологии;
- использование быков-улучшателей;
- интенсивное выращивание ремонтных телок и формирование животных молочного типа;
- расширенный ремонт стада первотелками, оцененными по собственной высокой продуктивности;
- сбалансированное кормление коров и ремонтного молодняка с максимальным использованием грубых и сочных кормов;
- использование высокопродуктивных культурных пастбищ;
- применение на фермах прогрессивных способов содержания, комплексной механизации и рациональных технологических решений;
- выполнение комплекса ветеринарно-профилактических мероприятий, обеспечивающих высокий уровень здоровья животных;
- внедрение эффективных форм организации и оплаты труда;
- соблюдение технологической дисциплины, направленной на своевременное и качественное осуществление всех производственных процессов.

Основой интенсивной технологии является поточно-цеховая система производства молока и воспроизводства стада. Она предусматривает определенный порядок содержания, кормления животных и выполнения зооветеринарных мероприятий на ферме с учетом физического состояния, а также продуктивности скота.

Важнейшее условие формирования высокой продуктивности молочного стада — оптимальная интенсивность роста и развития телок на всех этапах выращивания. В возрасте 6 мес. живая масса должна быть 150–170 кг, 12 мес. — 250–295, при осеменении — 340–400 кг. Живая масса первотелок: 420–440 кг при молочной продуктивности (удое) 3000 кг, 450–470 кг при удое 4000 кг, 500–530 кг при удое 5000 кг.

*Содержание новорожденных телят в профилактории.* На молочной ферме строят профилакторий на 4–5 секций, каждая из которых рассчитана на 20 телят. Телята от отела до возраста 25 дней содержатся в индивидуальных клетках, приподнятых над полом на 40–45 см. Над клетками размещаются установки инфракрасного и ультрафиолетового излучения типа ИКУФ, «Луч», «Эрико». Для профилактики заболеваний телят и проведения очистки, дезинфекции секций используется принцип «свободно-занято». В настоящее время активно применяется холодный метод содержания телят, когда через 2–3 дня после отела теленка независимо от времени года переводят в домики, расположенные вне помещений.

*Подготовка коров и нетелей к отелу.* По окончании лактации коров переводят в цех подготовки к отелу, где их выдерживают 50 дней. В течение 10–15 дней животных формируют в группы и содержат беспривязно.

Нетелей готовят к отелу в контрольном коровнике за 3–3,5 мес. При отсутствии такового животных стельностью 5 мес. помещают в цех подготовки к отелу отдельно от сухостойных коров. В течение 20–24 дней нетелей при-



учают к работе доильной установки. С этой целью их комплектуют в отдельные технологические группы и закрепляют за опытными мастерами машинного доения. В случае привязного содержания рядом с нетелями на 3–4 мин ставят включенный доильный аппарат.

*Кормление лактирующих коров.* Количество концентрированных и объемистых кормов в виде полнорационных смесей нормируется по периодам лактации. Смесей необходимо давать не менее 3 раз в сутки. Во время дойки разовая доза концентрированных кормов из автоматизированных кормушек составляет 1,5–2 кг. При удое 3000 кг молока в год для коровы необходимо выдерживать следующую структуру рациона (%): концентраты — 24, сено — 11, солома — 3, силос — 20, сенаж — 6, корнеплоды — 5, травяная мука (резка) — 1, зеленые корма — 30. При удое 5000 кг молока структура рациона соответственно следующая: 35, 9, 14, 4, 8, 3, 27.

*Организация раздоя.* Продолжительность раздоя составляет 100–120 дней. Примерная структура зимнего рациона коров в период раздоя следующая (%): сено — 15–17, сенаж — 13–15, силос — 15–20, корнеплоды — 12–15, концентраты — 30–35. При содержании на привязи коров доят в стойлах коровника доильными аппаратами в молокопровод или переносные ведра, а при беспривязном содержании используют автоматическую привязь и установки типа «Тандем» или «Елочка». Для «Елочки» подбирают группы животных с одинаковой продолжительностью доения.

Развитие молочного животноводства идет по пути роботизации технологических процессов и операций [108]. Для роботизации были выбраны в первую очередь наиболее трудоемкие операции. Пооперационный анализ затрат труда на весь технологический процесс производства молока показал, что наибольшее количество времени отнимает выполнение трех операций: доение (37% от общих трудовых затрат), раздача кормов (26,5%), очистка стойл и проходов от навоза (15,5%). Из расчета затрат труда по дополнительным показателям видно, что и по затратам физической энергии наиболее трудоемкими являются раздача кормов (32,9%) и доение (32,2%). Затраты энергии персонала, связанные с кормлением животных и уборкой навоза, в целом составляют 56,7%. В связи с этим разработчики автоматизированных систем создали роботы для кормления и доения животных, очистки проходов помещений от навоза.

*Поение животных.* Одним из обязательных условий высокой молочной продуктивности коров является обеспечение их водой требуемого качества в необходимом количестве (молоко состоит из воды на 87%). Так, для производства 1 л молока корове необходимо 3–4 л воды (в зависимости от времени года). Для поения крупного рогатого скота выпускается широкая гамма поилок, эффективно снабжающих водой все половозрастные группы животных молочных и мясных пород при различных способах их содержания. Основные требования к оборудованию для поения животных — долговечность, надежность, удобство монтажа и обслуживания, обеспечение требуемого санитарного состояния воды и сокращение ее расхода, возможность работы в холодное время года и др. [108]. Долговечность современных поилок повышается в первую очередь за счет использования для их изготовления

современных конструкционных материалов: специальной полированной стали, литого алюминия, нержавеющей стали.

В настоящее время за рубежом большое распространение получила система содержания крупного рогатого скота в помещениях с ненормированным микроклиматом (неотапливаемые коровники). В этом случае, а также при нахождении животных на пастбище к поильному оборудованию в холодное время года предъявляется дополнительное требование: оно не должно замерзать при отрицательной температуре воздуха. В настоящее время для предотвращения замерзания воды в поилках разработаны различные технические решения, которые условно можно разделить на две группы: поилки без подогрева воды и поильное оборудование с устройствами для подогрева. Одним из путей обеспечения бесперебойной работы поилок без подогрева воды является надежная теплоизоляция корпуса поилки и системы подвода воды. Поильная чаша должна быть также закрыта и сверху.

Для поения животных на пастбищах, где отсутствуют системы центрального водоснабжения, разработаны насосы, обеспечивающие подъем воды с глубины до 50 м, что предотвращает ее замерзание в холодное время года.

*Приготовление и раздача кормов.* Одна из основных тенденций развития техники для молочного и мясного скотоводства — разработка и производство разнообразных по конструктивному исполнению и функциональным возможностям машин для приготовления и выдачи кормов. Это предоставляет товаропроизводителям широкие возможности комплектования оптимального состава парка техники для эффективного кормления животных с учетом всех особенностей каждого предприятия: размера фермы, специализации, уровня развития инфраструктуры, технического оснащения, технологии кормления, кормовых рационов и др. В настоящее время за рубежом в молочном и мясном животноводстве в основном используют технологию, при которой все виды кормов раздаются животным одновременно в виде сбалансированной по питательности кормосмеси. Для этого разработаны и выпускаются универсальные транспортно-технологические комплексы, получившие название смесителей-кормораздатчиков (иногда их еще называют миксерами, кормосмесителями и т. д.).

Раньше в зарубежных хозяйствах были популярны горизонтальные кормосмесители, и доля смесителей-кормораздатчиков с горизонтальной системой измельчения-смешивания (с одним, двумя, тремя или четырьмя шнеками) на европейском рынке до последнего времени превышала половину всего объема продаж. В настоящее время большинство изготовителей этой техники отмечают резкое повышение спроса на смесители-кормораздатчики с вертикальной системой измельчения-смешивания.

Тенденция увеличения спроса на данное оборудование обусловлена стремлением к высокому качеству приготовления смесей с сохранением структуры кормов. Кроме того, оно имеет простую конструкцию, хорошо разделяет тюки и рулоны, удобно в эксплуатации и обслуживании. В расчете на 1 м<sup>3</sup> бункера вертикальные кормосмесители дешевле горизонтальных, имеют меньше быстроизнашивающихся деталей, легче переоборудуются на двустороннюю раздачу корма.

Несмотря на очевидные достоинства вертикальных кормосмесителей, изготовители ведут активную работу по совершенствованию конструкции этого оборудования. В новых кормосмесителях высокое качество смешивания обеспечивается за счет размещения вертикальных шнеков машины на разной высоте с интервалом не менее 15 см. Конструкция системы измельчения-смешивания обеспечивает эффективную циркуляцию потоков кормосмеси по всему объему бункера машины, что способствует приготовлению высококачественных кормов из любых исходных компонентов: длинноволокнистых, измельченных, влажных, слипшихся и др.

Другая особенность нового кормосмесителя — гидравлический привод его рабочих органов от двух установленных последовательно насосов различной производительности, работа которых контролируется электронной системой, позволяющей бесступенчато регулировать частоту вращения шнеков в диапазоне 0–44 мин<sup>-1</sup>. Благодаря этому оператор может выбирать оптимальный режим работы кормосмесителя в зависимости от исходных компонентов кормосмеси. Кроме того, гидравлический привод позволяет избежать перегрузки двигателя во время запуска рабочих органов при заполненном бункере смесителя. По желанию заказчика кормосмеситель может быть оснащен и механическим приводом.

Качество приготовления кормосмеси в значительной степени зависит от строгого соблюдения соотношения компонентов, вводимых в бункер машины. Точная загрузка возможна благодаря весоизмерительному терминалу смесителя-кормораздатчика, оснащенного современной весоизмерительной системой. Например, каждый из трех тензодатчиков, входящих в стандартную комплектацию электронной системы взвешивания кормосмесителей фирмы Trioliet Mullos B.V., имеет два датчика натяжения. Показания каждой пары датчиков суммируются, и вычисляется средняя величина, что обеспечивает высокую точность определения находящейся в бункере массы корма.

Для повышения точности и надежности работы датчиков весоизмерительного терминала фирма Kuhn оборудует свои кормосмесители в стандартной комплектации независимой рамой. Бункер устанавливается на раме на трех тензодатчиках в моделях с одним вертикальным шнеком и на четырех — в моделях с двумя вертикальными шнеками. У всех кормосмесителей серии Feeder VM разделены шасси и бункер машины, это предотвращает перегрузки в конструкции бункера. Прицепное устройство непосредственно соединено с рамой шасси и не оказывает влияния на датчики системы взвешивания, что позволяет осуществлять загрузку компонентов в машину, не агрегируемую с энергетическим средством. Для предотвращения дополнительной нагрузки на датчики весов поперечный транспортер монтируется на раме шасси.

Одним из направлений совершенствования электронных систем взвешивания является повышение удобства работы обслуживающего персонала. При этом активно используются последние достижения научно-технического прогресса в этой области. Примером может служить беспроводная система электронного взвешивания Feed Manager, которой оснащаются все модели смесителей-кормораздатчиков серии Feeder VM фирмы JF-Stoll. Она состоит из главного и портативного терминалов, которые по беспроводному каналу

связи получают от кормосмесителя данные о загрузке. Терминалы взаимодействуют между собой. Главный терминал с дисплеем может быть установлен там, где это удобно оператору, но обычно его располагают в кабине погрузчика, чтобы можно было постоянно контролировать процесс загрузки. Управление всеми функциями производится с терминала. С дисплея главного терминала можно считывать дату, время и текущее количество кормосмеси в бункере, а также создавать, запускать и (или) пересылать на портативный терминал планы кормления.

Портативный терминал обычно находится в кабине погрузчика компонентов кормосмеси. При оснащении его аккумуляторной батареей он может размещаться там, где это необходимо. Возможна поставка дополнительных портативных терминалов, которые будут работать совместно с главным.

Система Feed Manager контролирует весь процесс кормления. Ее программное обеспечение позволяет осуществлять выгрузку кормосмеси по различным вариантам: порционно (раздача корма выполняется через определенные интервалы отдельными порциями, например по 500 кг, или по принципу процентного распределения, например, кормосмесь делится на 4 равные части по 25%) или по группам животных (возможна раздача до пяти порций различного объема). Раздачу каждой порции можно наблюдать на дисплее, окончание процесса сопровождается звуковым сигналом. В современных изменяющихся условиях сельскохозяйственного производства эффективность использования парка машин связана с их универсальностью. Одним из путей создания многофункциональных смесителей-кормораздатчиков, приспособленных к изменяющимся условиям работы, является их конструктивное исполнение по модульному принципу.

Концепция модульного построения машин воплотилась в конструкции вертикальных смесителей-кормораздатчиков серии Feeder VM фирмы JF-Stoll. Например, при увеличении обслуживаемого поголовья вместимость кормосмесителя VM 8-1 с помощью монтажа надставки может быть легко увеличена на 2 м<sup>3</sup> (VM 10-1 S). По этому пути в настоящее время идут и другие производители кормосмесителей. Например, для хозяйств, предполагающих в ближайшей перспективе увеличить поголовье коров, фирма Kuhn предлагает вертикальные смесители-кормораздатчики Euromix I серий 70 и 80, вместимость которых можно увеличить с помощью надстройки на существующий бункер дополнительной емкости. При этом вместимость бункеров моделей с одним вертикальным шнеком может быть увеличена на 2 или 4 м<sup>3</sup>, а с двумя — на 4 или 6 м<sup>3</sup>.

При строительстве или реконструкции ферм нередко изменяются условия раздачи кормосмеси животным. В связи с этим предлагаются различные варианты эффективного использования техники в новых условиях. Например, конструктивное решение кормосмесителей серии Feeder VM позволяет во время изготовления или позднее (при возникновении необходимости) установить на бункере машины до пяти разгрузочных люков различного исполнения. Совершенствуются и раздаточные устройства смесителей-кормораздатчиков. Если раньше выгрузка кормосмеси производилась очень неравномерно через окна в бункере машины, то в последнее время

для этой цели чаще используются раздаточные устройства — поперечные транспортеры с возможностью их размещения и во фронтальной части машины, и сзади бункера для раздачи кормосмеси на обе стороны. При этом для повышения надежности и уменьшения шума используют изготовленную из резины или полимерных материалов ленту транспортера. Все это значительно повышает равномерность раздачи корма вдоль кормушки. Транспортеры устанавливаются и сбоку бункера машины. Высоту раздачи можно изменять посредством гидропривода, управляемого из кабины. Это позволяет раздавать кормосмеси и на кормовой стол, и в кормушки. Для увеличения высоты выгрузки поперечные транспортеры оснащают специальными надставками-удлинителями с возможностью регулировки по высоте (фирма Trioliet Mullos B.V.).

В последнее время на кормосмесители в боковой или задней части бункера устанавливают ленточные элеваторы с возможностью регулирования угла наклона. Такие устройства позволяют осуществлять выгрузку приготовленной кормосмеси даже непосредственно в транспортные средства.

Для использования на фермах с узкими кормовыми проездами и низкими въездными воротами предлагаются смесители-кормораздатчики с меньшей габаритной шириной (Feeder VM-1S) и высотой (Feeder VM-1).

Одним из перспективных путей создания универсальных машин является расширение функциональных возможностей смесителей-кормораздатчиков. Например, ЗАО «Колнаг» и фирма Trioliet Mullos B.V. предлагают потребителям смеситель-кормораздатчик с измельчителем-выдувателем соломы на подстилку Trioliet Solomix P, который по сравнению с аналогами имеет ряд преимуществ. Во-первых, благодаря размещению механизма выдувания соломы в вентилятором и поворотным раструбом в передней части машины обеспечивается хороший обзор — оператор может наблюдать за рабочим процессом распределения подстилки. Во-вторых, дальность распределения подстилки (в зависимости от влажности соломы) достигает 18 м за счет широкого диапазона регулирования положением раструба: на 30° влево/вправо, на 5° вверх и на 58° вниз. При этом обеспечиваются высокая равномерность распределения подстилки высотой до 15 см и возможность перемещения агрегата с остановками. К преимуществам устройства также можно отнести низкое потребление энергии и высокую надежность.

На фермах с небольшим количеством животных и кормлением сбалансированными смесями не всегда целесообразно использовать собственный смеситель-кормораздатчик. В этом случае наиболее эффективно применение самоходных машин, способных обеспечить кормление животных смесями на нескольких малых фермах, расположенных по соседству.

Одним из этапов совершенствования техники для приготовления кормосмесей с учетом развития инфраструктуры предприятий стало создание стационарных кормосмесителей, которые могут быть использованы в качестве малогабаритных кормоцехов на объектах различного размера. Фирма Trioliet Mullos B.V. предлагает потребителям серию стационарных вертикальных смесителей с электроприводом Solomix 1, Solomix 2 и Solomix 3 соответственно с одним, двумя и тремя шнеками и широким диапазоном вместимости

бункера. После приготовления кормосмесь может раздаваться животным имеющимися в хозяйстве стационарными транспортерами, обычными кормораздатчиками и другими способами.

Для небольших ферм с отдельным типом кормления выпускается специальное малогабаритное оборудование для раздачи силоса, отличительной особенностью которого является возможность присоединения к задней навеске энергетического средства.

Все большее практическое применение находят блочные силосорезки, основными преимуществами которых являются гладкая поверхность среза силоса в бурте, отсутствие изменений в структуре силоса вырезаемого блока и значительный объем единовременного отбора силоса (объем блока до 2,8 м<sup>3</sup>). Выпускаются блочные силосорезки без возможности раздачи корма и такие, конструкция которых позволяет выполнять раздачу. Первые используются для загрузки смесителей-кормораздатчиков без устройств для самозагрузки, вторые — для забора силоса из бурта, транспортировки и раздачи блоков корма животным на малых фермах.

Для приготовления и раздачи сбалансированных по питательности кормосмесей разработаны и выпускаются роботизированные системы. В зависимости от их состава, конструкции и функциональных возможностей применяются в основном две технологические схемы кормления. По одной из них приготовление и раздача кормосмеси осуществляются разными техническими средствами. Для приготовления кормосмесей в этом случае, как правило, используют традиционные стационарные смесители-кормораздатчики с приводом от электродвигателя или валом отбора мощности (ВОМ) трактора. В большинстве случаев применяются кормосмесители с вертикальными рабочими органами в бункере машины; их количество зависит от требуемого объема приготавливаемой смеси. Загрузочные устройства выполняются в виде различных транспортеров — ленточных, скребковых, шнековых и др. Приготовленная кормосмесь раздается подвесным кормораздатчиком бункерного типа. В другом случае приготовление смеси (дозирование и смешивание предварительно измельченных кормов) и раздача производятся подвесным кормораздатчиком бункерного типа с расширенными функциональными возможностями (благодаря наличию систем электронного взвешивания и смешивания).

*Доение животных.* Доение — одна из наиболее сложных и трудоемких работ во всем технологическом процессе производства молока. Наряду с кормлением, содержанием и наследственностью доение существенно влияет на молочную продуктивность.

Выделение молока из вымени коровы — сложный рефлекторный процесс. Для успешного доения коров необходимо соблюдать следующие условия: нежное обращение с животными; отсутствие шума; временной интервал между подмыванием вымени и надеванием стаканов доильного аппарата не более 1 мин; благоприятная окружающая обстановка для проявления рефлекса молокоотдачи; энергичное обтирание вымени, так как нервные окончания заложены достаточно глубоко в тканях соска и при слабом прикосновении рефлекс молокоотдачи проявляется слабее; обязательный массаж вы-

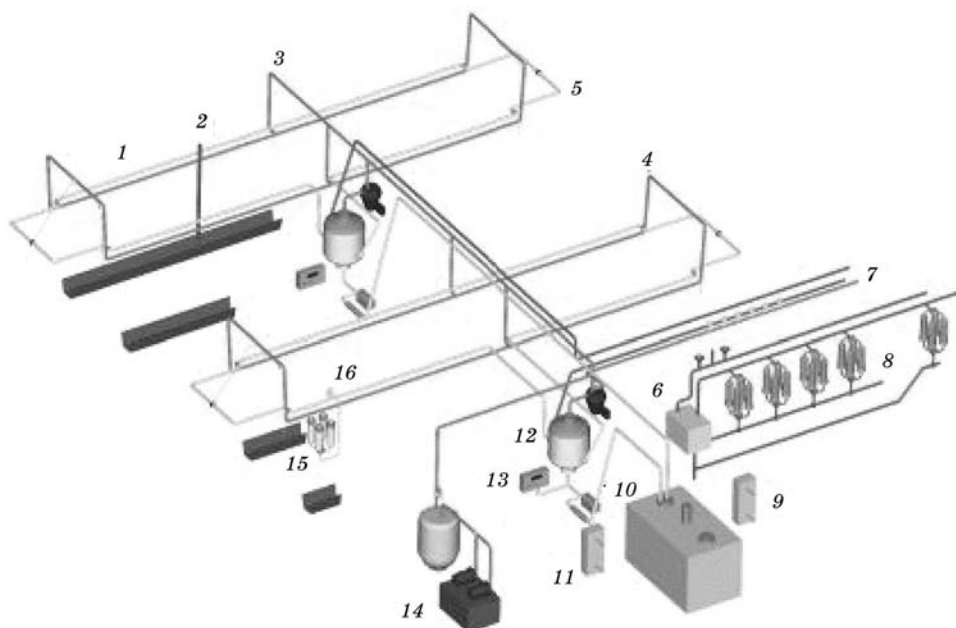


Рис. 3.3  
Схема доильной установки с молокопроводом УДМ-100/200

мени после обтирания; отсутствие у коровы боли от доильного аппарата; одно и то же время доения.

Кратность доения обусловлена вместимостью вымени, т. е. объемом молока, который способна накапливать корова. Синтез и секреция молока в вымени идут почти непрерывно. Особенно велика их интенсивность сразу после доения. Молоко сначала заполняет альвеолы, затем молочные протоки и ходы, потом молочную цистерну. При этом давление в вымени возрастает, но очень незначительно.

Основными тенденциями развития доильного оборудования являются повышение производительности, сохранение здоровья животных и полная автоматизация процесса производства молока. Наиболее совершенное отечественное доильное оборудование с молокопроводом разработано во Всероссийском научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) и в научно-производственном предприятии «Фемакс» [106]. Доильная установка с молокопроводом УДМ-100/200 (рис. 3.3) включает: две (для УДМ-100) или четыре (для УДМ-200) ветви молокопровода из нержавеющей стали (1); вакуум-проводы (4) из оцинкованной трубы; совмещенные молоковакуумные краны (16), унифицированные с серийным краном; монтажные кронштейны (2); один или два молокоприемных узла (12); молочную арматуру с пыжеулавливателем (11); программируемый электронный автомат промывки (6); молочный фильтр (10); стенд для промывки доильных аппаратов (8); молокопроводные арки с устройствами подъема (5); магистральный вакуум-провод из ПВХ-труб (3); водокольцевые

Таблица 3.14

## Технические характеристики доильных установок УДМ-100/200

Технические характеристики	УДМ-100	УДМ-200
Обслуживаемое количество коров	100	200
Количество дояров, чел.	2	4
Пропускная способность за 1 час основного времени при работе с тремя доильными аппаратами, коров/ч	50	100
Максимальное количество одновременно доящихся коров:		
при трех доильных аппаратах	6	12
при четырех доильных аппаратах	8	16
Вакуумметрическое давление, кПа	47–49	47–49
Процесс промывки	Автоматизированный	Автоматизированный
Подъем молокопроводной арки над кормовым проходом	Механизированный	Механизированный
Срок службы до списания, лет	15	15
Трудоемкость монтажа, чел.-ч, не более	450	600
Удельный расход электроэнергии с учетом времени промывки, кВт-ч/короводойка, при трех доильных аппаратах, не более	0,15	0,15

вакуумные установки (14); промывочную трубу (7); устройство для управления молочным насосом и группового учета молока (13). Все установки комплектуются либо многофункциональным блоком «Фематроник-С» для учета молока от 100 коров, либо учетно-транспортным блоком УТБ-50 на каждые 50 коров. По сравнению с серийной доильной установкой АДМ-8 в 3 раза сокращено количество стыков, обеспечен стабильный вакуумный режим, увеличена надежность и снижена трудоемкость обслуживания и ремонта [106]. Технические характеристики доильных установок УДМ-100/200 приводятся в таблице 3.14.

За рубежом требование высокой производительности с одновременным уменьшением трудозатрат обусловило широкое использование технологии производства молока с беспривязным содержанием животных. Доеение осуществляется в доильных установках (доильных залах) типов «Тандем», «Елочка», «Параллель» и «Карусель». Доильные залы «Тандем», где каждый бокс оборудован входом и выходом для животных, обеспечивают высокий уровень индивидуального обслуживания коров. Однако, поскольку на зарубежных фермах достигнут приемлемый уровень равенства молочного стада по продуктивным и другим показателям, наибольшим спросом у потребителей пользуются групповые доильные установки типов «Елочка», «Параллель» и «Карусель». Они отличаются от установок «Тандем» не только более высокой производительностью, но и меньшей занимаемой площадью, что сокращает радиус рабочей зоны дояра.

Производительность труда при доении находится в прямой зависимости от затрат времени на обслуживание животных. С учетом того, что длительность собственно доения остается практически неизменной, основным путем



повышения производительности доильной установки является сокращение времени на выполнение подготовительных и заключительных операций. Это возможно за счет быстрого входа, позиционирования и выхода животных, применения различных вспомогательных устройств, автоматизации заключительных операций и др.

Для обеспечения быстрого входа животных доильные установки оборудуются широкими, хорошо освещенными проходами. При этом место для прохода коров не должно иметь препятствий. Однако не все коровы охотно идут в зону доения. Зачастую возникает необходимость в ручном подгоне их к доильной установке, что вызывает не только увеличение затрат живого труда, но и нарушение ритмичности доения и, значит, снижение производительности. Для устранения этого недостатка фирма WestfaliaSurge GmbH (Германия) разработала автоматические устройства Cowmander 007 и Cowmander 015. Они обеспечивают равномерный и спокойный подгон коров, готовых к доению, из зоны ожидания к доильной установке, добываясь оптимального ритма доения. Автоматическое управление регулируется с учетом конструкции доильной установки и зоотехнических требований к групповому содержанию животных.

Для эффективной организации процесса доения важно быстрое и правильное размещение коров в доильных станках и своевременное их освобождение. В настоящее время разработаны системы для группового и индивидуального позиционирования животных в доильных боксах (за рубежом эту операцию называют *индексацией*).

Система группового позиционирования включает ограничители движения животного с фронтальной и тыльной сторон, разделительные перегородки (в залах типа «Параллель»), а также входные двери, являющиеся неотъемлемой частью системы группового индексирования. Так, в доильных залах типа «Параллель» серии *ComfortTop* фирмы WestfaliaSurge GmbH входные двери закрываются рядом с последним доильным местом и обеспечивают хорошее позиционирование всей группы. Регулировка фронтального ограничителя позволяет настроить его индивидуально под животных любого размера. Со стороны доильной ямы расположены широкие желоба-туалеты из нержавеющей стали для приема фекальных масс.

Ряд фирм (например, Vou-Matic Gascoigne Melotte, США) для группового позиционирования животных в доильных залах типа «Елочка» устанавливают фронтальные подвижные упоры, что позволяет регулировать длину доильного места в зависимости от размеров животных, обеспечивая их правильное позиционирование. По окончании доения грудной упор отводится назад, освобождая проход и ускоряя выход коров из установки.

Для индивидуальной индексации доильные боксы оснащаются устройствами, которые могут без участия оператора настраиваться под размеры каждого животного. Так, в доильных залах *Global 90i* типа «Параллель» фирмы WestfaliaSurge GmbH индивидуальное позиционирование коров обеспечивается активными выходными воротами, отдельные секции которых под воздействием собственной массы мягко прижимают холку животного назад к доильной яме. Таким образом коровы занимают положение, оптимальное для

доения. Любая секция выходных ворот напротив каждого животного при необходимости может открываться независимо от других, что позволяет выгнать ту или иную корову из поголовья.

Для обеспечения быстрого выхода животных с доильного места используют, как правило, одновременно поднимающиеся передние ограждающие конструкции. В некоторых случаях фронтальные ограждения выполняются в виде поворотных устройств, которые обратной стороной подталкивают к выходу задержавшихся животных.

По мнению ряда зарубежных специалистов, наиболее перспективным является применение на крупных молочных фермах доильных залов типа «Карусель», обеспечивающих поточный принцип работы в сочетании с автоматизацией большинства операций и узкой специализацией операторов. Такое оборудование в настоящее время изготавливают практически все производители доильной техники. Например, фирма WestfaliaSurge GmbH производит серию доильных залов AutoRotor: внешнюю «Карусель» с доильными стойлами типа «Параллель» — мод. AutoRotor Magnum 90, AutoRotor Magnum 90-S, AutoRotor Global 90, Global 70 (оператор находится с внешней стороны платформы); внутреннюю «Карусель» с доильными стойлами типа «Елочка» — AutoRotor Magnum 40 (оператор находится во внутренней части платформы).

Фирма Bou-Matic Gascoigne Melotte продвигает новые доильные залы типа «Карусель»: Monza Interieur — доильные стойла типа «Елочка» (подключенные доильных аппаратов сбоку или между задних ног животного, оператор и доильная аппаратура размещены внутри платформы); Monza Exterieur — доильные стойла типа «Параллель» (подключение доильных стаканов между задних ног животного, оператор и доильная аппаратура размещены снаружи платформы).

Для сокращения затрат времени и физического труда операторов в последнее время разработаны различные вспомогательные устройства. Так, все доильные залы фирмы WestfaliaSurge GmbH могут быть оснащены функциональным манипулятором для доения PosiControl, который во время подготовки коровы к доению держит доильный аппарат вне зоны досягаемости животного, а затем приводит его в удобное для оператора положение. Во время доения PosiControl контролирует правильное позиционирование доильного аппарата на вымени коровы, а по окончании — быстро, но бережно снимает его с вымени и без соприкосновения с ногами коровы переводит в чистую зону под платформой. Встроенное снизу PosiControl приемное устройство доильных аппаратов опускается для их промывки, а во время доения закрывается, оставаясь все время чистым. Свои доильные залы «Параллель» фирма оснащает также устройством CounterBalance, обеспечивающим поддержку и перемещение доильных шлангов. В комплект поставки доильных залов может входить прибор для управления доением DeMax80, который осуществляет легкое снятие доильных аппаратов с приемных устройств и автоматический запуск процесса доения с помощью функции EasyStart.

Одной из наиболее распространенных причин заболевания сосков вымени является «холостое» доение, которое чаще всего возникает в конце процесса.

«Холостое» доение нельзя исключить полностью, но с помощью современных приспособлений можно его минимизировать. Для автоматизации заключительных операций доения применяются специальные манипуляторы — автосъемники, работа которых контролируется микропроцессором в зависимости от уровня молокоотдачи. До недавнего времени считалось, что «холостое» доение начинается, когда скорость молокоотдачи снижается до 200 мл/мин. Однако современные исследования показывают, что «холостое» доение отдельных четвертей вымени может возникнуть уже при 400 мл/мин. Поэтому ставится задача повысить пороговую величину съема доильных аппаратов до 250–300 мл/мин, а в некоторых случаях и до 400 мл/мин. Зарубежные исследования показывают, что повышение порога отключения доильного аппарата с 200 до 400 мл/мин приводит к снижению повреждения сосков с 67 до 54%, случаев клинического мастита — с 0,75 до 0,25 в день на 100 коров.

Различные вспомогательные устройства, делающие более удобной работу оператора, и автоматизация заключительных операций доения сокращают затраты труда и в оптимальных условиях позволяют одному работнику обслуживать до 20 коров. Это значительно повышает его производительность труда и приводит к сокращению трудозатрат доильной установки в целом. Дальнейшее увеличение количества доильных аппаратов, приходящихся на одного дояра, продлевает время пребывания групп животных в доильном зале, что означает для них стресс и негативные последствия для здоровья и продуктивности. Пропускная способность одного доильного бокса при этом снижается, что увеличивает общую продолжительность дойки для всего стада.

Качественное проведение преддоильных операций и своевременное выполнение заключительных действий требуют от оператора постоянного контроля интенсивности молокоотдачи. Но так как у животных разная продолжительность доения как в целом по вымени, так и по каждой доле, оператор, работая с тремя или четырьмя доильными аппаратами, не в состоянии вовремя отследить или из-за некомпетентности правильно оценить и быстро отреагировать на изменение этого показателя. Доильный аппарат вследствие конструктивных особенностей также не может адекватно воспринять изменение интенсивности потока молока в процессе молоковыведения. Поэтому возникают отклонения от заданных режимов функционирования подсистем «доильный аппарат — молочная железа», «оператор — молочная железа». В результате снижается молочная продуктивность, возрастает заболеваемость коров маститом, сокращается лактационный период. В связи с этим наиболее целесообразно использовать такое доильное оборудование, которое обеспечивает автоматическое управление режимом доения коров в соответствии с физиологическими и функциональными особенностями долей вымени и исключает указанные отклонения в технологической системе машинного доения.

За рубежом созданы и активно используются автоматизированные системы — доильные роботы, что можно расценивать как один из этапов создания системы точного животноводства. Прогнозируется, что доильные роботы окажут такое же революционное воздействие на молочное скотоводство, какое в свое время оказали на организацию уборки урожая самоходные зерноуборочные комбайны.

Таблица 3.15

## Влияние молочной продуктивности коров на частоту их доения

Число доений	Число коров	Суточный надой от одной коровы, л		
		средний	минимальный	максимальный
1	2	16,3	—	—
2	20	26,7	16,2	38,9
3	30	30,1	15,8	42,3
4	11	38,0	20,0	51,5

В последнее время в ряде европейских стран доля доильных роботов на первичном рынке уже достигает 20–80% (в Дании и Швеции около 60%, в Финляндии 80%). В Германии, где до недавнего прошлого доля доильных роботов среди проданных новых доильных установок не превышала 10%, в 2009 г. увеличилась до 50%. В целом на молочных фермах мира (в основном в Западной Европе) работает около 10 000 доильных роботов, большинство из которых изготовлены фирмами Lely и DeLaval (Швеция).

Эффективность роботизированных систем для доения коров обусловлена не только известными преимуществами автоматизации индустриального производства (исключение ручного труда, повышение интенсивности использования оборудования и т. д.), но и достижением технологического эффекта за счет создания физиологически более благоприятных условий для молочного скота.

Использование роботов для доения коров привело к возникновению новой технологии, которая заключается в самообслуживании животного: корова сама выбирает сроки и частоту посещений доильного бокса. Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно идут в доильный бокс.

Исследования немецких специалистов (при доении 63 коров роботом фирмы Lely) показали, что число доений, выбираемое животными, зависит главным образом от их продуктивности. Так, коровы со средним суточным надоем молока 16,3–26,7 л (35% от общего количества животных) посещали доильный бокс до 2 раз в сутки; со средним суточным надоем молока 30,1 л (48% от общего поголовья) — 3 раза; а 4 раза приходили в доильный бокс коровы, средний суточный удой которых составил 38 л (табл. 3.15).

Увеличение частоты доения благотворно сказывается на здоровье вымени и способствует повышению продуктивности до 15%. Однако для доения роботом пригодны не все животные. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15% коров.

Общие требования, которым должны отвечать коровы при доении роботом:

- высокая молочная продуктивность и уровень молокоотдачи;
- плотно прикрепленное вымя, одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых находится не ниже 33 см от уровня пола;
- минимальное расстояние между задними сосками 3 см, между передними — 12,5 см;
- диаметр сосков в пределах 1,5–3,5 см;
- задние соски ниже самой низкой части вымени на 3 см;

- передний сосок находится на расстоянии не менее 7 см от заднего;
- угол отклонения сосков от вертикали не превышает 30°;
- диагональное расположение сосков не допускается;
- животное должно быть активное, со здоровыми копытами; нервные коровы подлежат выбраковке.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНЫХ

Одной из основных тенденций в современном молочном скотоводстве является сокращение затрат на ремонт стада за счет продления продуктивной жизни коров, в частности посредством создания оптимальных условий их содержания. Разработчики нового оборудования для комфортного содержания животных руководствуются результатами исследований их поведения при использовании существующего стойлового оборудования и в естественных условиях. Исходя из этого, специалисты компании Cowhouse International BV (Нидерланды) создали так называемую зону комфорта, обеспечивающую свободу движений в соответствии с естественными потребностями коров. Проведенные с помощью видеосъемки исследования показали, что в «зоне комфорта» коровы ложатся на 45 мин раньше, чем в боксах традиционной конструкции. Отличительной особенностью «зоны комфорта» является комплексное решение проблемы размещения животных в коровнике. Она включает все необходимые технические аспекты создания для коров условий содержания, максимально приближенных к естественным.

Продолжительность пребывания животных в лежачем положении в значительной мере зависит от поверхности бокса. Если поверхность некомфортна для коровы, то существенно сокращается продолжительность лежания (6–8 ч вместо 12–14), что приводит к заметному снижению продуктивности. Кроме того, когда корова ложится, то на расстоянии 20–30 см от поверхности земли она перестает контролировать свое тело и переносит всю его массу в состоянии падения на нижние конечности. Нагрузка, приходящаяся на небольшую поверхность конечностей при падении коровы, чья масса может достигать 700 кг и более, огромна. На пастбище она компенсируется упругим естественным покрытием, которое также служит хорошей опорой при подъеме животного и предотвращает опасность скольжения. В отличие от естественного грунта, бетонный пол в коровниках слишком жесткий и неудобный, что оказывает вредное воздействие на копыта животного. Поэтому в промышленности производится специальное покрытие для боксов, так называемый подножный мат, который обеспечивает комфортные условия для отдыха коров, сравнимые с естественными. Особенностью покрытия является то, что оно не восприимчиво к конденсации, возникающей при сырой погоде, и легко очищается от загрязнений. Таким образом, животное всегда остается на сухой поверхности, что препятствует размножению бактерий. В комбинации со слоем опилок или измельченной соломы маты создают комфортные условия, максимально приближенные к естественным. В Нидерландах благодаря применению новых концепций содержания коров, одной из которых является «зона комфорта», удалось продлить срок их продуктивности с 3,5 до 4,2 лактации.

### Уборка навоза

Регулярное и полное удаление навоза из помещений является необходимым условием получения высококачественной продукции животноводства, обеспечения требуемого микроклимата и санитарного состояния ферм, сохранения здоровья животных и обслуживающего персонала. Между тем уборка навоза — один из наиболее трудоемких процессов на ферме. Чтобы облегчить труд работника и добиться качественной и своевременной уборки, за рубежом разработаны автоматизированные системы удаления навоза.

Конструктивное исполнение навозоуборочных роботов зависит главным образом от их назначения, т. е. от того, для уборки каких навозных проходов они предназначены: со сплошными или целевыми полами. Так, для очистки проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, обеспечивающие сбор навоза с поверхности и транспортировку всей массы к поперечному сборному навозному каналу. Автоматизированные навозоуборочные системы такой конструкции изготавливает ряд ведущих производителей. Так, французская фирма Sermar Sas (торговая марка MIRO) для уборки подстилочного и бесподстилочного навоза из проходов со сплошными полами разработала автономную установку Scarabeo, основными частями которой являются скрепер с регулируемыми боковыми лопастями, блок управления, зарядное устройство и направляющий профиль. Корпус скрепера установлен на колесах, приводимых в движение мотор-редуктором с двумя аккумуляторными батареями. При возврате в исходное положение скребки на корпусе скрепера и боковых лопастях автоматически приподнимаются. На конечной станции аккумулятора заряжаются от зарядного устройства. Направление движения установки задается путем взаимодействия направляющего профиля скрепера с желобом в навозном проходе помещения. Это позволяет перемещать установку по кривой радиусом до 4 м. Кроме того, при разветвлении навозных проходов предусмотрена возможность использования системы стрелок (по аналогии с железнодорожными путями) и уборки навоза поочередно из каждого прохода. Блок управления обеспечивает работу установки в полностью автоматическом режиме по установленной программе с возможностью дистанционного управления. Безопасность эксплуатации обеспечивает функция остановки робота при столкновении с препятствием. Одна установка может выполнить уборку навоза из нескольких навозных проходов длиной до 100 м.

### Переработка навоза

Перспективными направлениями переработки навоза являются компостирование и метановое сбраживание с получением биогаза.

*Биогаз* — смесь газов, состоящая в основном из метана и углекислого газа, образующаяся в процессе метанового брожения органического вещества. В отличие от природных ископаемых, биогаз является возобновляемым источником энергии. Он содержит около 60–70% метана, 30–35% углекислого газа, 2–3% азота, 1–2% водорода и до 1% кислорода, при этом минимальное значение теплоты сгорания не превышает 20–22 МДж/м<sup>3</sup> (6,5 кВт/м<sup>3</sup>), а метановое число составляет 110–120. Преимущество биогаза заключается в том,

что его можно произвести из местного сырья в любом городе или отдаленном поселке. Как моторное топливо, он по сравнению с нефтяными аналогами имеет более высокую детонационную стойкость, низкую эмиссию вредных веществ и наименьший зольный балласт. По расчетам специалистов из Германии, энергетический потенциал биогаза, полученного с 1 га силосной кукурузы, в 6,2 раза выше, чем биодизеля, полученного с 1 га посевов рапса, и в 3,6 раза — биоэтанола, полученного с 1 га посевов пшеницы.

В биогазовой технологии используется ферментизация — разложение органических материалов в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Технология отличается высокой рентабельностью, так как позволяет утилизировать стоки животноводческих ферм, сельскохозяйственные и бытовые отходы. Одновременно при сбраживании обеспечиваются дезодорация и дегельминтизация навоза, снижение всхожести семян сорных растений и перевод органического удобрения в минеральную форму.

Анализ данных выхода биогаза из различных субстратов показывает, что наиболее эффективно подвергать анаэробной обработке различные растительные материалы: кукурузную зерноотрубную смесь, силосную и зеленую массу, измельченную солому злаковых культур. Однако использование растительных материалов в качестве единственного или основного компонента сбраживаемого субстрата многие специалисты считают нецелесообразным из-за того, что производство или приобретение растительных материалов связано с затратами, которые могут свести на нет рентабельность работы установки. Зарубежные специалисты считают одним из перспективных методов повышения эффективности биогазовых установок анаэробное сбраживание субстратов, представляющих собой смесь навоза сельскохозяйственных животных и так называемых коферментов. В качестве последних предлагается использовать отходы растениеводства или пищепереработки: остатки кормов, солому, зеленую массу с газонов, мельничную пыль, содержимое рубцов животных и др. Повышение производительности биогазовых установок и увеличение выхода биогаза в Европе достигают также за счет применения энзимов и кавитационных деструкторов. Использование энзимов дает значительные результаты при низких дополнительных затратах. Энзимы являются биологическим деструктором биологического сырья. Наряду с ними можно использовать физические деструкторы биомассы, что значительно повысит эффективность и производительность установки. Основные преимущества использования энзимов:

- большой (на 30–40%) выход биогаза и производства электроэнергии без увеличения объемов исходного сырья;
- значительное сокращение периода брожения и, как следствие, экономия на объемах реакторов;
- предотвращение образования корки на поверхности перерабатываемой биомассы в ферментационных реакторах;
- уменьшение содержания примесей газов, сопутствующих процессу образования метана;
- сокращение энергопотребления самой установкой за счет уменьшения вязкости сырья и меньших энергозатрат на его перемешивание;

- увеличение теплопроводности биомассы, экономия тепловой энергии на ее подогрев;
- в случае прекращения использования энзимов производство биогаза можно постепенно вернуть в стандартный режим без каких-либо резких перепадов.

По мнению ведущих ученых, из технологий подготовки навоза к использованию наибольшее распространение в России и за рубежом получило компостирование как наиболее простой и экономически выгодный способ превратить навоз в продукт (органическое удобрение, подстилку, кормовые добавки).

*Компостированию* подвергают подстилочный и полужидкий навоз влажностью не более 92%, который получают при использовании механических систем уборки, а также твердую фракцию, образующуюся после разделения жидкого навоза и стоков [111]. В качестве влагопоглощающих компонентов в основном применяют низинный и верховой торф, солому злаковых культур, древесные опилки, кору, измельченную макулатуру и т. д. Влажность готовой компостной смеси должна быть в пределах 50–70%. Содержание навоза в смеси не менее 15% по а. с. в., отношение углерода к азоту 20:1–30:1. Навоз с влагопоглощающим материалом смешивают при помощи мобильных и стационарных смесителей.

По месту проведения процесса различают компостирование на открытых площадках в буртах и в стационарных установках различных типов. Ускоренное компостирование в стационарных установках является более технологичным и управляемым по сравнению с использованием открытых площадок. Сравнительная изолированность от окружающей среды позволяет контролировать температурный, влажностный и воздушный режимы в заданных технологических пределах. Время от начала до окончания процесса сокращается с 3–4 месяцев до 4–14 суток. Поэтому производство компостов в стационарных установках является предпочтительным.

В настоящее время в России и других странах применяются стационарные установки ускоренного компостирования органического сырья следующих основных типов: барабанные, туннельные, камерные, контейнерные.

Различают установки непрерывного и циклического действия. Большинство установок, применяемых в сельскохозяйственном производстве, заимствовано из технологий переработки отходов коммунального хозяйства, применяемых для обеззараживания твердых бытовых отходов и осадка сточных вод населенных пунктов.

#### ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА

Молоко — ценнейший продукт питания и сырье для приготовления разнообразных вкусных и полезных продуктов. Поэтому очень важно, чтобы оно было доброкачественным и как можно дольше сохраняло свои полезные свойства.

Молоко на ферме подвергается механическому и бактериальному загрязнению. Источники загрязнения молока — пыль, чешуйки с кожи сосков, частицы подстилки, прилипшие к вымени, навоз и др. Поэтому перед доением



ем необходимо тщательно подмывать вымя теплой (36–40°C) водой. В молоко попадают также многочисленные микроорганизмы из воздуха и с подстилки, которые быстро размножаются. В связи с этим после каждой дойки доильные аппараты, молочный инвентарь, молокопровод необходимо тщательно промывать дезинфицирующими растворами — сульфанолам кальция или гипохлоритом. Один раз в неделю доильные аппараты разбирают, все детали помещают в ванну с горячим моющим раствором и тщательно моют, используя ерши и щетки. Для выполнения этих работ на ферме постоянно должна быть горячая вода и специальное оборудование для промывки доильных аппаратов. Очень важна также личная гигиена работников фермы. На ферме должна быть специальная, хорошо оборудованная комната для операторов машинного доения. Раз в месяц доярки проходят медицинское обследование.

Качество молока определяется его механической и микробиологической загрязненностью. Чтобы определить механическую загрязненность, молоко пропускают через бумажный фильтр и сравнивают с эталоном. Микробиологическую загрязненность определяют по редуктазной пробе. Микробы, находящиеся в молоке, выделяют фермент редуктазу, который обесцвечивает раствор метиленовой сини. По скорости обесцвечивания оценивают степень микробиологической загрязненности молока.

Главный показатель качества молока — кислотность. Свежевыдоенное молоко имеет слабокислую реакцию, обусловленную наличием лимоннокислых и фосфорнокислых солей кальция. В охлажденном молоке кислотность быстро возрастает, так как в нем размножаются молочнокислые бактерии, сбрасывающие лактозу в молочную кислоту. Если после дойки молоко не охладить, то оно скиснет, так как молочная кислота свертывает основной белок молока — казеин.

Кислотность молока определяют в градусах Тернера (°Т), которые показывают, сколько миллилитров децинормального едкого натра потребовалось на титрование 100 мл молока. Например, если на титрование пошло 21 мл, то кислотность молока равна 21°Т. Свежевыдоенное молоко имеет кислотность 16–18°Т. При приемке на молокозаводе кондиционным считается молоко кислотностью не выше 19°Т. При кислотности 25°Т молоко свертывается при кипячении, а при 65°Т — без нагревания.

Первичная обработка молока (очистка и охлаждение) не должна изменять его натуральных свойств. Молоко очищают от механических примесей, процеживая его через металлическое сито (цедилку) со слоем марли в молочную флягу. Вместо марли можно использовать специальные фильтры фабричного изготовления. Чаще всего для этого употребляют синтетические материалы (лавсан и др.), имеющие много преимуществ перед ватными кружками и марлей. Через один фильтр можно процедить молоко в 2–3 фляги.

При доении в молокопровод и на доильных площадках молоко очищается в очистителе — расширенной части конца молокопровода, в которую вставляют чехол из специальной фильтровальной ткани. Вторично молоко очищают в молочном отделении перед обработкой. Однако для надежной очистки необходимо использовать сепараторы-молокоочистители-охладители.

Охлаждение молока препятствует повышению кислотности. В свежесобранном молоке содержатся бактерицидные вещества, способные затормозить развитие микроорганизмов. Чем быстрее после доения охладят молоко, тем лучше сохраняются его бактерицидные свойства. Молоко доводят до температуры 4–8°C, при которой оно хорошо сохраняется. С этой целью применяют различные охладители и холодильные установки.

Основные тенденции совершенствования оборудования для охлаждения молока на зарубежных фермах — сокращение энергозатрат на охлаждение, обеспечение высокого качества охлаждаемого молока, разработка техники для предприятий разного размера и др.

Одним из основных направлений снижения энергоемкости процесса охлаждения молока зарубежные специалисты считают использование для этих целей оборудования с непосредственным охлаждением (без промежуточного хладоносителя). Такие охладители были представлены на одной из выставок всеми ведущими производителями этой продукции. Например, фирма Pasko International (Бельгия) выпускает горизонтальные танки-охладители непосредственного охлаждения закрытого типа REM/DX. Они представляют собой изотермическую емкость, в которой теплоизоляционным материалом является вспененный полиуретан. Испаритель холодильного танка изготовлен с использованием технологии лазерной сварки, а резервуар — из нержавеющей стали AISI-304. Процессы охлаждения и хранения молока, промывки внутренней полости танка полностью автоматизированы. Закрытая конструкция обеспечивает минимальное влияние микрофлоры коровника на молоко. Данное оборудование имеет индивидуальную калибровку, позволяющую определять количество молока с погрешностью 0,05%.

На сохранение качественных показателей молока большое влияние оказывает скорость охлаждения: чем быстрее происходит процесс, тем лучше. Один из перспективных путей сокращения времени на охлаждение — проведение его в две стадии: на первой выполняется предварительное охлаждение молока, на второй — окончательное охлаждение и хранение. Для предварительного охлаждения используют высокоэффективные пластинчатые проточные охладители. Окончательное охлаждение молока с последующим хранением выполняют в танках-охладителях. Оборудование для этой технологической операции выпускают все ведущие производители холодильной техники.

Для стабилизации высоких качественных показателей молока современные охладители оборудуют эффективными системами автоматической промывки и электронного контроля и управления процессом охлаждения. Так, фирма Serap комплектует охладители молока FIRST SE системой автоматической промывки WASH 2020, которая контролирует подачу холодной и горячей воды и имеет функцию автоматического забора жидких моющих средств.

Охладители Atlas фирмы WestfaliaSurge GmbH, осуществляющие автоматическую промывку, оснащены вращающимися распылительными головками (не зависящими от электропривода мешалок), имеют высокопроизводительный насос (подача воды не зависит от давления в водопроводной сети)

и индикатор уровня воды. Высокое качество промывки обеспечивается благодаря системе AED (динамическая подача воды) и автоматическому дозированию кислотных или щелочных моющих и дезинфицирующих средств непосредственно из емкостей для хранения. Электронная система контроля и управления RL 20 охладителя FIRST SE сохраняет в памяти параметры трех последних циклов охлаждения и мойки. При отклонении этих параметров от требуемых она подает звуковой сигнал тревоги, каждые 15 мин регистрирует и отображает на дисплее температуру охлаждаемого молока, осуществляет диагностику текущего состояния охладителя и информирует об обнаруженных неполадках.

Блок электронного управления Expert танка-охладителя Atlas осуществляет управление и функциональный контроль танка. Все важные данные о работе танка сохраняются в течение двух месяцев. Дополнительно может быть установлена программа Expertise, позволяющая производить регистрацию, представление в графическом виде и анализ данных, сохраненных в блоке Expert. Дополнительно танки могут комплектоваться электронным устройством измерения объема (уровень заполнения определяется автоматически, полученные значения выводятся на дисплей; образовавшаяся пена не влияет на точность измерений — погрешность составляет 0,2%).

Для небольших ферм компания WestfaliaSurge GmbH разработала мобильный охладитель молока JetCool вместимостью 100–850 л. В его конструкции реализован принцип непосредственного охлаждения (установленная мощность 0,75–1,5 кВт). Изготавливается из нержавеющей стали; может передвигаться как вручную, так и с помощью трактора (при большой вместимости). Мобильные охладители молока в различном конструктивном исполнении выпускает и фирма Serap.

### Пастеризация

*Пастеризация* — это нагревание молока от 63°C до температуры несколько ниже точки кипения.

Молоко, получаемое от больных коров (туберкулезом, ящуром, бруцеллезом), пастеризуют в обязательном порядке. Различают следующие виды пастеризации: длительная — нагревание до 63–65°C с выдержкой при данной температуре в течение 30 мин; кратковременная — до 72–76°C с выдержкой в течение 15–20 мин; мгновенная — до 85–90°C без выдержки.

При пастеризации происходит гибель микроорганизмов и споровых форм.

### Сепарирование

Молоко — это жидкость, состоящая из веществ разной плотности (сахара, жира, белка, минеральных солей). Наименьшей плотностью отличается жир, который находится в молоке в виде взвеси мельчайших (диаметром 1–5 мкм) шариков. При отстаивании молока жировые шарики слипаются и всплывают на поверхность. Образующийся жировой слой используют для изготовления сливок, сметаны, масла. Сливки отделяют от молока путем *сепарирования* — разделения, которое происходит под действием центробежных сил в сепараторе.

### 3.4.3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА

Мясо крупного рогатого скота имеет большое значение в питании населения. В мясном балансе страны доля говядины и телятины составляет более 40%.

Крупный рогатый скот сравнительно неприхотлив, его можно разводить в районах с различными почвенно-климатическими условиями.

#### МЯСНЫЕ ПОРОДЫ

Животные специализированных мясных пород отличаются скороспелостью (способностью давать в раннем возрасте относительно большое количество высококачественной говядины), высоким убойным выходом и хорошим качеством мяса. При хорошем кормлении молодняк мясных пород за год достигает живой массы 400–450 кг при убойном выходе 60–65%. От таких животных получают мясо с прослойками жира («мраморное»), обладающее хорошими вкусовыми качествами. К мясным породам относят казахскую белоголовую, герефордскую и др.

Преимущества промышленного способа производства говядины — максимальная механизация и автоматизация производственных процессов, использование биологически полноценных кормов с учетом возраста, живой массы и физиологического состояния животных, создание оптимальных зоогигиенических условий содержания поголовья.

Индустриальная технология производства говядины предусматривает непрерывность процесса выращивания и откорма молодняка по циклическому графику. Также по графику на комплекс завозят телят из закрепленных хозяйств. Согласно технологии, телята поступают на комплекс через каждые 13 дней. Для этого отбирают хорошо развитых, некастрированных бычков в возрасте 10–20 дней средней живой массой 45 кг. Из телят формируют однородные по массе и возрасту группы по 360 голов в каждой. Телят очищают, моют, дезинфицируют и помещают в станки сектора помещений первого периода.

На комплексе, как правило, три помещения первого периода общей вместимостью 3420 голов. Помещения соединены общим коридором. В каждом помещении три сектора вместимостью 360 голов, в секторе 20 станков (клеток), рассчитанных на 18 телят каждый. В каждом станке 2 клапанные автопоилки. Вдоль служебного прохода установлены кормушки для комбикормов и сена. Пол в помещении решетчатый чугунный. На одну голову предусмотрено 1,78 м<sup>2</sup> пола.

После первого периода бычки поступают в помещения второго периода. Пол здесь также решетчатый, из железобетона. На одну голову приходится 2,07 м<sup>2</sup> пола.

Весь производственный цикл на комплексе разделен на два периода и три фазы. Для каждой фазы производственного цикла разработана программа кормления молодняка с учетом возраста, функционального состояния желу-

дочно-кишечного тракта и потребности животных в кормах на запланированный прирост.

За весь технологический цикл (392 дня) на одно животное затрачивается: заменителя цельного молока (ЗЦМ) — 28 кг, люцернового сена — 52 кг, сенажа из люцерны — 2296 кг, комбикорма — 1630 кг, что составляет 2383 корм. ед. и 273,3 кг переваримого протеина. Годовая потребность в кормах промышленного комплекса мощностью 10 000 голов следующая: ЗЦМ — 276,7 т, сено — 513,9 т, сенаж из люцерны — 22 691,4 т, комбикорм — 161 093 т.

В помещениях создают нормальные зоогигиенические условия с помощью систем отопления и вентиляции. Удаление навоза из помещений — самоотечно-сливное. Навоз и моча через щели решетчатых полов поступают в бетонные лотки, расположенные под помещениями. Из лотков навоз попадает в навозохранилище, где в течение 3–4 мес. расслаивается на густую и жидкую фракции.

#### ВЫРАЩИВАНИЕ, ОТКОРМ И НАГУЛ СКОТА

Преимущества откорма скота *на площадках* — низкие производственные затраты, короткие сроки строительства площадок, высокие уровни механизации процессов и производительности труда. Практика показывает, что оптимальная вместимость площадки — 1600–4000 голов.

Известно, что на состояние и продуктивность животных существенно влияют климатические факторы — температура и влажность воздуха, осадки, ветер, инсоляция. Поэтому площадки располагают на южных склонах с уклоном не менее 4–6°, чтобы обеспечить хороший отвод сточных вод. При планировке всей территории предусматривается возможность отбора стока в специальный резервуар или бассейн, расположенный ниже по рельефу.

На выгульных дворах без твердого покрытия необходимо создавать возвышенные участки в виде курганов. Высота кургана в центре составляет 2–3 м, длина склона — 15–20 м, угол наклона — 7–8°. Возвышения формируют в виде пирамиды, чтобы животным было легко заходить на него для отдыха. До наступления ненастной погоды на возвышениях периодически настилают подстилку. Навоз с возвышений 2 раза в год вывозят в поле. Каждый загон площадки со стороны господствующих ветров огораживают деревянным забором высотой 3–3,5 м. С целью предотвращения снегозаносов со стороны господствующих ветров площадки должны быть огорожены изгородью на расстоянии 40–50 м от центра.

Территория площадки, как правило, имеет прямоугольную форму и со всех сторон ограничена помещениями легкого типа, в которых формируют глубокую подстилку или оборудуют боксы длиной 1,7–1,8 м и шириной 0,8–0,9 м. Наиболее целесообразны кормовые линии длиной 120 м (с четырьмя загонами) и шириной 35–40 м. На одно животное предусматривают 25–30 м<sup>2</sup> загона и 3,3–3,6 м<sup>2</sup> помещения. Фронт кормления — 60 см на одну голову. Дно кормушек должно быть выше поверхности площадки на 15–20 см. Пол кормового прохода и площадку шириной 2–3 м возле кормушек покрывают бетоном со скатом в глубь двора к жижеотводному желобу.

Общая вместимость одного загона — 100 голов крупного рогатого скота. В каждом загоне устанавливают автопоилку типа АГК-4А с электроподогревом в зимнее время.

В целях обеспечения ритмичности производства говядины поступление молодняка на площадку должно быть равномерным, что позволяет комплектовать однородные технологические группы. При комплектовании групп разница в живой массе между животными в одном загоне должна быть не более 25 кг, что важно для организации правильного дифференцированного кормления.

На откорм ставят молодняк массой 200–250 кг и взрослых выбракованных животных. В первый день им дают сено и воду, а со второго дня постепенно переводят на основной рацион. Весь цикл откорма молодняка делят на три периода: первый — выращивание до живой массы 300–310 кг (возраст 11–13 мес.); второй — до 360–365; третий (заключительный откорм) — до 420–440 кг и более. Корм раздают мобильными кормораздатчиками.

Возле загонных организуют ветеринарный пункт, склад кормов, котельную и другие вспомогательные помещения.

Откорм скота на *пастбищах* называется нагулом. Свободное движение, обилие света и тепла, чистый воздух и прочие условия исключительно благоприятно влияют на организм животных. Нагул проводят в хозяйствах, имеющих естественные или культурные пастбища. С целью успешного нагула необходимо сформировать гурты скота по возрасту, живой массе и упитанности.

В зависимости от зональных условий, вида и качества пастбищ для одной головы взрослого животного требуется 1–4 га площади, для одной головы молодняка — 0,5–3 га.

Одна из важнейших проблем в мясном скотоводстве — воспроизводство стада. Как и в других отраслях животноводства, наиболее прогрессивным методом воспроизводства является искусственное осеменение, позволяющее интенсивно использовать лучших быков и получать от них большое потомство — до нескольких тысяч телят в год. Искусственное осеменение — высокотехнологичный прием. Для его организации требуются квалифицированные специалисты, соответствующее оборудование, высокая технологическая дисциплина.

Для эффективной организации искусственного осеменения маточного поголовья в мясном скотоводстве отечественными специалистами разработана особая технология, позволяющая полностью ликвидировать яловость и с небольшими трудозатратами ежегодно получать от каждой коровы и телки по здоровому теленку. В основе этой технологии — сооружение расколов с подпунктами для искусственного осеменения непосредственно на пастбищах, в местах выпаса маточного поголовья. Технические средства, работающие в автоматическом режиме, загоняют животных в станки, фиксируют их, проводят запрограммированные обследования и ветеринарную обработку, взвешивают. Все полученные данные фиксируются, накапливаются, сохраняются и обрабатываются компьютерами с помощью специальных программ.

#### 3.4.4. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОВОДСТВА

Разведение свиней позволяет в сравнительно короткие сроки получать большое количество мяса. Одна свиноматка может принести 18–20 поросят в год, их откорм дает 1,5–2 т свинины при затрате 0,5–0,6 тыс. корм. ед. на 0,1 т продукции. Свинина составляет 35% производства мяса в стране. Этому способствуют следующие биологические особенности свиней:

- высокая плодовитость: 10–12 и более поросят за один опорос;
- короткий период супоросности (беременности) — 112–114 дней, благодаря чему можно получить два опороса в год;
- раннее половое и физиологическое созревание: половая зрелость у свиней наступает в 5–8 мес., физиологическая — в 9–10 мес.;
- скороспелость: первый опорос свиноматок происходит в возрасте 13–14 мес. При оптимальных условиях содержания и кормления поросята быстро растут и к 2-месячному возрасту их живая масса достигает 16–20 кг, а к 6–7-месячному — 100–110 кг;
- высокий убойный выход — 75–85% в зависимости от степени упитанности, возраста, пола и природных особенностей (в тушах свиней примерно 55% мяса, 35% сала и 10% костей);
- всеядность — они хорошо поедают растительные и животные корма, отходы технических производств и предприятий общественного питания;
- высокая отдача от корма — на 1 кг прироста молодняка затрачивают 3,5–4 корм. ед. (для сравнения: молодняку крупного рогатого скота требуется 7–8 корм. ед.).

Помимо мяса и жира, от свиней получают много побочных продуктов (кожу, кишки, щетину, кровь и т. д.), используемых как сырье для дальнейшей переработки. Из свинины изготавливают ценные продукты — колбасы, окорока, корейку и др. В отличие от мяса других животных, свинина хорошо консервируется и выдерживает длительное хранение без снижения качества.

Из анатомо-физиологических особенностей свиней по сравнению с другими животными следует отметить самое маленькое сердце и небольшую массу крови (4,6%) относительно общей массы (у коровы эта доля равна 8%, у овцы — 8,1, у курицы — 8,6%). По сравнению с другими животными, свиньи имеют несовершенную систему терморегуляции. Подкожный жировой слой препятствует отдаче тепла, а способность к потоотделению у свиней практически отсутствует, поэтому они плохо переносят высокую температуру воздуха при высокой влажности. Свиньи очень возбудимы и чувствительны к раздражителям, в условиях современной промышленной технологии и при воздействии неблагоприятных факторов у них возникает стрессовое состояние.

Свиньи разводимых в России и странах СНГ пород относятся к трем основным направлениям продуктивности: мясному, мясосальному, или универсальному, и сальному. В основном разводятся крупная белая, украинская степная белая, ландрас и другие породы свиней.

## СТРУКТУРА СТАДА

Под структурой стада понимают соотношение в нем свиней различных половозрастных групп: хряков, основных и проверяемых маток, поросят-сосунов, поросят-отъемышей, ремонтного молодняка и свиней на откорме. Структура стада зависит от специализации свиноводства и конкретных хозяйственных условий.

*Хряки* — это взрослые самцы, используемые для оплодотворения самок. Хряков используют не более 5–6 лет.

*Свиноматки* — это взрослые самки, используемые для получения поросят. Свиноматок содержат в хозяйстве 4,5–5 лет; в дальнейшем их продуктивность снижается. Различают основных и проверяемых свиноматок.

Основные свиноматки представляют собой лучшую часть всего маточного поголовья, обладающую хорошим здоровьем, крепкой конституцией и высокой плодовитостью. За год от основной свиноматки получают не менее двух опоросов и выращивают 18–20 поросят. Большое значение имеет молочность свиноматок — масса всех поросят (помета) в 21-дневном возрасте, так как в этот период единственным продуктом питания для них является молоко матери. Молочность свиноматки должна быть не менее 60 кг. Ежегодно в хозяйствах 30–40% всех основных свиноматок выбраковывают и заменяют молодыми (из числа проверяемых).

*Проверяемые свиноматки* — это свинки, полученные от свиноматок ценных пород, которые опоросились только один раз. Лучших проверяемых свиноматок, которые за опорос дают 9–10 поросят и имеют молочность не менее 60 кг, переводят в основные.

*Поросята-сосуны* — это поросята, находящиеся под свиноматкой с момента опороса до отъема. В зависимости от направления и условий хозяйств возраст раннего отъема составляет 26–36 дней, нормального — 60 дней.

*Поросята-отъемыши* — это молодняк в возрасте от 60 дней (при раннем отъеме — от 26–36 дней) до 3,5–4 мес.

*Ремонтный молодняк*, как правило, старше 4 мес. и происходит от животных ценных пород. Ремонтным молодняком заменяют выбывающих хряков и свиноматок.

*Молодняк на откорме* — это молодняк в 4-месячном возрасте, оставленный на откорм. На откорм ставят также выбракованных взрослых животных.

## РАЗМНОЖЕНИЕ СВИНЕЙ

Половая зрелость у свиней наступает к 5–8 мес., т. е. значительно раньше физиологической зрелости. Свинок пускают в первую случку в возрасте 9–10 мес. при живой массе 100–110 кг, хрячков — в возрасте 10–11 мес. при живой массе 120–130 кг.

В свиноводстве широко применяют искусственное осеменение, что дает возможность сократить численность хряков и снизить затраты на их содержание. Спермой одного хряка можно осеменить 100–200 маток и получить от них 1200–1500 поросят. При естественной же случке нагрузка на хряка не превышает 50 маток.



*Оплодотворение и супоросность свиней.* Продолжительность супоросности у свиней составляет 112–114 дней. При двукратном осеменении оплодотворяется до 95% всех яйцеклеток. Прикрепление яйцеклеток к стенкам рогов матки происходит на 3–5-й день после оплодотворения. Часть оплодотворенных яйцеклеток погибает в течение эмбрионального развития. К концу супоросности остается 10–12 плодов.

#### СОДЕРЖАНИЕ СВИНЕЙ

Применяют две системы содержания свиней — станково-выгульную и станково-безвыгульную. Безвыгульную систему целесообразно использовать в крупных специализированных предприятиях (комплексах, откормочных хозяйствах). Выгульную систему применяют при содержании хряков, холостых и супоросных маток, ремонтного молодняка. Поросят-отъемышей и откормочный молодняк содержат безвыгульно.

*Кормление и содержание подсосных свиноматок.* В день опороса маткам дают только теплую воду, а потом жидкую болтушку из концентрированных кормов. За 2 мес. подсосного периода свиноматка выделяет около 300 л молока, причем наивысшее суточное его количество достигает 7 л. При кормлении подсосных свиноматок, кроме молочности, необходимо учитывать их упитанность. Истощенная за подсосный период матка может не оплодотвориться при осеменении, или оно скажется на качестве будущего помета. В рацион можно включать сочные корма и бобовое сено. Корма маткам дают в виде болтушки. Новые корма в рацион вводят постепенно, так как резкое изменение состава рациона приводит к расстройству пищеварения у поросят.

В зависимости от назначения хозяйства и технологии производственно-го процесса поросят отнимают от свиноматок в разном возрасте. В большинстве хозяйств поросят отнимают от свиноматок в возрасте 2 мес. На промышленных комплексах практикуется ранний отъем поросят — в 26–35 дней. Это позволяет интенсивно использовать свиноматок, которые дают больше двух опоросов в год (2,2–2,4). В возрасте 2 мес. при нормальных условиях содержания и кормления живая масса поросят достигает 16–20 кг, при отъеме на свиноводческих комплексах в возрасте 26 дней — 5–5,5 кг, а при отъеме в 35 дней — 7–7,5 кг.

#### ОТКОРМ СВИНЕЙ

Увеличение производства свинины в большой степени зависит от правильной организации и проведения откорма — заключительной стадии всего производственного процесса в свиноводстве. Главная цель откорма — получить максимальные приросты живой массы при минимальных затратах труда, кормов и финансовых средств. На откорм поступают свержементный молодняк в возрасте 3–4 мес., проверяемые матки после отъема поросят и выбракованные животные.

В практике хозяйств применяется откорм мясной, беконный и до жирных кондиций.

*Мясной откорм.* Это основной вид откорма молодняка в нашей стране. Его главная цель — получение нежирной свинины в короткий срок при минимальных затратах кормов и средств.

На мясной откорм ставят молодняк после доращивания, т. е. в возрасте 3–4 мес. Откорм длится до 6,5–7 мес., при этом живая масса достигает 95–110 кг. При интенсивном мясном откорме среднесуточные приросты живой массы составляют 600–650 г, причем в начале процесса прирост меньше, чем в конце.

При мясном откорме используют самые разнообразные корма и отходы предприятий общественного питания. На качество мяса и сала хорошо влияют такие корма, как ячмень, рожь, просо, а также зернобобовые (горох, люпин), богатые белками с высокой биологической ценностью. Из сочных кормов в рацион вводят морковь, комбинированный силос. Из кормов животного происхождения употребляют мясокостную муку, обезжиренное молоко, сыворотку, пахту.

*Беконный откорм.* Разновидностью мясного откорма является беконный откорм. Для него отбирают подсвинков определенной породы и типа — длиннотелых, пропорционально сложенных животных. При беконном откорме получают молодое, нежное, сочное мясо с тонкими прослойками плотного зернистого жира. На беконный откорм ставят подсвинков не позднее 3-месячного возраста живой массой 25–30 кг. Для беконного откорма используют крупную белую породу, ландрас и другие, а также помеси.

*Откорм свиней до жирных кондиций.* Такой откорм применяют, как правило, к выбракованным хрякам и свиноматкам с целью получения большой живой массы при использовании наиболее дешевых объемистых кормов. Продолжительность откорма — 90–100 дней до толщины шпика 4–6 см.

В первый период откорма стремятся получать высокие суточные приросты, для чего используют дешевые объемистые корма с небольшим содержанием протеина (комбинированный силос, картофель, тыкву, пищевые отходы, травяную муку, концентраты). В летний период из рациона исключают грубые корма, уменьшают долю корнеплодов и вводят 6–8 кг зеленого корма и комбинированного силоса.

Продукцию используют для получения сала, копченостей и в колбасном производстве.

*Организация и методы содержания свиней при откорме.* Откорм производится в специализированных помещениях — свинарниках-откормочниках. Они рассчитаны на содержание свиней группами по 15–20 голов в станке с применением комплексной механизации всех технологических процессов. Хорошие результаты получают при выращивании, а затем при откорме подсвинков гнездом (всех поросят одного опороса от матки). При данном способе содержания устраняются стрессы, часто возникающие в ходе перемещения и перегруппировки. Станки площадью 0,8–1 м<sup>2</sup> на одну голову делят на две части. На одной стороне станка устраивают логово, на другой — кормушки.

При откорме важную роль играет величина и состав группы свиней. Обычно подбирают животных одинакового возраста и массы. Желательно, чтобы

состав группы на протяжении всего времени откорма оставался постоянным. Чем меньше свиней в группе, тем выше приросты веса и оплата корма.

Пол в логове станка делают с твердым покрытием, с небольшим уклоном в сторону навозного желоба, где установлены ленточные транспортеры или устройство гидросмыва. В качестве подстилочного материала используют опилки, сфагновый торф, резаную солому. В кормовой части станка делают щелевой пол. В данном случае навоз удаляется транспортерами, установленными под полом.

Свиньи предпочитают оправляться на увлажненных местах. Поэтому при размещении поросят в станке щелевой пол 2–3 дня смачивают из шланга. Поросята быстро привыкают к дефекации только в этом месте и протаптывают навоз через щели в навозоприемный канал, откуда его удаляют механическим или гидравлическим способом. Остальная часть станка всегда сухая и чистая.

Для поения устанавливают педальные автопоилки, снабженные захлопывающимися крышками, или сосковые поилки. При использовании таких поилок свиньи всегда получают чистую воду; к тому же уменьшается ее расход.

В южных районах страны с умеренным климатом строят свинарники легкого типа. Летом свиней кормят не в помещении, а на выгульных площадках под навесом. Это дает возможность увеличить вместимость помещения, так как оно используется только в качестве логова.

Свиней кормят полужидкими кормами, раздавая их транспортером, мобильным кормораздатчиком или по пневматической линии. Кормушки регулярно чистят, особенно при раздаче жидкого корма.

Нередко в хозяйствах применяют напольный метод откорма свиней. В станках, где содержат 10–12 животных, пол делают слегка наклонный, в передней части станка — щелевой. Гранулированный комбикорм раздают кормораздатчиком РКА-1000. Над станком на высоте 1,2 м проходит кормопровод, на котором через каждые 3 м расположены объемные дозаторы. Из бункера корм поступает в кормопровод с помощью штанго-шайбового транспортера, затем через выгрузные окна в его нижней части — в объемные дозаторы. Каждый дозатор имеет устройство для регулирования выдачи корма. Из дозатора корм высыпается прямо на пол специальными выталкивателями, приводимыми в действие транспортером. В этом случае животные загрязняют лишь переднюю часть станка, где щелевой пол, а площадка для отдыха остается сухой и чистой. Свиньи съедают весь гранулированный корм. Этот метод содержания позволяет увеличить вместимость станков, сэкономить материалы, необходимые для устройства кормушек, и обеспечить групповое нормированное кормление, исходя из массы и возраста животных.

Лагерное содержание свиней при эффективном использовании пастбищ позволяет получить значительную часть продукции без капитальных затрат на строительство. Во время пребывания на пастбище животные находятся в движении, что способствует развитию их костяка и мускулатуры, закаливает организм. На чистом воздухе свиньи лучше чувствуют себя, это сказывается на их здоровье и продуктивности. Повышаются плодовитость и молочность свиноматок, улучшаются рост и развитие молодняка, увеличиваются

приросты живой массы, вследствие чего снижается себестоимость продукции. Лагерное содержание свиней широко применяют в южных районах страны.

*Поточная система производства свинины* — обязательное условие интенсивной технологии. При этом производственный процесс должен быть непрерывным в течение года с ритмом 1–4 дня для комплексов на 24, 54, 108 тыс. животных в год и с ритмом, кратным 7 дням (7, 14 и т. д.), для остальных ферм и комплексов, что обеспечивает выпуск продукции партиями определенной величины и хорошего качества как за установленный период, так и в целом за год.

При поточной технологии объемы производства должны быть постоянными в течение всего периода эксплуатации предприятия. Данная система позволяет повысить эффективность использования маточного стада, помещений, оборудования, средств механизации, рабочей силы.

В зависимости от мощности предприятия различают четыре этапа (участка) технологического процесса:

- воспроизводство — осеменение маток, супоросный период, подготовка к осеменению ремонтных свинок;
- репродукция — получение поросят и лактация;
- доращивание — выращивание молодняка после отъема;
- откорм свиней.

В основу поточной системы заложено получение, выращивание и реализация крупных одновозрастных групп молодняка через определенные промежутки времени. Это обеспечивается следующими условиями:

- непрерывным ритмичным подбором однородных по числу и срокам осеменения групп свиноматок и получением одновозрастных партий молодняка. Группы свиноматок сохраняют в одном и том же составе в течение супоросного и подсосного периодов до отъема поросят. Молодняк формируют по принятой технологии в производственные группы, которые остаются постоянными в течение всех этапов выращивания и откорма;
- формированием необходимого числа групп маток и свиней других возрастных групп;
- осеменением маток каждой группы в короткий, четко определенный промежуток времени (ритм) без паузы;
- наличием специализированных помещений для каждого этапа производственного процесса, разделенных на секции и используемых по принципу «свободно-занято».

Профилактический перерыв между заполнениями секций животными — не менее 5 сут.

Для организации прогулок используют выгульные площадки или оборудование для активного движения типа УМС. Поросят-отъемышей и откормочный молодняк содержат безвыгульно.

Помещения для содержания хряков, холостых, супоросных маток и ремонтного молодняка размещают рядом, а здания соединяют крытыми переходами. Для содержания подсосных свиноматок следует применять серийно выпускаемое станочное оборудование, рассчитанное на напольное содержание, или оборудование с приподнятыми полностью щелевыми полами типа

СОС-Ф. Для поросят-отъемышей наряду с обычными групповыми станками целесообразно использовать клетки с приподнятыми полами типа КГО-Ф. Свиной на откорме содержат в групповых станках с частично или полностью щелевыми полами, осеменяемых свиноматок — в индивидуальных станках (не менее 7 дней), холостых и супоросных — в групповых.

Для создания микроклимата применяют теплогенераторы, калориферы, специальное комплексное оборудование «Климат», систему локального обогрева и облучения ИКУФ, нагревательные коврики и панели. Образование конденсата на стенах и потолке не допускается. Свежий воздух подают в помещение в количестве 30 м<sup>3</sup>/ч на 100 кг живой массы свиней в холодное время года и 60 м<sup>3</sup>/ч — в теплое. Внутренние поверхности стен и межстанковых перегородок должны быть легко моющимися, гладкими и устойчивыми к воздействию дезинфицирующих средств, а полы в станках — прочными, нескользкими, малотеплопроводными, водонепроницаемыми, стойкими к воздействию жидкости и дезинфицирующих средств. Уклоны сплошного пола в сторону навозного канала — не менее 5°.

При кормлении животных сухими кормами щелевые полы располагаются в задней части станка, а при кормлении влажными — в передней, вдоль линии кормушек. Расстояние между границей щелевых полов и линией кормушек равно 20 см для поросят-отъемышей и 30–40 см для откормочного поголовья. По всей площади станка устраивают перфорированные и сетчатые полы с полосой сплошного пола вдоль кормушки. В станках для опороса ширина щелей составляет 12 мм.

Кормушки рекомендуется выполнять из гладкого плотного влагонепроницаемого материала, безвредного для животных и легко поддающегося чистке и дезинфекции. Глубина кормушек для влажных кормов составляет не менее половины ширины их верхней части. В кормушках предусматриваются устройства для отвода жидкости при мойке и дезинфекции. Сосковые поилки устраивают для поросят-сосунов на высоте 25 см, поросят-отъемышей — 40, ремонтного и откормочного молодняка — 65, маток — 75, хряков — 80 см. Температура воды для поения составляет 16–20°C, перерыв в подаче воды — не более 4 ч.

Навоз под щелевыми полами удаляют транспортерами типа ТС, скребковыми установками типа УС или самосплавом, а из открытых навозных каналов — скребковыми транспортерами типа ТСН. В секциях для содержания подсосных свиноматок и поросят-отъемышей в станках с приподнятыми щелевыми (сетчатыми, перфорированными) полами предусматривают самосплавную систему навозоудаления периодического действия.

Современные тенденции развития свиноводства предусматривают следующие направления: выполнение требований по защите окружающей среды и животных, гигиене кормов и мест обитания в сочетании с уменьшением затрат. Современные свинокомплексы, используя трехплощадочные технологии, достигают хороших производственных результатов [52].

Фирмы Insentec B.V. (Нидерланды) предлагают установки Compufeedер и Compufeedер Duo для кормления свиней, содержащихся как в постоянных, так и в переменных по составу группах. Корм сухой (в рассыпном или

гранулированном виде) или жидкий выдается небольшими порциями по 100–150 г. Чтобы избежать появления остатков корма, порции выдают с интервалом 45–60 с [108]. Различие установок Compufeedер и Compufeedер Duo состоит в том, что конструкция последней позволяет использовать одну установку для кормления двух групп свиней, производя при этом сортировку животных по массе. Установки оборудованы встроенными электронными весами, с помощью которых по результатам взвешивания свиней определяется оптимальный рацион и нормы его выдачи, а также производится сортировка животных с целью создания выровненных по массе групп. Кроме этого, предусмотрено устройство для диагностики (определяется температура тела животного) и профилактики заболеваний (с помощью вакцинации, проводимой путем добавления соответствующих препаратов в воду и кормосмесь). Возможность ручного дублирования большинства запрограммированных операций позволяет использовать установки в различных ситуациях.

За рубежом накоплен большой опыт применения автоматических станций самокормления свиноматок. На высокопродуктивных свиноводческих фермах Франции, Германии, Великобритании и других европейских стран получено подтверждение реального «технологического эффекта», который выражается в повышении продуктивности свиноматок, экономии дорогостоящих кормов благодаря оптимизации и нормированной выдаче рациона, сокращении числа выбракованных животных за счет повышения эффективности зооветеринарных мероприятий. Наряду с этим достигается и значительное (на 66%) уменьшение затрат труда.

С точки зрения эффективности производства своевременное определение состояния здоровья животных имеет первостепенное значение. Так, установление оплодотворенности свиноматок позволяет, с одной стороны, верно спланировать получение приплода, с другой — избежать дорогостоящего кормления бесплодных свиноматок, вовремя организовать их лечение или выбраковку. В связи с этим ряд фирм разработали оборудование для диагностирования супоросности. Оборудование для контроля состояния здоровья животных включает средства УЗИ-диагностики, которая все больше распространяется в свиноводстве. С ее помощью удается с высокой достоверностью решить до последнего времени остававшуюся нерешенной проблему определения супоросности или прохолоста в ранние сроки после осеменения. Диагностика производится с помощью ультразвуковых сканеров. Компания ЕСМ (Франция) предлагает несколько моделей устройств данного вида серии Agroscaп. С их помощью можно не только устанавливать отсутствие или наличие супоросности, но и определять толщину шпика и мяса туши. Применение УЗИ-диагностики свиноматок обеспечивает хозяйствам немедленный экономический эффект в виде ликвидации или существенного сокращения потерь от бесполезного содержания холостых свиноматок и резкого сокращения отхода новорожденных поросят. Вовремя обнаруженные холостые свиноматки переводятся на соответствующий рацион, перемещаются в другие помещения или выбраковываются. Такие меры позволяют экономить корма и семенной материал, рационально использовать помещения, сокращать расходы на медикаменты.

Уменьшение количества навозных стоков на свиноводческих предприятиях — актуальная задача не только в странах Европы и Америки, но и в России. Практика показала, что основные причины увеличения их объемов на фермах — вид системы навозоудаления и эффективность работы оборудования для поения животных. На эффективность такого оборудования влияет не только его надежность, но и конструкция поилок. Оборудование для поения включает ниппельные или чашечные поилки, узлы водоподготовки и медикаторы. Фирмы предлагают широкий спектр оборудования для поения животных, в котором значительное место отведено поилкам для свиней различных возрастных групп. *Ниппельные* поилки просты в обращении, экономичны, предотвращают загрязнение и потери воды. Расход воды зависит от давления и положения регулировочного элемента, с помощью которого можно установить пропускную способность. Залогом эффективной работы этих приспособлений является правильный выбор высоты их установки. *Чашечные* поилки рекомендуется использовать для подсосных поросят, которые видят воду и привыкают к поилкам с первых дней жизни. Для таких поросят они изготавливаются из чугуна, покрытого эмалью, или из нержавеющей стали. Преимущество чашечных поилок состоит в том, что они более «физиологичны», естественны для животного и позволяют сократить потери воды.

Системы автоматизации не только дают возможность контролировать микроклимат в помещении, но и выполняют функции тревожной сигнализации. Так, система Alarmson немецкой фирмы Ziehl-Abegg AG по сигналам температурных датчиков регулирует микроклимат, одновременно оповещая оператора о превышении предельно допустимых значений его параметров.

Использование системы с локальной компьютерной сетью и веб-сервером обеспечивает присоединение различных устройств, значительно облегчающих управление. Внедрение высокоэффективных технологий невозможно без современного оборудования. До недавнего времени такая техника была исключительно импортной, но сегодня в России расширяется список предприятий, производящих свиноводческое оборудование, не уступающее зарубежным аналогам. Среди таких предприятий — Рязанский опытный завод ГНУ ГОСНИТИ. В номенклатуре его продукции появилось станочное оборудование, которое предлагается использовать при строительстве новых и реконструкции старых свиноводческих предприятий.

Станок для безвыгульного индивидуального содержания представляет собой конструкцию с горизонтальными перегородками над кормушкой и боковыми сторонами из вертикальных ограждений, благодаря чему обеспечиваются безопасность и стимуляция животных. В конструкции предусмотрены задние ворота, обеспечивающие легкий доступ персонала.

Для содержания холостых свиноматок и проведения осеменения предназначен станок для индивидуально-выгульного содержания. Его особенностью является механизм закрытия задней двери, который позволяет животному самостоятельно подходить к станочной кормушке и блокирует его в станке, благодаря чему поедание корма происходит в спокойной обстановке, без вмешательства других свиней. Большой вырез в задней двери станка

обеспечивает хорошие условия персоналу для ухода за животными и искусственного осеменения.

Станочное оборудование для подсосных свиноматок с поросятами всегда имело особое значение, так как во многом конструкция станка для опороса определяет уровень падежа поросят от задавливания свиноматкой. Современное оборудование в полной мере соответствует требованиям прогрессивных технологий благодаря прочности конструкции и наличию приспособлений против задавливания поросят (две дуги с внутренней стороны на нижней перекладине бокового ограждения). Кроме этого, предусмотрено препятствие, чтобы свиноматка не попала под нижнюю перекладину бокового ограждения. Для этого с внешней стороны нижней перекладины приварены штифты.

В целях создания комфортных климатических условий для свиноматки и поросят предусмотрена зона обогрева. Установленная в углу крышка со встроенной инфракрасной лампой позволяет создать в помещении замкнутое пространство для поросят-сосунов с требуемой для них температурой воздуха (до 26–28°C).

Станочное оборудование для поросят-отъемышей и откормочного поголовья имеет одинаковое исполнение. Установленные бункерные кормушки позволяют организовать кормление вволю в автоматическом режиме как для поросят-отъемышей, так и для свиней на откорме. Конструкция кормовой чаши предотвращает разбрасывание комбикорма, а ниппельная поилка над ней позволяет свиньям самостоятельно увлажнять корм водой. Предусмотрено крепление кормушек к полу и перегородкам станка. Наряду со станочным оборудованием на предприятии освоен выпуск кормораздаточного комплекса. С его помощью корм из бункеров оперативного запаса перемещается в кормушки или дозаторы, расположенные над кормушками.

Приемная воронка регулирует подачу комбикорма в систему. С помощью цепочно-шайбового транспортера происходит перемещение корма. Транспортер приводится в движение реверсивным приводом, что позволяет доставлять комбикорм одинакового качества во все кормушки: при движении в одном направлении корм расслаивается, а при изменении направления движения перемешивается и поступает в разные по удаленности кормушки, имея один и тот же фракционный состав.

#### 3.4.5. НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

Птицеводство — наиболее наукоемкая и динамичная отрасль мирового и отечественного АПК. В последние 20 лет среднегодовой прирост яиц и мяса птицы превышает 4%. В мировой структуре производства мяса всех видов животных птица занимает второе место после свинины. По прогнозам Продовольственной сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), к 2015 г. будет производиться 94–95 млн т мяса птицы ежегодно. Уникальным инновационным фактором развития мирового птицеводства является увеличение удельного веса яиц, используемых для глубокой переработки и выпуска широкого ассортимента жидких и порошкообразных яйцепродуктов.



В России производство яиц и мяса птицы растет за счет повышения ее продуктивности и сохранности, уменьшения расходов корма (на 10 яиц и 1 кг прироста массы), снижения энергетических и ресурсных затрат, увеличения объемов глубокой переработки мяса птицы и расширения ассортимента продукции [52, 108].

В целевой программе Министерства сельского хозяйства РФ «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010–2012 гг.» указано, что одним из главных направлений обеспечения прироста птицеводческой продукции с учетом максимально используемых внутренних резервов будет строительство новых производственных объектов, реконструкция и модернизация ранее построенных [111].

При реконструкции и создании новых товарных птицеводческих мощностей необходимо добиваться решения следующих задач:

- формирования племенного поголовья птицы с использованием лучших мировых и отечественных генотипов на базе продукции, поставляемой селекционно-генетическими центрами, племенными заводами, репродукторами;
- технико-технологического перевооружения предприятий на основе российского сельскохозяйственного машиностроения и зарубежных поставок оборудования;
- эффективной ветеринарной политики, сводящей к минимуму потери поголовья от эпизоотий, карантинных мер и т. п.

Сегодня происходит постепенный отказ от стандартного подхода в пользу трех- и четырехъярусного метода содержания птицы. Довольно отчетлива тенденция к переходу от ручного труда к автоматизированному содержанию. Во многом это помогает предприятиям снизить возможные риски.

Положительно зарекомендовало себя в условиях российских хозяйств оборудование для выращивания бройлеров на основе клеточных батарей К-588 «Урал», поставляемое ООО «Уралтехномаш». На Пермской птицефабрике сохранность птицы в таких клетках возросла на 1,7–2,6%, конверсия корма — на 1–5 г/кг, среднесуточные привесы при сроке откорма 44 дня — на 0,7–0,9 г, затраты труда сократились на 0,6–1,4 чел.-ч по сравнению с клеточными батареями КБУ-3, БКМ-ЗБ и КП-8, также эксплуатируемыми на этом предприятии [32]. План размещения оборудования приведен на рисунке 3.4.

В то же время мировая практика демонстрирует противоположную тенденцию — переход от клеточного содержания к напольному. В России подобная технология также развивается, правда, не столь высокими темпами.

В настоящее время одним из перспективных направлений в птицеводстве является технология выращивания птицы на глубокой подстилке или на комбинированных полах.

Технология выращивания ремонтного молодняка и взрослой птицы родительского стада, бройлеров заключается в методике кормления: раздельном дозированном или вволю (для бройлеров). В связи с этим предлагаются разнообразные проекты оснащения птичников системами кормления, которые могут комплектоваться цепным или спиральным кормораздатчиком, что

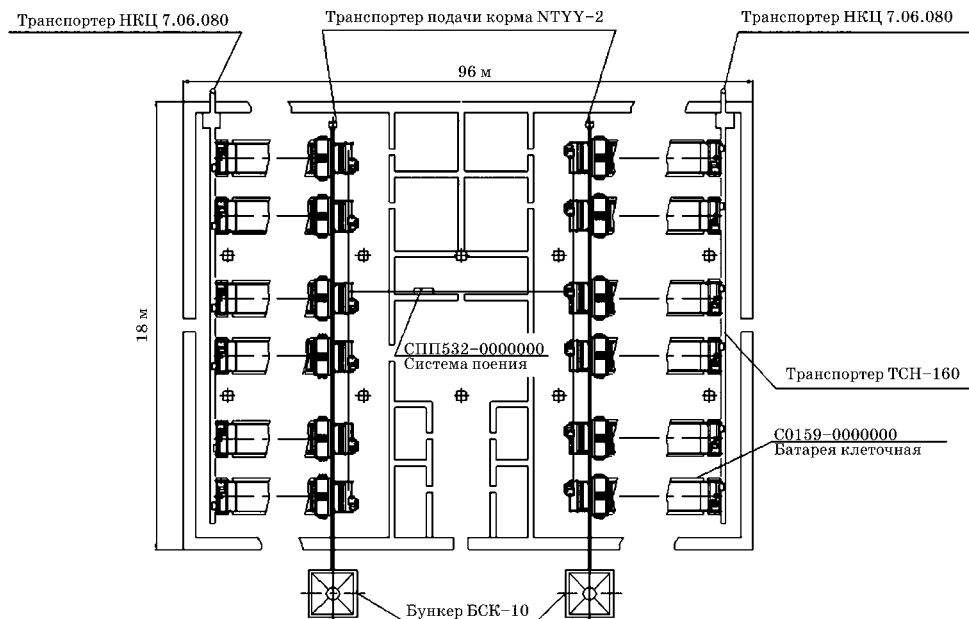


Рис. 3.4

План размещения оборудования для выращивания ремонтного молодняка в многоярусных клеточных батареях «Урал»

позволит уменьшить время раздачи корма, реализовать принцип дозированного кормления при выращивании ремонтного молодняка и обеспечить раздельное кормление кур и петушков при содержании родительского стада и одновременный доступ птицы к корму.

Чтобы куры не неслись на полу, выпускаются «теплые» гнёздовые домики из полимерных материалов с ручным яйцесбором. Каждый домик представляет собой модуль, который собран из гнёздовых ячеек, установлен на металлической подставке и имеет общую крышу из оцинкованного материала. В зависимости от размеров здания и поголовья птицы гнёздовые домики могут включать разное количество гнёздовых ячеек в любой комбинации. Двухэтажный домик, как правило, двусторонний; в каждую ячейку вложена мягкая пластиковая решетка. Яйцо с решетки по скагу попадает на пластиковую сетку, заложенную спереди домика под ступеньками гнёздовых ячеек. Ступенька одновременно служит «дверкой» ячейки. Во второй половине дня гнездо закрывается поднятием ступеньки, что не дает возможность курице спать внутри гнезда. На одну ячейку приходится 4–5 кур. Наклон гнёздового домика в сторону центрального прохода позволяет собирать яйца, перемещая тележку по центральному проходу и не заходя в проход между домиками. Предлагается вдоль центра зала располагать 2 линии гнёздовых домиков с центральным проходом 1,2 м. Конструкция домика позволяет монтировать автоматический транспортер израильской фирмы «ТАМА» для выноса яйца за пределы зала. Для птицы родительских стад вместо подстилки применяется самоочищающаяся решетка из модифицированного поли-

пропилена с ячейками  $27 \times 27$  мм. Решетки изготавливаются с габаритными размерами  $458 \times 458 \times 15$  мм. Четыре решетки собираются в квадратный блок размером  $920 \times 920$  мм. Блоки решеток укладываются на металлический каркас, возвышающийся на 0,5 м над уровнем пола, за счет чего образуется пометное пространство. На решетках монтируется обычное напольное оборудование. С одной стороны каркас оснащен шарнирами, позволяющими приподнимать его путем поворота вместе с решетками, что облегчает уборку помета из птичника.

Тенденции развития оборудования и технологий определены Директивой ЕС 99/74/ЕС, в которой приняты стандарты по охране кур-несушек [106, 73]. Установлена увеличенная удельная площадь посадки птицы — до  $600 \text{ см}^2$  на одну голову (обязательное условие с 2012 г.). В связи с этим модернизация клеточного оборудования направлена на создание более комфортных условий для птицы — оснащение клетки приспособлениями для стачивания когтей, увеличение высоты клетки, установление специальных насестов.

При клеточном содержании птицы оборудование для раздачи корма совершенствуется благодаря созданию техники, обеспечивающей ограниченное кормление и безопасность птицы. Предлагаются бункерные, цепные или спиральные кормораздатчики, из которых в настоящее время наиболее соответствуют вышеуказанным условиям системы бункерной раздачи корма. Оснащение оборудования бункерными кормораздатчиками также позволяет повысить точность выдачи корма (в клеточном оборудовании германской фирмы Ten Elsen — до  $\pm 3$  г на одну голову).

Помимо точности дозировки, бункерная система раздачи корма имеет и другие преимущества:

- легкость контроля расхода корма, который во время работы бункеров может задаваться птичницей вручную или автоматически (с помощью реле времени);
- минимальная потребность в техническом обслуживании, обусловленная малой вероятностью неисправностей и отказов, высокой износостойкостью;
- низкая потребляемая мощность привода.

Для сбора яиц в клеточном оборудовании применяются автоматизированные системы лифтового и эскалаторного (элеваторного) типов. Конструкции большинства фирм позволяют использовать и ту и другую. *Лифтовая система*, как правило, применяется в небольших батареях. Основой является поперечный транспортер, который перемещается снизу вверх и наоборот по всем ярусам. По окончании работы он устанавливается в верхнее положение, называемое положением парковки, что обеспечивает свободный доступ к клеточному оборудованию во время контрольных проверок или размещения (выгрузки) птицы. В зависимости от ширины птичника продольные транспортеры могут обслуживать до шести рядов батарей и при этом иметь только один привод. Эта система благодаря малому количеству перекачиваний яйца максимально обеспечивает его чистоту и качество скорлупы. Яйцо очень бережно перекачивается с ленты сбора, расположенной вдоль батареи, на промежуточный пластиковый экран, откуда поступает на поперечный прутковый транспортер. Устройство остановки позволяет избежать столкновения

с другим яйцом, уже перемещаемым транспортером. Для соответствия производительности яйцесбора и сортировочной машины устанавливается преобразователь частоты, с помощью которого скорость транспортера может изменяться в пределах от 50 до 120% от номинальной. Эскалаторные системы обеспечивают одновременный сбор яиц с нескольких ярусов. С помощью вращающегося колеса, выполненного в виде звездочки или ролика, яйцо с ленты транспортера подается в прутковые корзинки опускающегося конвейера.

Для сбора яиц в крупных птичниках предлагаются многоярусные системы. Примером такого оборудования является система Multytier немецкой фирмы Big Dutchman. С ее помощью можно собирать яйца одновременно со всех батарей на всех ярусах. Как в лифтовой, так и в многоярусной системе имеется только один пункт передачи с продольного транспортера на поперечный. Благодаря V-образной форме поперечного канала достигается лучшее распределение яиц, исключается их контакт со стенками. При сборе яиц от каждой группы птиц транспортеры движутся со скоростью 4 м/мин, при одновременном сборе из нескольких птичников скорость движения продольного транспортера снижается до 1,3 м/мин. Ярусные транспортеры подают яйца к сортировальной или упаковочной машине. Преимущество данной системы — высокое качество сбора яиц с большой скоростью, оптимальной для загрузки упаковочных и сортировочных машин.

В Европе практически не осталось птицеводческих компаний, где яйца сортируются вручную. Модельный ряд сортировального оборудования зарубежных фирм достаточно широк и включает разные по производительности агрегаты: от машинок для ручной сортировки и упаковки до аппаратов производительностью до 180 тыс. яиц в час. Один из лидеров в производстве сортировального оборудования — голландская компания «Мова». Ее техника устанавливается, как правило, на предприятиях, где производительность исчисляется миллионами яиц в день. Для этого предлагаются машины серии Omnia. Управление осуществляется с помощью компьютера, программа которого обеспечивает различные уровни пользования, а также, кроме обычной сортировки по массе и качеству, разбивку по потокам, определение общей массы и количества. Для предприятий меньшей мощности предлагают машины голландской фирмы Staalkat International BV.

Системы поения в клеточном оборудовании по исполнению и комплектности аналогичны используемым в напольном оборудовании. Их основным элементом является регулируемая по высоте ниппельная поилка с каплеуловителем. В клеточном оборудовании, оснащенном системой пометоудаления с подсушкой, устанавливаются ниппельные поилки без каплеулавливающей чаши; ее функцию исполняет V-образный желоб — элемент канала из ПВХ для сушки помета.

При выборе оборудования для поения птицы рекомендуется обращать внимание на комплекты с системами водоподготовки, которые не только очищают воду от посторонних примесей, но и оснащены медикаторами, позволяющими проводить вакцинацию и лечение птицы с меньшими затратами труда.

Повышение требований к клеточному способу выращивания птицы ведет к более широкому распространению ее напольного содержания. На это

повлиял также вывод о том, что качество яиц и мяса при напольном содержании выше, чем при клеточном.

Наиболее распространены напольные комплекты при выращивании бройлеров. Определяющим фактором при сохранении напольной технологии стало отсутствие грудных и ножных наминов, возникающих при поточном способе и существенно ухудшающих внешний вид тушки и качество мяса. В некоторых странах (Австрии, Дании, Франции, Нидерландах) применение напольного содержания мотивируют принципом гуманности, полагая также, что при свободном передвижении птица лучше продуцирует. Оборудование для напольного содержания производят европейские (немецкая Big Dutchman, бельгийская Roxell, голландская VLD Agrotech) и американские фирмы (Chore-Time и др.).

Комплекты для напольного содержания птицы представляют собой комбинацию оборудования для кормления и поения, сходного по технологическому назначению, но различного по техническим и конструктивным параметрам и ценам. Комплекующие, материалы, покрытия и конструкция рабочих органов определяют характеристики оборудования. Фирмы, выпускающие напольные комплекты, придерживаются технических решений, освоенных в массовом производстве, и лишь изредка вносят в конструкции небольшие усовершенствования.

Особую группу составляет оборудование для кормления родительского стада бройлеров при напольном содержании. Кормление при этом раздельное, отличающееся по качеству и количеству от кормления кур и петухов. В связи с этим требуется сложное оборудование для раздачи корма. В настоящее время за рубежом разрабатываются, производятся и совершенствуются кормораздаточные системы двух типов — кольцевые (контурные) и концевые (линейные). У первых шнек или цепь протаскиваются по кормопроводу, благодаря чему достигается большая скорость кормораздачи, способствующая снижению стресса у птицы. У вторых шнек прокручивается и заполняет кормушки последовательно (как при кормлении бройлеров по технологии «вволю»), но при этом трудно добиться одновременного заполнения всех кормушек, поэтому большинство производителей перешли на кольцевые линии.

При раздельном кормлении кур и петухов необходимо исключить доступ петухов к кормушкам кур и наоборот. Для этого предусмотрено несколько технических решений. В линейных кормушках используется специальное ограждение в виде металлической решетки (компания Chore-Time, Val-Co (США), Big Dutchman (Германия) и др.) или вращающийся вал (система Bridomat фирмы Roxell (Бельгия)), который устанавливается над кормушкой на определенной высоте, не позволяющей петухам склевывать корм. Вращающийся вал предотвращает травмирование птицы и исключает использование кормушки в качестве насеста, благодаря этому корм и вся система кормления остаются чистыми.

При оснащении линий кормления кур круглыми чашечными кормушками в конструкции последних предусматривается регулировка кормового окна по ширине. Данное решение реализовано в комплектах оборудования фирм Roxell (Бельгия), Big Dutchman (Германия), Chore-Time (США), PaI и др.

В последней разработке фирмы Roxell (Бельгия) — системе кормления Ki-Xoo — размер кормового окна регулируется не только по ширине (от 40 до 50 мм), но и по высоте. Это не позволяет петухам, вне зависимости от их возраста и кросса, кормиться из кормушек для кур. Чтобы исключить склевывание курами корма для петухов, кормушки последних подвешиваются на высоте, недоступной для кур.

Сравнительный анализ зарубежных комплектов оборудования для полного выращивания бройлеров показал, что основные элементы систем кормления и поения сходны, различия заключаются лишь в конструктивном исполнении кормушек.

Компания Pal Industries, как и все зарубежные фирмы, постоянно обновляющие свою продукцию, представила новую разработку — кормушку для бройлеров с пластиковой подвеской, которую можно быстро разбирать во время технологических перерывов. Прочная, простая в эксплуатации и регулировке, кормушка большого диаметра разбирается одним нажатием пальцев. Птица имеет хороший доступ к корму, фронт кормления (периметр) составляет 126 см.

Оборудование для уборки помета из клеток создается на основе ленточных транспортеров. Для улучшения микроклимата в помещениях для птицы предлагается использовать ленточные транспортеры с системой подсушивания помета, в результате чего содержание сухих веществ в нем возрастает до 45–70% и, как следствие, выход помета в пересчете на одну птицу уменьшается до 70 г (без подсушки он достигает 150–160 г на одну голову). В настоящее время фирма Big Dutchman предлагает потребителям одну из наиболее совершенных разработок для подсушки помета — систему Opti Sec, которая обеспечивает содержание сухого вещества в подсушенном помете на уровне 80–90%.

Система располагается в отделенном от птицеводческого помещения блоке и представляет собой многоярусную (до 14 уровней) батарею тоннельного типа. Помет из клеточных батарей для содержания птицы поступает в станцию заполнения системы, которая обеспечивает равномерное распределение пометной массы по поверхности перфорированной ленты верхнего яруса. Согласование подачи помета и скорости движения осуществляется специальным электронным устройством. Помет подсушивается потоком теплого воздуха (до 4 м<sup>3</sup>/ч) из птицеводческого помещения за счет прохождения его через перфорированные ленты всех ярусов системы. Высокая эффективность сушки достигается за счет того, что воздух подается снизу пометной массы. Одна тоннельная система для подсушки помета Opti Sec способна обслужить птицеводческое помещение с содержанием до 200 тыс. голов.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается базовый принцип вводимых в хозяйственный оборот агротехнологий (для производства продукции растениеводства) и зоотехнологий (для производства продукции животноводства)?
2. Каковы правила вводимых в сельское хозяйство новых технологий растениеводства и животноводства интенсивного типа?

3. Назовите основные направления экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов в сельскохозяйственном производстве.
4. В чем суть ресурсосберегающих технологий для возделывания зерновых культур?
5. Какие принципы лежат в основе технологий сберегающего земледелия (нулевой и минимальной обработки почвы)?
6. В чем заключается суть энергосберегающих почвозащитных технологий?
7. Каковы характеристики новой ресурсосберегающей техники?
8. Опишите принципы и способы ресурсосбережения при заготовке кормов.
9. Почему скотоводство является основной и наиболее важной отраслью животноводства?
10. Какие доильные аппараты и установки применяются в скотоводстве?
11. Как получить молоко высокого качества?
12. Какие преимущества и недостатки имеют привязная и беспривязная системы содержания?
13. Чем вызвана необходимость применения поточно-цеховой системы в молочном скотоводстве?
14. Какие операции в производстве молока целесообразно роботизировать?
15. Опишите тенденции совершенствования технических средств для поения животных.
16. Каковы направления развития техники для приготовления и раздачи кормов в молочном скотоводстве?
17. Опишите типы доильных установок, используемых при беспривязном содержании коров.
18. Каким образом функционируют доильные роботы?
19. Каковы основные тенденции совершенствования оборудования для первичной обработки молока?
20. Какие вы знаете направления развития техники для уборки и переработки навоза?
21. Что представляет собой промышленная технология производства мяса и молока?
22. Что такое нагул?
23. Расскажите об откорме скота на откормочных площадках.
24. Каковы тенденции развития технологий воспроизводства стада?
25. Какие проблемы возникают при содержании свиней в промышленных комплексах?
26. Какие устройства для кормления свиней наиболее перспективны?
27. Расскажите об оборудовании для диагностирования супоросности.
28. В чем заключаются пути снижения объемов навозных стоков?
29. Опишите системы автоматизации процессов в свиноводстве.
30. Каковы принципы работы станка для безвыгульного содержания?
31. Какое оборудование требуется для откормочного поголовья?
32. Каковы тенденции совершенствования методов содержания птицы?
33. Опишите системы сбора яиц.
34. Что представляет собой оборудование для раздачи корма и как оно работает?
35. Опишите оборудование для удаления и утилизации помета и принципы его работы.

## ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**П**редприятие по переработке сельскохозяйственной продукции в местах ее производства, как и другие предприятия пищевой промышленности, имеет ряд особенностей:

- источники сырья в непосредственной близости от предприятия;
- небольшая мощность предприятия, ограниченная наличием сырья для переработки в данной местности и условиями сбыта готовой продукции;
- прогнозируемый и регулируемый график поставок сырья;
- сезонный характер работы;
- цикличность работы в течение сезона;
- необходимость быстрой смены ассортимента и переналадки производства;
- низкий уровень механизации и автоматизации процессов;
- необходимость хранения «живого» растительного и животного сырья;
- несовершенные и неразвитые транспортные и энергетические сети.

Функциональная схема предприятия по переработке сельскохозяйственного сырья приведена на рисунке 4.1. В общем случае ее можно представить в следующем виде. На участках (фермах) выращивается сельскохозяйственное сырье (1) для выработки готового продукта (13). Для этого осуществляют заготовку сырья (2) — уборку растительной продукции или забой скота, его затаривание (3) и транспортировку (4). После доставки сырья к предприятию переработки требуется его кратковременное или длительное хранение (5), после чего сырье проходит подготовительные операции перед переработкой (10) и собственно переработку (11). В процессе переработки или после нее возникает необходимость в промежуточном хранении (12) готового продукта или полуфабрикатов, после чего готовый продукт (13) фасуют или затаривают и отправляют потребителю (14).

Все функции предприятия осуществляются непосредственно с привлечением людских ресурсов (6), энергии (7), веществ и вспомогательных материалов (8), а также информационных ресурсов управления и технологий производства (9) [18].

Совершенствование технологий влечет за собой модернизацию перерабатывающего оборудования. Основными приемами при этом являются:



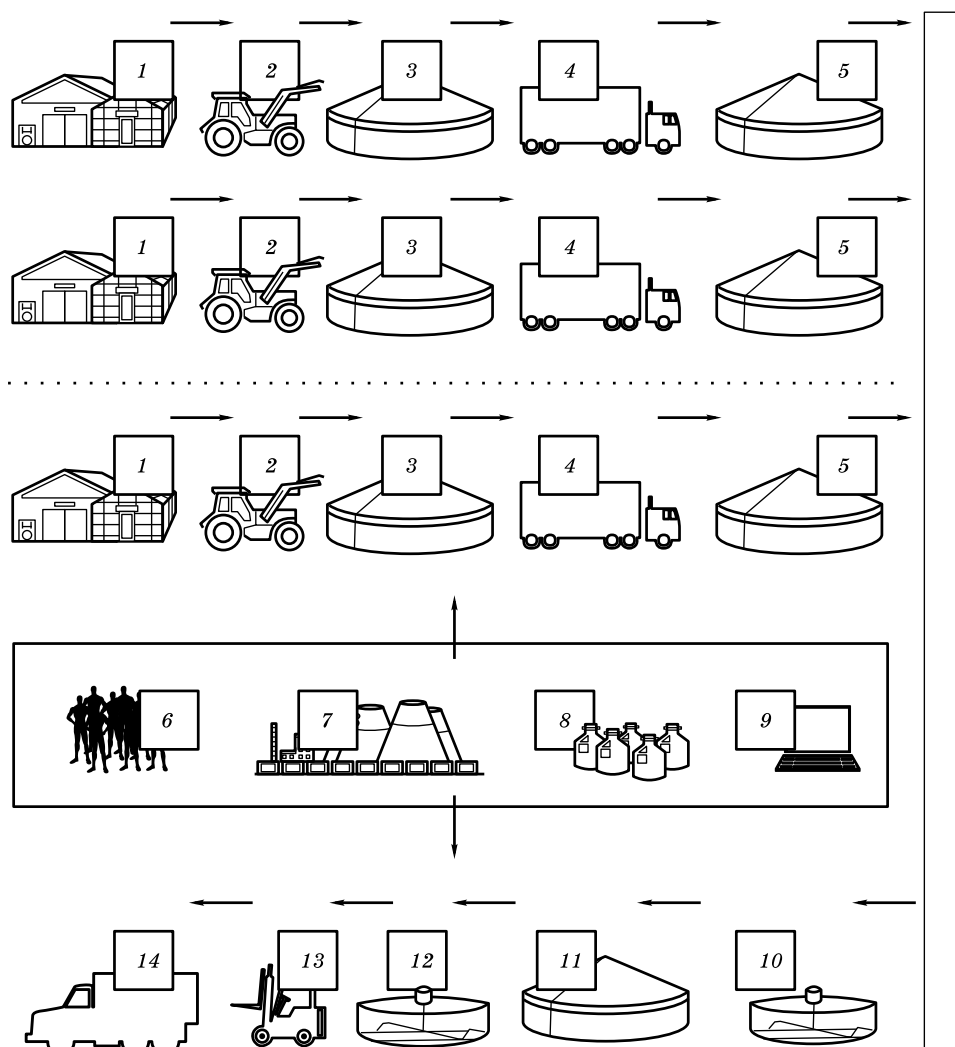


Рис. 4.1

Функциональная схема предприятия по переработке сельскохозяйственного сыра:

1 — производство сельскохозяйственного сырья в поле, саду, на ферме; 2 — уборка, заготовка сырья; 3 — затаривание; 4 — транспортировка на предприятие переработки; 5 — хранение сырья; 6 — людские ресурсы; 7 — энергетические ресурсы; 8 — вспомогательные материалы и вещества; 9 — управление и технологическая информация; 10 — подготовительные операции переработки; 11 — промежуточное хранение полуфабрикатов; 12 — основные операции переработки; 13 — расфасовка, упаковка; 14 — транспортировка к потребителю [18].

оптимизация режимов и параметров агрегатов; оптимальная компоновка (минимальное количество конвейеров) и автоматизация режимов работы оборудования; повышение его надежности и сроков службы; разработка эффективной теплоэнергетической и осветительной техники, обслуживающей пищевые производства [18].

## 4.1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

### 4.1.1. ПРОДУКЦИЯ ПОЛЕВОДСТВА

Основной продукцией полеводства и переработки зерна являются мука, крупа, масложировая продукция, очищенные растительные масла.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА В МУКУ

Основными показателями эффективности мукомольного производства являются выход и качество готовой продукции, а также величина удельных эксплуатационных затрат. Поэтому для повышения эффективности технологических процессов мукомольных заводов следует применять рациональные технологические схемы, режимы подготовки сырья, измельчения, сортировки продуктов, а удельные нагрузки на оборудование поддерживать на оптимальном уровне. Технологические регламенты предприятий большой и малой производительности практически одинаковы, так как требования к готовой продукции идентичны.

Разработаны общие принципиальные положения и приемы, рекомендуемые при построении технологических процессов подготовки зерна к помолу. Можно выделить четыре этапа с самостоятельными задачами:

- формирование помольных партий;
- предварительная очистка зерна от примесей;
- обработка поверхности зерна;
- гидротермическая обработка (ГТО) зерна.

Наличие и последовательность тех или иных операций на мукомольных производствах существенно зависят от перерабатываемой культуры, мощности предприятия и вида технологического процесса. Наиболее простой процесс — подготовка зерна к помолу в обойную муку, а самый сложный — подготовка пшеницы к сортовому помолу с выработкой муки высшего и первого сортов.

#### Формирование помольных партий

Необходимость формирования помольных партий обусловлена тем, что на завод поступает зерно разного качества. Это усложняет и снижает эффективность процесса переработки, требует корректировки режимов работы технологического оборудования и в конечном счете приводит к снижению выхода и качества муки. В связи с этим формируют помольные партии, смешивая зерно разных типов, подтипов, районов произрастания, старого и нового урожая, пониженного и нормального качества. Зерно комбинируют с учетом показателя стекловидности, клейковины, зольности, влажности и засоренности.

Различные по влажности партии смешивают, если расхождение по влажности не превышает 1,5%. Средняя зольность помольной смеси должна быть

не более 1,97%, стекловидность смеси — 50–60%, содержание клейковины — не менее 25%, качество клейковины — не ниже II группы, содержание сорной примеси — не более 2%, зерновой — не более 5%, в том числе проросших зерен — 3%.

Партии формируют либо на элеваторах, либо в подготовительном отделении мукомольного завода. Помольные партии на крупных предприятиях создают в объеме, достаточном для стабильной работы производства на протяжении 10–15 суток. Для предприятий средней и малой производительности продолжительность переработки составленной помольной партии может быть больше.

Исходные партии зерна, включенные в состав помольной партии, подготавливают отдельно с учетом их особенностей. Окончательное смешивание производится после гидротермической обработки зерна.

### Очистка зерна от примесей

Для очистки зерна от примесей, различающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют ситовые или воздушно-ситовые сепараторы. *Короткие и длинные примеси* отделяют на триерах (куколке или овсюгоотборниках). Рабочими органами триеров являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками на их поверхности. Показателем эффективности этих устройств служит степень выделения коротких и длинных примесей. *Минеральные примеси* отделяют в камнеотделительных машинах. Наиболее совершенный тип этих машин — вибропневматический. Их рабочим органом служит вибрирующая воздухопроницаемая дека. При обработке зерновой массы в камнеотделителе происходит самосортирование: в нижние слои перемещаются частицы с большей плотностью (минеральная примесь), в верхние — с меньшей (зерно). *Металломагнитные примеси* отделяют с помощью магнитных колонок и электромагнитных сепараторов. В колонках силовое магнитное поле создают постоянные магниты, в сепараторах — электромагниты. В технологических процессах мукомольного производства очистка зерна, промежуточных и конечных продуктов от металломагнитных примесей считается обязательной операцией.

Очистку считают эффективной, если из зерновой массы выделено не менее 70% примесей в триерах, 65% — в сепараторах, 40–50% — в аспираторах.

### Обработка поверхности зерна

Такая обработка необходима для удаления пыли, не полностью отделившихся оболочек, микроорганизмов. При обработке поверхности зерна применяют обоечные и щеточные машины. В *обоечных машинах* зерно обрабатывают бичами, которые подхватывают его и отбрасывают к рабочей цилиндрической поверхности, выполненной из абразивного материала, стального листа или стальной граненой сетки. Применение обоечных машин рекомендуется только при механической транспортировке зерна. *Щеточные машины* применяют для более мягкой очистки и частичного извлечения пыли из бороздки. Обычно эти машины устанавливают после обоечных. По

расположению основного рабочего органа различают машины с вертикальной и горизонтальной осями вращения щеточного барабана. Попадая в зазор между вращающимся барабаном и неподвижной щеточной декой, зерно подвергается интенсивному воздействию щеток и очищается.

### Гидротермическая обработка зерна

Цель гидротермической обработки зерна (ГТО) — повышение прочности оболочек и снижение прочности эндосперма. Связи между оболочками и эндоспермом ослабевают, что облегчает отделение оболочек от зерна при незначительных потерях эндосперма и способствует увеличению выхода муки лучшего качества.

В зависимости от качества исходного зерна различают три способа кондиционирования: холодное, горячее и скоростное. Наибольшее распространение получило холодное кондиционирование как наиболее простое и достаточно эффективное при переработке зерна с влажностью до 13%. При холодном кондиционировании зерно увлажняют водой с температурой 18–20°C или подогретой до 35°C и оставляют на отволаживание в течение 12–14 часов. При этом усиливается действие ферментов, идет протеолиз белка и ослабление клейковины. Холодное кондиционирование эффективно при переработке зерна с малой растяжимостью клейковины. При переработке пшеницы с высокой стекловидностью зерна рекомендуется употреблять двукратное увлажнение и отволаживание. Горячее кондиционирование применяют при переработке зерна со слабой клейковиной с целью уменьшения активности ферментов. Увлажненное зерно выдерживают при температуре 55–60°C с последующим охлаждением, затем отволаживают в бункерах. При скоростном кондиционировании для увлажнения зерна используют водяной пар. Этот метод применяется редко из-за большой сложности и необходимости автоматизации процесса. Особенность холодного кондиционирования зерна ржи заключается в снижении степени увлажнения и времени отволаживания, что обусловлено повышенной вязкостью эндосперма ржи и трудностью отделения оболочек. Для ГТО используют моечные машины, машины мокрого шелушения и специальные увлажнительные аппараты, а также бункеры для отволаживания.

### Размол зерна

Подготовленное сырье поступает в размольное отделение. Весь сложный процесс размола зерна направлен на то, чтобы как можно лучше отделить эндосперм от оболочек, зародыша и алейронового слоя при производстве сортовой муки. Основой для построения технологической схемы служит тип помола, который может быть простым или сложным. *Простые помолы* характеризуются менее развитой технологической схемой, состоят из одного технологического этапа, связанного с простым измельчением и просеиванием продуктов помола. Все помолы пшеницы и ржи в обойную муку являются простыми. К *сложным помолам* относят помолы пшеницы и ржи в сортовую муку. В этом случае технология включает развитой ситовеечный процесс и шлифовку. При переработке *ржи* ситовеечный и шлифовочный процессы

отсутствуют, так как особенности строения зерна не позволяют получать чистый эндосперм в виде крупки.

Наиболее сложно организован помол пшеницы в сортовую муку. Сортвые помолы пшеницы занимают ведущее место в мукомольной промышленности и основаны на одинаковых принципах. В них входят трех- и двухсортный помолы пшеницы в хлебопекарную муку с базисным выходом муки 75 и 78% ; односортный помол с выходом муки первого сорта 72% , а также помолы пшеницы в муку для макаронных изделий. Принципиальная схема сортовых помолов включает следующие этапы:

- 1) первичное измельчение зерна (драной процесс);
- 2) дополнительное сортирование крупок и дунстов в ситовечных машинах (ситовечный процесс);
- 3) подготовку промежуточных продуктов в вальцовых станках (шлифовочный процесс);
- 4) окончательное измельчение промежуточных продуктов (размольный процесс);
- 5) формирование сортов;
- 6) контроль и витаминизацию муки.

Предприятия малой мощности обычно оснащены небольшим количеством серийного оборудования. При его рациональном использовании и изготовлении специальных агрегатов можно вырабатывать некоторое количество муки высшего (до 20–30% ), первого и второго сортов с общим выходом до 60–75% . Как правило, цеха и аппараты таких производств имеют не более трех вальцовых станков, одного-двух рассевов, минимум зерноочистительного оборудования.

Технологические схемы подготовки зерна к сортовому помолу должны включать воздушно-ситовый сепаратор, камнеотделитель, триер-куколеотборник, обочную машину, увлажнительную машину и закрома для отволаживания.

Схемы размола зерна в зависимости от числа станков могут иметь при трех станках три драные и три размольные системы, при двух — три драные и одну размольную, при одном — одну драную и одну размольную. Режимы работы драных систем должны обеспечивать извлечение продуктов до 40–80% , размольных — 60–80% .

В состав зерноочистительного оборудования мельницы входят комбинированная зерноочистительная машина, исполняющая роль сепаратора, триера-куколеотборника и наждачной обочной машины, и пневмосепаратор. В линии предусмотрено увлажнение и последующая выдержка зерна в закромах. В агрегате применяются серийно выпускаемые малогабаритные вальцовые станки и специально изготавливаемый шестиприемный рассев.

Технологическая схема размола зерна на мельнице включает три драные и три размольные системы. Эта схема позволяет получать 15% муки высшего сорта и 55% первого при двухсортном или 72% муки первого сорта при односортном помоле. На агрегатах или в цехах с 1–2 станками и соответствующими просеивающими машинами можно получать до 20% муки высшего

сорта и 40–50% муки второго сорта или до 40% муки первого сорта при условии переработки высококачественного зерна и его хорошей подготовки.

Малотоннажные предприятия по переработке зерна в крупу делят на три группы по мощности:

- А — предприятия, перерабатывающие зерно до 1000 кг/ч;
- Б — до 500 кг/ч;
- В — до 250 кг/ч [18].

Среди крупяных культур одно из ведущих мест занимает гречиха. Благодаря высокой биологической ценности продукты, вырабатываемые из этой культуры, широко используются в общественном, детском и диетическом питании. Традиционная технология переработки гречихи в крупу и продел включает очень много стадий, характеризуется недостаточным выходом и качеством конечного продукта, а также значительной энергоемкостью.

На Заудинском мелькомбинате (Бурятия) разработана и внедрена новая энергоресурсосберегающая технология производства гречневой муки с использованием влаготепловой обработки исходного зерна. Такая обработка является ключевым звеном новой технологии и заключается в увлажнении и отволаживании исходного зерна методом кондиционирования с последующей высокотемпературной обработкой. Согласно технологии, зерно гречихи очищают, фракционируют, подвергают влаготепловой обработке, затем отволаживают, обжаривают кондуктивно-конвективным методом. После этого его охлаждают в охлаждающей колонке и направляют для шелушения в вальцедековый шелушитель [79].

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА В КРУПУ

Выбор схемы переработки определяется структурно-механическими и технологическими свойствами зерна. Различные культуры требуют специфического подхода при выборе технологической схемы и оборудования, что создает определенные трудности в проектировании, строительстве и эксплуатации предприятия. Поэтому целесообразно выбирать технологические процессы, позволяющие производить крупу из нескольких культур по комбинированной схеме. Процессы подготовки крупяных культур различаются мало, поэтому технологическая схема переработки в основном определяется схемой шелушильного отделения. По комбинированной схеме возможна переработка гречихи и проса, так как схемы шелушения включают вальцедековые станки, а также ячменя, пшеницы, гороха и кукурузы, для которых необходимо использование шелушильно-шлифовальных машин (ЗШН). При этом оборудование подбирают для культуры, имеющей более сложную технологическую схему переработки. Например, при переработке проса и гречихи используют схему переработки гречихи. При переходе на переработку проса меняют сита в сепарирующих машинах, исключают гидротермическую обработку и предварительное сортирование зерна на фракции, заменяют деки в вальцедековых станках. Дополнительно в схеме применяют шлифование ядра, которое не требуется при переработке гречихи. При рациональной компоновке оборудования и правильно построен-

ной системе транспортировки перевод цеха с одной культуры на другую не представляет трудностей.

В зависимости от способа производства крупы ее подразделяют на недробленную (из целого ядра), дробленную и дробленную шлифованную. Технологическую схему зерноочистительного и шелушильного отделений разрабатывают по определенным правилам. Для очистки зерна от примесей используют воздушно-ситовые и воздушные сепараторы, камнеотделительные машины, триеры и другое оборудование [18]. Основную очистку зерна производят в воздушно-ситовых сепараторах. Для выделения основной массы примесей обычно применяют 2–3 системы последовательного пропуска зерна через сепараторы. На первой системе отбирают крупную, мелкую и легкую примесь в максимальном количестве. В сепараторах второй и третьей системы сепарирования проводят дальнейшую очистку зерна и отсеивают мелкое зерно вместе с мелкими примесями. Для отбора мелкого, недоразвитого и наиболее засоренного зерна, а также для сортирования зерна на фракции можно использовать рассевы. В сепарирующих машинах размер и форма отверстий сит зависят от размеров зерна и особенностей примесей, содержащихся в зерновой массе. Сита с круглыми отверстиями устанавливают при очистке зерна округлой формы: риса, проса, гороха, кукурузы; с продолговатыми — для зерна удлиненной формы: овса, ячменя, пшеницы; с треугольными — для гречихи.

При подготовке некоторых культур применяют триеры — куколеотборочные машины для очистки овса, ячменя, пшеницы и овсюгоотборочные для гречихи, пшеницы. При переработке проса, гороха, кукурузы и риса триеры не используют. Зерно очищают от минеральных примесей в камнеотделительных машинах. Их устанавливают перед триерами, так как отбор минеральных примесей до триеров уменьшает износ и удлиняет срок их работы. Камнеотделительные машины не используют при подготовке овса и гороха. При переработке ячменя и пшеницы поверхность зерна очищают в обоечных или шелушильно-шлифовальных машинах (предварительное шелушение).

*Гидротермическую обработку (ГТО)* применяют при подготовке к переработке гречихи, овса, гороха, пшеницы и кукурузы. Это позволяет повысить прочность ядра, снизить прочность оболочек, уменьшить дробление ядра при шелушении и шлифовании, лучше разделить оболочки и зародыш. Используются методы горячего и холодного кондиционирования. Для гречихи, овса, гороха применяют *горячее кондиционирование*. Зерно пропаривают в горизонтальном шнековом пропаривателе непрерывного действия или в аппарате периодического действия в течение 1,5–8,0 мин. Продолжительность пропаривания зависит от технологических свойств зерна, исходной влажности и давления пара, величина которого изменяется в пределах 0,1–0,3 мПа для различных культур. После пропаривания зерно сушат в сушилках, затем охлаждают в охладительных колонках до температуры, превышающей температуру в производственном помещении не более чем на 6–8°C. *Холодное кондиционирование* применяют для пшеницы и кукурузы. Зерно увлажняют водой с температурой 40°C в увлажнительных машинах или в пропаривателях при низком давлении пара. Увлажненное

зерно отволаживают в бункере в течение нескольких часов. Этот способ подходит и для овса в случае последующего шелушения в центробежном шелушителе. При этом зерно увлажняют до 16–18% и отволаживают в течение 8 ч. После ГТО зерно направляют на переработку.

### **Общие принципы переработки зерна в крупу**

Особенности строения и технологических свойств различного крупяного зерна обуславливают применение разных методов шелушения и соответствующих машин. Набор методов и шелушительных машин регламентируется правилами и зависит от структурно-механических свойств ядра и связи оболочек с ядром. Продукты шелушения сортируют, выделяют мучку и дробленое ядро в просеивающих машинах. Лузгу, имеющую другие аэродинамические свойства, отвеивают в воздушных сепараторах. Оставшуюся смесь шелушенных и нешелушенных зерен разделяют в крупноотделительных машинах (падди-машинах, отсевах и крупосортировках).

Шелушеное ядро становится крупой после шлифования и полирования, т. е. удаления оставшихся плодовых, семенных оболочек, частично алейронового слоя и зародыша (за исключением гречневого ядра). Для шлифования применяют шелушительно-шлифовальные постава, машины и вальцедековые станки (для пшена). Технологический процесс завершается контролем крупы, побочных продуктов и отходов в отсевах, сортировочных машинах и воздушных сепараторах. Структурные схемы процесса производства крупы из различного зерна и режимы его обработки регламентированы правилами по каждой крупяной культуре. В сельском хозяйстве крупу вырабатывают из зерна пшеницы, проса, гречихи, овса, ячменя.

### **Производство пшена**

Основная очистка проса в зерноочистительном отделении предусматривает три последовательно установленных воздушно-ситовых сепаратора, где выделяют крупные примеси, недоразвитое просо (остряк), мелкую фракцию зерна вместе с мелкими примесями. Затем просо сортируют последовательно на двух системах отсевах, выделяют мелкие примеси в воздушных сепараторах, после чего в камнеотделительных машинах выделяют минеральные примеси. Контроль отходов осуществляют в буратах. Гидротермическую обработку проса не производят.

Просо шелушат в вальцедековых станках. Рекомендуются двухдековые станки, так как эффективность шелушения зерна в них значительно выше, чем в однодековых. При употреблении однодековых станков достаточно применить последовательное шелушение на двух системах. Можно использовать технологическую схему, включающую четырехкратное последовательное шелушение в однодековых станках. Режим шелушения проса в вальцедековых станках должен обеспечивать количество шелушенных зерен после первой системы не менее 91%, количество дробленого ядра при этом не должно превышать 3,7%, а после второй системы — не менее 99% шелушенных зерен и не более 5,0% дробленых ядер. После каждой системы шелушения продукт дважды провеивают в аспираторах для отделения лузги, мучки и дробленого ядра.



Ядро, полученное после шелушения проса, состоит из эндосперма, алейронового слоя, полностью или в значительной степени сохранившихся плодовых и семенных оболочек и зародыша. Это пшенодранец, имеющий тусклый сероватый оттенок. На сельскохозяйственных перерабатывающих предприятиях пшенодранец после отсева дробленой крупы и провеивания иногда направляют на выбой. На промышленных просозаводах его шлифуют в шлифовальных машинах.

Для шлифовки крупы обычно используют вальцедековый станок. Наилучшие результаты дает шлифование в винтопрессовых машинах У1-БШП. При этом выход крупы снижается на 2–3% за счет повышения выхода дробленки и мучки, но качество крупы возрастает. Конечный продукт при этом называют «пшено быстроразваривающееся». Полученные продукты контролируют в отсевах или крупосортировках, воздушных и магнитных сепараторах.

### Производство гречневой крупы

Схема технологического процесса производства гречневой крупы включает двукратное последовательное сепарирование зерна в воздушно-ситовых сепараторах с использованием сортировочных сит с треугольными отверстиями размером 7,5 и 7,0 мм. После обработки в сепараторах зерно разделяют в крупяном отсеве на крупную и мелкую фракции. Очистку гречихи от примесей завершают сепарированием в триерах-овсюгоотборниках для выделения длинных примесей и в камнеотделительных машинах для выделения минеральной примеси. Очищенное зерно направляют на ГТО, которую проводят по схеме «пропаривание–сушка–охлаждение».

Гречиху пропаривают в пропаривателях периодического действия, сушат в паровых вертикальных сушилках и охлаждают в охладительных колонках до температуры не выше 30°C. В шелушильном отделении зерно сортируют по фракциям, выделяют металломагнитные примеси, шелушат, сортируют продукты шелушения, контролируют крупу и отходы. Шелушение производится в вальцедековых станках. Продукты шелушения каждой фракции сортируют отдельно в отсевах. Нешелушеное зерно и ядрицу с лузгой отдельными потоками направляют в воздушные сепараторы для отделения лузги, а продел — в отсев для выделения мучки и частиц лузги. После этого нешелушеное зерно возвращается в вальцедековый станок той же системы для повторного шелушения, а ядрица и продел — на контрольные системы, включающие сепарирование в крупосортировках, воздушное сепарирование и окончательное выделение металломагнитной примеси.

Технология переработки гречихи на предприятиях малой мощности значительно упрощена: не всегда применяют ГТО, зерно делят не на 6 фракций, а на 3–4. Тем не менее общие принципы переработки остаются теми же.

### Производство овсяных продуктов

Очистка овса включает двукратный пропуск зерна через воздушно-ситовые сепараторы, триеры и аспираторы. ГТО овса проводят в пропаривателях непрерывного действия, подсушивают до влажности 10% при последующем использовании для шелушения шелушильных поставов либо до влажности

13,5–14,0% в случае применения для шелушения обочных машин или центробежных шелушительных машин. В шелушительных машинах обрабатывают раздельно крупную и мелкую фракции.

Для сортирования продуктов шелушения рекомендуются центрофугалы в связи с особенностями их структурно-механических свойств. Обработка в центрофугалах способствует разрыхлению продукта. Для сортирования продуктов шелушения можно использовать бураты. После отделения лузги и обработки на падди-машинах (крупноотделительные установки) полученное ядро шлифуют путем однократного пропуска через шлифовальные поставы, продукты контролируют на ситах, падди-машинах и аспираторах.

Для получения овсяных хлопьев целую крупу высшего сорта дополнительно очищают в крупосортировках, аспираторах и падди-машинах, затем пропаривают, отволаживают в течение 20–30 мин и плющат в вальцовых станках с гладкими вальцами. Хлопья подсушивают до влажности не более 12,5% на ленточных сушилках, охлаждают, отвеивают мучку и частицы пленок в аспирационной колонке и фасуют.

### Производство ячменной крупы

Ячмень очищают от примесей путем трехкратного сепарирования зерна в воздушно-ситовых сепараторах, камнеотделительных машинах и триерах-куколеотборниках. Особенностью подготовки ячменя к переработке является предварительное шелушение зерна для удаления цветковых пленок, плотно сросшихся с ядром. Ячмень шелушат путем последовательной обработки на четырех системах. На первых двух системах применяются обочные машины с абразивным цилиндром, на последующих — шелушительно-шлифовальные машины.

В результате удаления цветковых пленок получают так называемый пенсак, который направляют на шлифование и полирование. Для получения *перловой крупы* пенсак направляют на шлифовально-полировальные машины А1-ЗШН-3, в которых его трехкратно шлифуют и после отсеивания мелкой крупы крупную фракцию обрабатывают на трех системах полирования. Полученную крупу направляют на последовательное четырехкратное сортирование в отсевах для выделения мучки и фракционирования крупы по номерам с последующим сепарированием в воздушных сепараторах и магнитных аппаратах перловой крупы каждого номера. При выработке *ячневой крупы* пенсак перед дроблением дополнительно шлифуют в машине А1-ЗШН-3, затем измельчают в вальцовых станках и сортируют в отсевах в трехномерную ячневую крупу [24].

### ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Основными направлениями энерго- и ресурсосбережения в масложировой отрасли являются совершенствование технологии производства растительных масел, улучшение использования и структуры специализированного оборудования, сокращение отходов производства и повышение их утилизации.

Сушка семян масличных культур — один из наиболее энергоемких процессов. При традиционных методах тепловой обработки все труднее достичь существенного ускорения процессов производства, экономии энергоресурсов, поскольку возможности этих методов зачастую уже исчерпаны. Технология сушки с применением СВЧ-энергии открывает новые возможности в области подготовки сыпучих материалов к хранению или дальнейшей переработке.

Применение СВЧ-энергии имеет ряд особенностей: возможность высокой концентрации энергии в единице объема, способность проникать на значительную глубину обрабатываемого продукта, отсутствие непосредственного контакта с продуктом, практически 100%-ное преобразование СВЧ-энергии в тепло, выделяемое в нагреваемом продукте. Достоинства нового способа сушки масличных семян по сравнению с традиционными:

- большая суточная производительность;
- равномерность прогревания;
- высокий съем влаги: поскольку семена прогреваются одновременно по всему объему, напряжение объема по испаренной влаге возрастает в 2–3 раза по сравнению с сушильными установками иных типов;
- высокая пожаробезопасность в эксплуатации, так как сушка производится при температуре не более 50–60°C;
- гибкая поэтапная схема рабочего цикла, обеспечивающая значительную экономию энергии.

Сушка воздухом, подогретым СВЧ-излучением, вместо дымовых газов исключает попадание канцерогенных веществ в семена, тем самым благоприятно влияя на их качество и обеспечивая экологическую чистоту технологии обработки.

Другим новаторством в области сушки сыпучих материалов является электровзрывная технология, основанная на использовании методов электро-, гидро-, газодинамики сильноточных разрядов в различных средах. С помощью этого изобретения удастся решать множество задач по энергоресурсосбережению АПК, в том числе создавать принципиально новые виды сушильных агрегатов.

Базовым элементом новых сушилок служит электровзрывной модуль — малогабаритная камера специальной формы. В ее газозвуковой среде с помощью импульсного генератора тока формируется требуемый эффект — образование потока сухого воздуха в форме плоской струи с высоким динамическим давлением, которая взаимодействует с высушиваемым материалом.

Энергопотребление электровзрывных модулей незначительное. При установленной мощности одного модуля 20–100 Вт и при числе модулей около 10 затраты электроэнергии сравнимы с затратами компрессора или нагревательных элементов. В зависимости от назначения и производительности сушильного агрегата его общая установленная мощность колеблется от 1 до 5 кВт, что позволяет считать новый технологический процесс энергосберегающим и конкурентоспособным по сравнению с известными методами сушки сыпучих материалов.

Инактивацией называют обработку влагой и теплом исходного сырья с целью придания ему необходимых технологических свойств. Влаготепловая обработка производится в инактиваторах. На маслодобывающих предприятиях в основном используются инактиваторы трех типов: барабанные, чанные и шнековые. Достоинства электрифицированного шнекового инактиватора: малые габаритные размеры, простота в эксплуатации, возможность автоматизации подогрева, но главное — небольшие энергозатраты на обработку мятки (540 кДж/кг).

В России разработана новая технология подготовки структуры маслосодержащего материала к последующему извлечению масла с участием острого пара. Энергосберегающий эффект получается за счет высокой скорости прокачивания растворителя в экстракторе, а значит, большей проходимости сырья, сокращении энергозатрат на получение единицы продукции.

Перспективной многофункциональной технологией в пищепереработке является обработка сырья инфракрасным (ИК) излучением. В масложировой отрасли ИК-обработку применяют на стадии подготовки сырья к съему масла. Преимущество новой технологии заключается в экологической чистоте, сохранении исходных полезных веществ в продукте, получении растительных пищевых масел в относительно больших объемах, что соответствует принципу ресурсосбережения. Так, включение ИК-подготовки материала в прессовую технологию способствует более полному раскрытию маслосодержащих клеток и улучшает работу прессового оборудования. В итоге масличность выходящего жмыха может быть снижена до 5%, а с применением новых высокопроизводительных прессов — еще больше.

С точки зрения энергосбережения очень перспективно применение термомпластической экструзионной технологии на стадии отжима масла. В экструзионных установках сдвиговые усилия (вместо усилий традиционного объемного сжатия) дополнительно воздействуют на ультраструктуру клеток масличного сырья, максимально разрушают ее, тем самым обеспечивая в дальнейшем эффект полного извлечения масла. Экструзионный жмых значительно превосходит по своим свойствам жмых и шроты от других масличных производств. В связи с этим применение экструдеров будет иметь большое значение в хозяйствах, занимающихся сбытом кормового сырья. Эта технология является энергоэкономичной и представляет интерес для строящихся маслодобывающих предприятий и модернизируемых цехов.

Стадия рафинации растительных масел — также энергоресурсоемкий процесс, требующий соответствующих коррективов, направленных на снижение вредного воздействия на окружающую среду, сокращение потребления электроэнергии, воды, пара, химических реагентов.

Традиционным методом очистки сырых растительных масел является химическая рафинация, при которой свободные жидкие кислоты нейтрализуются каустической содой. Полученное в результате реакции мыло натрия отделяется сепараторами. Нейтральные масла впоследствии отбеливаются и дезодорируются. Метод может использоваться для рафинации практически

всех видов сырых масел, включая масла низкого качества, за исключением касторового.

На фоне традиционной щелочной рафинации в последнее время все большее распространение приобретает метод физической рафинации. При этом свободные жидкие кислоты удаляются дистилляцией в одну стадию с дезодорацией в условиях низкого вакуума. Метод особенно подходит для масел с высокой кислотностью.

С экономической точки зрения достоинством экструзионного оборудования является совмещение операций при подготовке сырья — обрушивания, сжатия, измельчения, первичного отжима масла и гранулирования масло-содержащего материала в одном агрегате. Такая универсальность экструдерной техники позволяет сократить большой перечень единиц технологического оборудования, уменьшить занимаемые ими площади, снизить расход пара на 30%, значительно уменьшить энергопотребление.

В Московском государственном университете пищевых производств (МГУПП) разработана технология извлечения растительных масел биотехнологическим методом. Она предусматривает биодеструкцию измельченного масличного сырья в присутствии ферментов с целью отделения жировых компонентов и перехода их в водный раствор. Далее чистое масло отделяется гидролизом от водной фракции. Технология представляет собой альтернативу традиционной. Ее преимущества позволяют отказаться от дорогостоящих химических реагентов и энергоемкого оборудования, что обеспечивает значительный энергосберегающий эффект.

Кубанским государственным технологическим университетом (г. Краснодар) создана новая энергосберегающая технология производства масел, совмещающая процессы экстракции и отгонки растворителя под вакуумом. Способ предусматривает утилизацию тепловой энергии масличного материала, приобретенной в процессе влаготепловой обработки и отжима масла (температура жмыха 100–110°C) в модернизированной загрузочной колонне типового экстрактора НД-1250.

Перспективными в масложировой отрасли являются новые способы очистки растительных масел с помощью электростатического оборудования [79].

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

При производстве растительных масел под действием высоких температур, давления и химических реагентов в продукте накапливаются сопутствующие примеси. Так, в товарном масле, помимо основного компонента — триглицеридов, всегда присутствуют фосфолипиды, воски, красящие вещества, свободные жирные кислоты, моно- и диглицериды, продукты окисления жирных кислот и другие соединения липидной природы. Их наличие значительно ухудшает вкус масел, сокращает сроки хранения, вызывает в них процессы окисления. Поэтому все большее значение приобретает очистка растительных масел.

Очистка растительных масел, целью которой является удаление из них сопутствующих веществ липидной природы, называется *рафинацией*.

В зависимости от способа очистки и качественных показателей растительные масла классифицируются на следующие виды и сорта: рафинированное (кислотное число соответствует 0,4 мл КОН), высший сорт (1,5 мл КОН), первый сорт (2,25 мл КОН), второй сорт (6 мл КОН). Полный цикл рафинации охватывает следующие основные процессы: гидратацию фосфатидов, выведение восков и воскоподобных веществ из жиров путем их вымораживания (винтеризации), непрерывную или периодическую щелочную рафинацию, отбелку, дезодорацию и физическую дистилляцию с применением различных реагентов.

### **Технологии предварительной очистки растительных масел**

Начальный этап очистки растительных масел предусматривает очистку от механических примесей размером 0,3–0,5 мкм. Существуют различные способы удаления из масел примесей «крупных» размеров. Наиболее распространен способ отстаивания масел в специальных отстойниках с дальнейшим отделением осадка на центробежных аппаратах. Достоинствами данного способа являются непрерывное отделение частиц, низкие затраты на обслуживание, возможность одновременного проведения дополнительной гидратации.

Другой метод холодной очистки — фильтрование. Прокачка масла через бельтинг-фильтры позволяет задерживать крупные механические частицы, шлам. Достоинствами фильтрования являются простота устройства и эксплуатации, незначительные материальные расходы. Однако мелкие частицы воска, парафин, которые содержатся в масле, настолько забивают поры бельтинг-ткани, что она быстро становится непригодной для дальнейшей эксплуатации.

Очистка масла вакуумными перлитными фильтрами позволяет удалить из него влагу, механические примеси, слизистые вещества, а также парафин и воск после винтеризации. Однако дороговизна перлита, необходимость его частой замены ограничивают применение данного материала.

Новаторским приемом в фильтрации растительных масел является применение углеродно-волоконистых материалов. Такие материалы обладают большой внешней поверхностью, возможностью регулирования пористости, химического состояния поверхности, электропроводимости, имеют высокую термическую, химическую и радиационную стойкость.

Собранный на углеродно-волоконистых фильтрах фосфатидно-белковый комплекс используется в других пищевых производствах, в фармацевтической и косметической промышленности в качестве хорошего эмульгатора и смачивающего реагента. Поэтому его широко употребляют в производстве диетических майонезов, маргаринов, жировых эмульсий.

По сравнению с традиционными способами технология холодной очистки масел с помощью углеродно-волоконистых материалов менее трудоемка и более экономична, существенно сокращает расход вспомогательных материалов и энергии, требует меньших производственных площадей. Данный способ очистки наиболее целесообразен в малотоннажных производствах.

### Технологии основной очистки растительных масел

На стадии основной очистки растительных масел традиционной является *химическая* рафинация. Однако данный способ экологически небезопасен, требует больших расходов воды, химических реагентов, вспомогательных материалов. Помимо традиционной щелочной рафинации, в последнее время все большее распространение приобретает метод *физической* рафинации, при котором свободные жидкие кислоты удаляются дистилляцией в одну стадию с дезодорацией в условиях низкого вакуума.

Современный технологический процесс физической рафинации включает ряд последовательно осуществляемых операций:

- деаэрацию масла под вакуумом (удаление влаги и воздуха);
- предварительный нагрев масла паром низкого давления;
- рекуперационный нагрев теплом дезодорированного масла;
- окончательный нагрев при температуре 250–260°C с достижением вакуума 0,26–0,39 кПа;
- обработку масла острым паром под вакуумом (удаление одорирующих веществ и свободных жирных кислот), конденсацию дистиллята;
- рекуперационное охлаждение дезодорированного масла исходным маслом;
- окончательное охлаждение водой;
- полировочную фильтрацию.

Основным оборудованием для физической рафинации является дезодоратор, обеспечивающий массообмен между маслом и острым паром.

При физической рафинации наблюдается следующая закономерность: чем выше кислотное число нерафинированного масла, тем больше технологический и экономический эффект очистки. Поэтому данную технологию можно рекомендовать для очистки масел с высоким содержанием свободных жирных кислот — кокосового, пальмового, пальмоядрового и др. При физической рафинации потери жира значительно меньше по сравнению со щелочным методом.

На Украине разработан новый способ рафинации растительных масел — *электроочистительный*. Новая технология создана в НПП «Микронинтер» по заказу Министерства по делам науки и технологии. Соисполнителем проекта стал Харьковский научно-исследовательский институт масел и жиров. В основу этого способа очистки были положены так называемые полевые технологии. Ранее они были апробированы в авиакосмической промышленности и энергетике. Принцип их действия основан на взаимодействии электрических полей, которыми обладают частицы загрязнений, и внешних полей, созданных в системе фокусирующих электродов. В результате такого взаимодействия частицы загрязнений извлекаются из потока масла и собираются в ячейках-накопителях. Электроочистительная технология обеспечивает удаление частиц различной химической природы и любых размеров. Благодаря этому достигается высокая степень очистки.

Особенно эффективно применение технологии на стадии очистки масел от отработанной отбелочной глины, т. е. на стадии винтеризации. Процесс протекает непрерывным циклом — в отличие от классических методов, в которых воск удаляется в несколько этапов. Для новой технологии не требуются вода,

пар, химикаты, что значительно снижает антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Электроочистительный способ рафинации масел на стадии гидратации целесообразно проводить ступенчато, заканчивая при концентрации воды 0,2%.

В целом применение электростатического маслоочистительного оборудования позволяет обеспечить высокие качественные характеристики продукции, сократить удельные объем и массу, размеры производственных сооружений, улучшить условия труда.

Для рафинации пресовых высококислотных растительных масел на кафедре технологии жиров КубГУ была разработана технология очистки (гидратации) методом *электромагнитной активации* с последующим отделением фосфолипидной эмульсии в непрерывно действующих тонкослойных отстойниках. Метод основан на обработке сырого пресового масла в переменном вращающемся электромагнитном поле с магнитной индукцией 0,8 Тл и последующей нейтрализации, проводимой в течение 15 мин после обработки. Такие технологические условия позволяют значительно интенсифицировать процесс нейтрализации за счет создания в жировой системе наиболее благоприятных условий для максимального контакта индивидуальных молекул жирных кислот со щелочным реагентом [5].

Существенно снизить интенсивность эмульгирования нейтрального жира и избежать получения трудновыводимых стойких эмульсий при нейтрализации позволяет применение *силиката натрия*. Силикат натрия выгодно отличается от гидроксида натрия тем, что практически не омыляет нейтральный жир. Масло, нейтрализованное силикатом натрия, содержит в 4–5 раз меньше мыла. Это дает возможность значительно снизить расход промывных вод и потери нейтрального жира при промывке. Образующееся же в незначительных количествах мыло выпадает в виде быстро оседающих хлопьев, что позволяет легко разделить систему «нейтрализованное масло — соапсток» в поле гравитационных сил. Несколько меньший выход нейтрализованного масла при использовании силиката натрия обусловлен переходом нейтрального жира в соапсток.

Таким образом, использование в качестве нейтрализующего агента силиката натрия позволяет существенно улучшить физико-химические показатели масла по сравнению с традиционной технологией, однако по выходу очищенного продукта новая технология уступает традиционной. Проблему значительных потерь нейтрального жира с соапстоком способен устранить следующий прием: непосредственно после нейтрализации масло с образовавшимися хлопьями соапстока следует пропустить через аппарат магнитной обработки АМО-С, создающий переменное электромагнитное поле. Установлено, что такая обработка системы приводит к существенному снижению потерь нейтрального жира. Наибольший эффект отмечен при значении магнитной индукции 0,3 Тл. При большем значении в нейтрализованном масле возрастет массовая доля неомыляемых липидов и ухудшится показатель цветности.

Следующим технологическим этапом является *промывка* масла. Низкое (до 0,035%) остаточное содержание мыла в нейтрализованном масле дает возможность использовать для промывки раствор лимонной кислоты, что



существенно уменьшает потери жира с промывным агентом. Отсутствие мыла в промытом масле и минимальные потери жира с промывным агентом обеспечиваются при количестве промывного агента 8% массы масла и температуре промывки 90°C.

Для отделения соапстока от нейтрализованного масла рекомендуется тонкослойный отстойник.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования технологических процессов в пищепереработке являются биотехнологические методы обработки сырья, которые постепенно начинают применяться при производстве и очистке растительных масел [5].

#### ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ АВТОНОМНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сельхозпроизводитель с древних времен сам обеспечивал себя теплом, механической энергией, тягловой силой, светом и т. д. С появлением машинного производства сельскохозяйственные технологии стали зависеть от специальных энергетических структур — ископаемых энергоресурсов, электроэнергетиков, которые с ростом механизации, химизации и мелиорации производства все больше влияют на экономические параметры продукции, существенно удорожая ее. Вместе с тем сельскохозяйственные растения являются идеальным трансформатором солнечной энергии в биологическую, которую нетрудно преобразовать в другие нужные сельхозпроизводителю виды энергии.

Наибольший интерес с точки зрения энергоавтономности представляют масличные культуры (например, рапс), которые позволяют получать энергопродукт в виде растительного масла механическим отжимом из семян. Этот технологический процесс прост, не требует дорогостоящих перерабатывающих производств и эффективен по выходу энергии с 1 га посева. Есть более совершенная технология конверсии энергии семян — химическая (метанолизация растительного масла). Однако она эффективна лишь для специальных перерабатывающих предприятий. Масличные энергокультуры имеют высокий коэффициент энергоотдачи, поскольку требуют меньших затрат энергии на получение конечного энергопродукта: их выращивание и переработка связаны с малыми издержками. Однако наивысшим энергетическим потенциалом обладают сахароносы — культуры с высоким содержанием сахара: свекла, сорго, сахарный тростник (слоновья трава), но они для ферментационного процесса требуют сложной технологии и дорогостоящего оборудования, которые окупаются только при крупнотоннажном производстве. Для внутрихозяйственной трансформации эти культуры неприемлемы. В эталонных технологиях велики затраты энергии на выращивание и переработку растений, поэтому коэффициент энергоотдачи у них в 2 раза ниже, чем у масличных биотехнологий. Более того, масличные культуры более ценны, чем сахароносы, поскольку они являются богатым источником кормовой энергии — обеспечения потребности животноводства в белке (кормовом протеине). Поэтому наиболее перспективными энергетическими культурами для энергоавтономных сельхозпредприятий являются масличные растения, прежде всего яровой и озимый рапс.

Таким образом, сельское хозяйство становится важным участником энергетического комплекса мировой экономики: производство биотоплива уже превышает 15 млн т в год. Не воспользоваться этим для удовлетворения собственных потребностей производства и социальной сферы было бы ошибкой, тем более в условиях все большего удорожания энергоресурсов (например, в России в структуре себестоимости продукции они уже превышают 20%).

В настоящее время рассматривается несколько вариантов участия сельского хозяйства в энергетическом комплексе.

1. *Как сырьевой источник получения энергии.* При этом имеется в виду, что в перерабатывающей промышленности АПК создается новый блок — энергетический, который перерабатывает сельскохозяйственное энергосырье и поставляет биотопливо на рынок. Однако этот вариант, несмотря на экономическую целесообразность, по-видимому, встретит немало конкурентов среди участников современного нефтегазового комплекса, обладающего богатыми финансовыми и политическими ресурсами.

2. *Российское сельское хозяйство как сырьевая база зарубежной биоэнергетической системы.* На это рассчитывают многие страны и часть национального аграрного и энергетического комплекса. Это, казалось бы, оправдывается повышенным спросом на биоэнергетическое сырье на мировом рынке и небольшим стремлением к инвестициям в его переработку на месте из-за повышенной рискованности проекта. Однако это можно априори считать ошибкой.

3. *Использование переработки энергосырья непосредственно в сельскохозяйственном комплексе,* интегрированном с эффективными корпорациями на селе, хорошо доказано на примере Орловской области. Такая модель позволяет реализовать в интересах сельского хозяйства глубокую переработку энергетического сырья.

4. *Использование энергетического сырья непосредственно в сельскохозяйственном предприятии по его непосредственному назначению,* т. е. его энергоавтономизация. Технологически это достижимо. Как будет показано далее, это «ближний путь» для освоения богатых энергетических ресурсов современного сельского хозяйства с высокой эффективностью для товаропроизводителей. Наиболее простое решение — производство маслосемян, получение из них на месте сырого растительного масла и его использование в чистом виде и (или) в смеси с нефтешелочным топливом в дизельных двигателях сельскохозяйственных машин, в дизель-генераторных установках для выполнения сельскохозяйственных машинных технологий, для выработки электроэнергии и т. д. На этих принципах основана современная парадигма «энергоавтономности сельскохозяйственных товаропроизводителей» [35].

#### ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Новая наноэлектротехнология комбинированной сушки зерна выполняется циклом: конвективный нагрев зерна до 50°C, затем его кратковременная СВЧ-обработка. При СВЧ-обработке в нагретом зерне создается избыточное давление влаги при температуре ниже температуры кипения воды.

Вследствие этого ускоряется фильтрационный перенос влаги из зерновки на ее поверхность в капельно-жидком состоянии. С поверхности влага удаляется подогретым воздухом теплоносителя.

Новая наноэлектротехнология СВЧ-микронизация зерна основана на эффекте декстринизации (расщепление полисахаридов крахмала и переход их в усвояемые питательные вещества). Степень декстринизации увеличивается с 12 до 80%, энергосодержания — в 2 раза (с 7,7 до 15,7 МДж/кг). По сравнению с ИК-микронизацией, широко распространенной за рубежом, удельные затраты энергии сокращаются более чем в 2 раза (от 250–300 до 130–150 кВт·ч на 1 т зерна). По данным государственных приемочных испытаний, зоотехнические показатели при откорме поросят СВЧ-микронизированным ячменным ингредиентом комбикорма увеличились: среднесуточный привес — на 36%, а за месяц — в 2 раза.

Каротиностабилизирующая СВЧ-обработка в период шести-семимесячного хранения обеспечивает сохранность каротина в муке до 9%, что в 2,3–2,8 раза выше, чем без обработки. Удельные энергозатраты сокращаются в 1,5–2 раза.

Новые нанотехнологии СВЧ-обработки семян и дезинсекции (уничтожения вредных насекомых) применяются как альтернатива химическим методам. Для дезинсекции зерна и семян используется импульсный режим СВЧ-обработки, обеспечивающий гибель вредителей за счет сверхвысокой напряженности ЭМП в импульсе. Установлено, что для 100%-ного эффекта СВЧ-дезинсекции необходима доза не более 75 МДж на 1 т семян.

#### 4.1.2. ПЛОДОВООЩНАЯ ПРОДУКЦИЯ

Применение на плодоовощеперерабатывающих предприятиях современных высокоэффективных технологий и оборудования необходимо для выработки пищевых продуктов в ассортименте и объемах, соответствующих потребностям населения, и является важнейшей задачей на ближайшую перспективу. Большое внимание следует уделять технологиям максимального извлечения ценных компонентов из сельскохозяйственного сырья, обеспечению сохранности сырья и продукции на всех стадиях переработки и транспортировки к потребителю, снижению энергоемкости производств, расширению ассортимента и повышению конкурентоспособности продукции. Все эти задачи можно решить на основе внедрения на перерабатывающих предприятиях энергоэкономичного прогрессивного оборудования, комплексной переработки сырья, рационального использования отходов, повышения уровня механизации и автоматизации производства.

Ресурсосберегающие технологии переработки плодов и овощей предусматривают комплексное использование сырья при максимальном извлечении всех содержащихся в нем полезных веществ, увеличение выхода и расширение ассортимента готовой продукции.

Отходы переработки плодоовощной продукции могут быть использованы непосредственно на перерабатывающем предприятии, переданы в другие отрасли или направлены в сельское хозяйство.

Конструкция аппаратов, интенсивная пульсационная технология варки и применение низкотемпературного теплоносителя (воды) обеспечивают получение продукта высокого качества, сохранение полезных свойств исходного растительного сырья, низкие энергозатраты.

Оборудование для непрерывной варки джема и варенья достаточно широко применяется за рубежом. Высококачественные конфитюры изготавливают на вакуумных установках фирмы VCH Equipment Ltd (Великобритания). В отличие от традиционных способов, когда варка конфитюра ведется при 105–107°C, система VCH работает под вакуумом, что дает возможность снизить температуру варки до 60°C. Преимущество установок фирмы VCH — возможность перерабатывать большие партии сырья, что ускоряет производственный процесс, снижает потери и улучшает качество продукции. При этом уменьшаются энергозатраты и возрастает гигиеничность, так как установки герметичны.

Большой интерес представляет разработанная научно-экспертным обществом «Эльтрон» технология производства натуральных порошковых концентратов из томатов путем низкотемпературного обезвоживания в вакууме (НОВ). НОВ обеспечивает кипение и испарение воды в вакууме при температуре 20–50°C. При этом жидкая масса фракционируется на чистую, пригодную для использования в хозяйствах воду, твердое (сухое) вещество влажностью до 1% и газообразный экологически безопасный выхлоп. Новая технология позволяет проводить всесезонную переработку томатов в высоколиквидную на внутреннем и внешнем рынках продукцию.

Наиболее широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом получили теплообменники пластинчатого типа для косвенного нагрева продукта водой или паром. Интенсификация теплообмена в этих установках позволяет сократить расход пара и холода в 1,5–2 раза, электроэнергии — на 25–30%, нержавеющей стали — на 20% и исключить применение артезианской воды для охлаждения.

Повышение эффективности технологии пастеризации связано с сокращением продолжительности и снижением температуры обработки жидкого продукта для сохранения в нем термолабильных физиологически ценных веществ.

Корпорация высоких импульсных технологий «Корина» разработала энергоресурсосберегающую технологию нетепловой пастеризации жидких пищевых продуктов (в частности, молока) с использованием импульсной генерации ультрафиолетового излучения. Если уровень удельных затрат электроэнергии у известных ультрафиолетовых пастеризаторов с ртутными лампами составляет 11–15 Вт/л, то в новой технологии он в 3 раза меньше.

Использование низкотемпературного концентрирования за счет гидратообразования вместо выпарной технологии, применяемой в консервной и других отраслях пищевой промышленности, позволит более чем в 2 раза сократить энергетические затраты благодаря тому, что вода будет переходить не в пар, а в газогидрат; при этом исключается разложение сахарозы и сохраняются качественные показатели получаемого сиропа. Диоксид углерода используется в газогидратной установке многократно, циркулируя по замкну-

тому контуру. Газогидратный способ сгущения (разработан НПО «Новотехника») примерно в 2,5 раза выгоднее энергетически по сравнению с традиционным выпариванием в многокорпусной выпарной установке. Этим методом можно концентрировать соки и сухие вина, выделять из растворов лекарственные вещества, теряющие активность при нагреве. Новая технология, в отличие от традиционной, позволяет проводить процесс в щадящем режиме практически при комнатной температуре.

Одним из лучших вариантов сохранения плодоовощной продукции является переработка посредством избирательного активного обезвоживания под действием инфракрасного излучения определенной длины волны без применения интенсивного нагрева. В отличие от других видов сушки (конвекционного и сублимационного), эта технология позволяет значительно снизить удельные энергозатраты на 1 кг испаренной влаги.

Снижение затрат при сушке плодоовощных продуктов — актуальная и важная проблема. Перспективным направлением ее решения является использование высокой степени рециркуляции теплоносителя при конвективной сушке, а также комбинированного энергоподвода к высушиваемому материалу. Первое направление реализуется с помощью одноленточных универсальных сушилок типа СК (выпускает Шебекинский машиностроительный завод, Белгородская обл.). Новые сушилки, кроме альтернативного (пар, газ, жидкое топливо) подвода энергоносителя, имеют возможность регулирования степени рециркуляции теплоносителя от 5 до 90%.

Совместно с НПО «Молния» (Москва) Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП) разработан электрическую камерную механизированную сушилку с перемещением продукта по зонам сушки производительностью 80 кг испаренной влаги в час.

Большой интерес для консервной промышленности представляет соя. Разработана технология гидротермической обработки, при которой бобы сои одновременно набухают и дезодорируются, что позволяет сократить расход энергоресурсов до 30%.

Зарубежные фирмы также ведут разработки в области технологии сушки, позволяющие значительно улучшить свойства продукта и экономить энергоресурсы. Среди них видное место занимает метод щадящей сушки, разработанный фирмой KWD-Kohlensaurenwerk Deutschland GmbH (Германия) до стадии промышленного применения и запатентованный в ряде стран. Метод состоит из двух операций. Вначале в рабочем резервуаре продукт при нагревании интенсивно контактирует с углекислым газом и отдает ему влагу. Влажный газ поступает на вторую операцию, где он охлаждается, освобождается от влаги путем сепарации и возвращается в производственный процесс. Общие энергозатраты составляют 0,3 кВт на 1 кг выпаренной влаги. Новый метод хорошо зарекомендовал себя в полупромышленном масштабе.

В существующих и вновь создаваемых технологических линиях необходимо заменять реагентные процессы безреагентными, в частности мембранными. Одним из основных преимуществ мембранных процессов является

возможность создания оборудования с низкими энергозатратами. Современная биотехнология не может эффективно развиваться без включения этих процессов в комплексные системы. Мембранные процессы в отрасли целесообразно применять для очистки, осветления и стерилизации соков и напитков.

Разработанные ресурсосберегающие технологии позволяют перерабатывать яблоки на натуральные и концентрированные соки и напитки, производить плодово-ягодные полуфабрикаты из винограда и яблок. Разработана технология комплексной переработки плодово-ягодного сырья с экстрагированием выжимок в экстракторах непрерывного действия. Диффузионный сок, получаемый при экстрагировании выжимок, используется в качестве заливки при производстве консервов «Флоды и ягоды в диффузионном соке». Применение диффузионного сока снижает расход сахара, при этом ассортимент консервов может быть значительно расширен за счет использования дикорастущих плодов и ягод. Для изготовления консервов не требуется дополнительных производственных площадей и технологического оборудования; используются линии для производства компотов, при этом экономятся материальные и трудовые ресурсы.

Также разработаны: вариант аппаратурно-технологической схемы, позволяющий организовать производство концентрированных экстрактов, натуральных пигментов и сухих плодово-ягодных и овощных порошков; технология (и подобрано оборудование) комплексной переработки плодово-ягодного сырья на сухие и концентрированные соки, натуральные пищевые красители и пищевые волокна (применение четырехвальцового электроплазмоллизатора повышает выход сока на 10–12%, для интенсификации процесса получения красителя используется роторно-кавитационный экстрактор с диспергатором, соединенным с источником жидкого CO<sub>2</sub>, и др.).

В Одесской государственной академии пищевых технологий им. М. В. Ломоносова разработана технология комплексного использования отходов сокового производства, виноделия и виноградарства (выжимок, семян, жмыха, виноградных семян, лозы). Выжимки сушат, отделяют от семян и гребней, затем экстрагируют горячей водой, что позволяет получать экстракт и твердый осадок.

В настоящее время тонкую гомогенную массу вырабатывают с помощью протирочных машин, кавитаторов, гомогенизаторов. Биоконверсия сырья ферментными препаратами позволяет получить гомогенную массу и сократить затраты почти в 1,5 раза за счет меньшей энергоемкости [79].

Одно из направлений использования ферментов — полная или частичная замена ими традиционных средств осветления сока (бентонита, желатина и др.), применение которых приводит к увеличению неиспользуемых отходов и потерям сока. Осадки же на фильтрах без употребления бентонита могут быть использованы в пищевом производстве.

В Краснодарском НИИ хранения и переработки сельхозпродукции создана новая технология производства концентрированных томатопродуктов с использованием ферментных препаратов. Исследования, проведенные со-

вместно с Академией наук Белоруссии и проверенные в производственных цехах Адыгейского и Ейского консервных комбинатов, показали целесообразность биотехнологической обработки томатов, в том числе и машинных сортов. Преимущества новой технологии:

- увеличение выхода томатной массы до 95–98%;
- снижение количества отходов при протирании дробленых томатов (кожицы без остатков мякоти, семян) до 2–5%, которые можно использовать для получения гидролизатов, масла и пищевых волокон;
- возможность исключения дополнительного протирания (так как томатная масса после протирания имеет гомогенную тонкодисперсную консистенцию);
- ускорение процесса концентрирования в 1,5–2 раза;
- исключение расслаивания, так как ферментные препараты разрушают только клетчатку и протопектин, не затрагивая пектиновых веществ;
- снижение энергозатрат и увеличение производительности оборудования.

При переработке зеленого горошка на консервы большое значение имеет использование вторичного сырья. Анализ работы предприятий (по данным Краснодарского НИИ хранения и переработки сельхозсырья) показывает, что объем вторсырья составляет 3–12% (в зависимости от зрелости зерна) и достигает в отдельных случаях 15–20% при выработке горошка высшего сорта. Разработаны рецептуры и технология изготовления консервов из вторичного сырья с добавлением других компонентов в виде пюре и паст. Использование комплексной технологии переработки зеленого горошка позволит увеличить объем производства консервов только по Краснодарскому краю на 15–20%.

Проблема качества особенно остра при создании рецептур витаминизированных продуктов для детского питания на плодовоовощной основе. Использование в технологических схемах инертных сжиженных и сжатых газов (в качестве рабочего агента) позволяет применить принципиально новый процесс гомогенизации — измельчения методом насыщения сырья газом с последующим резким сбросом давления.

*Экстракция* — один из наиболее распространенных методов, используемых в процессах получения биологически активных веществ из растительного сырья. *Экстрагирование* — наиболее продолжительная стадия переработки сырья. Традиционные методы нередко занимают несколько часов, суток или даже недель. В связи с этим возрастает значение интенсификации технологических процессов экстрагирования, для которой могут быть использованы газожидкостные системы, образующиеся при барботаже газа через слой жидкости, при кавитации и кипении; низкочастотные пульсации; акустические методы воздействия (например, ультразвук); высокоскоростные газожидкостные потоки; электрические и магнитные колебания. Так, ультразвук позволяет значительно ускорить процесс экстракции, увеличить выход и снизить себестоимость экстрагируемого вещества, улучшить условия труда и повысить его производительность. В производстве соков из плодов и ягод применение ультразвука весьма перспективно. В частности, он повышает эффективность фильтрования, а если его использовать перед

прессованием винограда, то на 10% возрастает отдача сока и снизятся энергозатраты на его отделение. Ультразвуковая обработка фруктовых соков и вин также способствует их осветлению за счет коагуляции взвешенных частиц и появления большого числа центров кристаллизации, что приводит к сокращению процесса выпадения. Создаваемая на основе оптимального сочетания ультразвуковых и мембранных процессов комбинированная технология может быть принята за основу при создании линии на специализированных крупнотоннажных производствах глубококонцентрированных экстрактов, морсов и соков для изготовления напитков и других продуктов, в том числе лечебно-профилактических.

В результате совместных работ Корпорации высоких импульсных технологий, лаборатории экологических ресурсов Института математических проблем биологии (ИМПБ) РАН и научно-производственной фирмы «Биорис» был выбран вариант переработки выжимок плодов и другого сырья в пектиносодержащий порошок, который можно складировать и использовать в межсезонный период. Технологическая линия для производства порошков может быть создана из набора нестандартного оборудования.

Другая линия, предназначенная для выделения пектина из порошка, имеет базовую начальную цепочку, состоящую из модуля для увлажнения порошка до набухания и для промывки. Во втором модуле одновременно осуществляются процессы гидролиза и экстракции, причем они интенсифицированы использованием энергии ударных волн объемного электрического разряда в растворе. Пектин выделяется из протопектина во флотокоагуляторе третьего модуля. Завершающая цепочка линии состоит из стандартного оборудования очистки, сушки и измельчения пектина. В настоящее время ведутся работы по замене традиционных видов сушки импульсной энергоресурсосберегающей электровзрывной сушкой, позволяющей исключить операцию измельчения. По новой технологии были получены образцы классического яблочного пектина, а также морковного, арбузного, томатного, облепихового и др.

Представляет интерес получение пектина высокого качества не из классических яблочных выжимок, а из выжимок яблок, мезга которых подвергалась обработке ферментами при производстве сока. При таком подходе к производству пектина его выход в зависимости от сорта яблок составляет 6–9% по сухой массе.

Таким образом, предлагаемый новый подход к производству пектинов достаточно эффективен и при определенных условиях может найти применение при производстве как пектиносодержащих порошков, так и различных пектинов. Преимущества новой технологии заключаются в том, что она является ресурсосберегающей и позволяет перейти к рентабельному производству пектиновых веществ из любого пектиносодержащего сырья при наличии в нем пектина не менее 2% по сухой массе и при малотоннажном производстве, начиная с 1 т производства пектина в год.

Создание контролируемой атмосферы при хранении сельскохозяйственной продукции — один из прогрессивных методов, направленных на снижение потерь (по сравнению с традиционными холодильными способами хра-



нения). Этот метод особенно широко распространен за рубежом. В развитых западных странах (Франции, Бельгии, Италии, Нидерландах, Англии) более 45% сельскохозяйственной продукции хранится в контролируемой атмосфере.

ОАО «Криогенмаш» (г. Балашиха-7 Московской обл.) выпускает различное мембранное газоразделительное оборудование, предназначенное для формирования и автоматического регулирования состава газовой среды (РГС) в холодильных камерах плодоовощехранилищ. В настоящее время разработаны и выпускаются транспортабельные хранилища в виде контейнеров с регулируемой газовой средой (максимальная монтажная готовность). Хранение ягодной и плодоовощной продукции в регулируемой газовой среде с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа и азота позволяет: сохранить высокое товарное качество, полезные и питательные вещества плодов; увеличить сроки хранения в 1,5–2 раза; сократить естественную убыль в 3–5 раз; снизить уровень и даже устранить физиологические заболевания плодов, которые появляются в процессе хранения; предотвратить грибковые заболевания, часто приводящие к огромным потерям.

*Замораживание* — один из видов консервирования скоропортящихся плодов и ягод для длительного хранения, позволяющий значительно (до 30%) сократить потери сельскохозяйственного сырья. Среди традиционных технологий переработки сельскохозяйственной продукции (тепловое консервирование, замораживание, сублимация, пастеризация, использование консервантов) наиболее эффективной с точки зрения сохранности является технология быстрого замораживания. Потери массы, возникающие в результате испарения (высыхания) при замораживании, составляют в обычном режиме 10%; форсированный же режим быстрой заморозки сокращает потери массы до 1,5%, что сохраняет консистенцию продукта и делает технологию ресурсосберегающей.

За рубежом широко ведутся работы в области биоконверсии отходов. В нашей стране наибольший интерес представляет использование в качестве сырья отходов сельского хозяйства и отходов, связанных с переработкой сельхозпродукции. Во ВНИИ пищевой биотехнологии проведены работы по созданию ресурсосберегающей технологии получения пищевой молочной кислоты путем микробиальной конверсии сахаров, содержащихся в некондиционном и дефектном плодово-ягодном сырье. Установлено, что по этой технологии из всех видов нестандартного и дефектного сырья и яблочных выжимок можно получать молочную кислоту с высоким выходом ее от используемого субстрата — 92–95%. Разработанная технология может быть внедрена в крупных плодоовощных объединениях, а также комбинатах, выпускающих натуральные соки и консервированные плоды и ягоды. Вопросами биоконверсии растительных субстратов с использованием микроорганизмов занимается также Международный центр питания и восстановления здоровья (США). Экспериментально установлена возможность применения овощных отходов в качестве питательной среды для выращивания пекарских дрожжей и другой продукции [5].

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВООЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Энергоемкими процессами производства консервов и сушеной продукции являются варка, бланширование, пастеризация, стерилизация, сушка и др. Поэтому повышение технического уровня производства на основе разработки и внедрения нового экономичного оборудования и технологических приемов служит важным источником сбережения энергоресурсов. С целью тепловой обработки пюреобразных и пастообразных продуктов создано отечественное оборудование для стерилизационной обработки продукции в потоке, соответствующее по производительности имеющемуся фасовочному, укрупорочному оборудованию в отрасли. Первая такая установка используется фирмой «Акмалько» в г. Серпухове Московской области. Оригинальное запатентованное решение позволяет экономить до 50% тепловой энергии, что значительно снижает себестоимость продукции.

В последние годы расширен ассортимент плодовых соков, фасуемых в тару из комбинированных материалов. Ряд пищевых предприятий заинтересован в организации производства стерильного молока и плодовых соков на одном и том же фасовочном оборудовании.

Разработаны новые технологии и установки для выпаривания. Оригинальные конструкции вакуум-выпарных установок производства объединения «ИРЕА-Пензмаш» (Москва) и использование низкотемпературного теплоносителя (воды) обеспечивают высокую интенсивность процесса выпаривания путем создания активных гидродинамических режимов, низкие энергетические затраты, оптимальное качество готового продукта при сохранении комплекса полезных веществ, простоту и удобство эксплуатации.

В Краснодарском научно-исследовательском институте хранения и переработки сельхозпродукции разработаны оригинальная технология и новый способ варки варенья из ягод, плодов в среде инертного газа, позволяющий исключить окислительные процессы, карамелизацию варенья, сохранить витамины. Способ предусматривает многократную варку варенья в поле акустических колебаний, которые создают путем барботирования и через варочный объем биологически безвредного газа (азота, аргона и т. п.) при температуре 75–90°C. По новой технологии достигается высокое качество варенья и экономическая эффективность процесса его изготовления.

Объединение «ИРЕА-Пензмаш» выпускает линию для производства джема, варенья, конфитюров и напитков из плодово-ягодного сырья.

## СУБЛИМАЦИОННАЯ ВАКУУМНАЯ СУШКА В СОВРЕМЕННОМ ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сублимационная вакуумная сушка относится к наиболее перспективным современным технологиям производства продуктов здорового питания с длительным сроком хранения. Она объединяет два технологических процесса: замораживание продукта и удаление из него влаги, осуществляемое путем сублимации кристаллов льда, что обеспечивает сохранение важнейших характеристик объекта обработки — цвета, запаха и формы. В герметичной упаковке продукты сублимационной сушки могут храниться до двух лет и

более. К достоинствам сублимированных продуктов относится также их малая масса, что снижает транспортные расходы в 3–5 раз, расходы на хранение — в 2–5 раз. В связи с этим сублимационные технологии относят к высоким технологиям в индустрии продовольствия, так как они:

- являются экоресурсосберегающими — резко снижают потери на стадиях производства, хранения и потребления продуктов питания;
- сглаживают противоречие между сезонным характером производства пищевого и лекарственного сырья и непрерывным характером потребления;
- обеспечивают длительную сохранность массы и качества продукции, предназначенной для нужд как массового потребителя, так и спецконтингента;
- способствуют повышению продовольственной безопасности России и уменьшению зависимости от импорта продуктов питания.

Постоянно расширяется список продуктов, в производстве которых используется сублимационная сушка: биологически активные добавки, медицинские препараты на основе натурального сырья, концентраты быстрорастворимых витаминизированных напитков, соков и киселей, сушеные овощи и фрукты, грибы, сублимированные первые и вторые блюда, молочные и мясные продукты. Консервирование сублимационной сушкой многих объектов (эндокринного и ферментного сырья, молочных заквасок, лекарственных препаратов и др.) сегодня является безальтернативной технологией [79].

**Сублимационная сушка растительных продуктов.** Технологическая схема включает следующие операции:

1) *приемка и сортировка сырья.* Консервированию методом сублимационной сушки подлежит сырье высокого качества;

2) *мойка и очистка.* Продукты, имеющие достаточную прочность, моют в лопастных моечных машинах. Остатки воды удаляют воздушной обдувкой;

3) *резка, приготовление пюре.* Размеры кусков зависят от способа последующей сушки. Для фруктов и овощей технологичным является способ подготовки в виде пюре и паст;

4) *бланшировка.* Перед сушкой большинство овощей бланшируется горячей водой или паром при температуре около 100°C. Зелень и грибы бланшировке обычно не подвергают. Фрукты целесообразно погружать на некоторое время в раствор антиокислителя;

5) *замораживание.* Подготовленное сырье замораживают, используя различные морозильные аппараты. Конечная температура замораживания зависит от вида продукта и в большинстве случаев имеет значения от –15 до –18°C.

Особенности замораживания паст и пюре: их можно замораживать в виде пластин, как и мясные фарши; в виде блоков с дальнейшим дроблением на мелкие частицы; либо замораживать на охлаждаемой металлической поверхности в виде тонкого слоя с последующим скалыванием его в виде пластинок (генераторы чешуйчатого льда).

*Сублимационная сушка* может осуществляться на таких же установках, какие применяются для сушки мясopодуKтов. Достаточно высокое качество продуктов растительного происхождения может быть достигнуто при

температурах сублимации 10–18°C. Температура на стадии тепловой досушки должна быть около 35–50°C в зависимости от вида продукта, конечная влажность — 5–4%.

**Оборудование для вакуумной сублимационной сушки.** Крупнейшие производители сублимационного оборудования — фирмы Niro Atlas-Stord Denmark A/S (Дания), Leybold (Германия), Stokes (США), Edwards Shanghai Tofflon Science and Technology Co. Ltd (Китай). В России сублимационные установки производят НПО «Вакууммаш» (Казань), фирмы «ШИК», «Биохиммаш» (Москва) [79].

**Хранение сырья и готовой продукции, складские системы.** Сырье и вспомогательные материалы поступают на склады с различных видов транспорта. Склады выполняют различные функции:

- *производственные склады* предназначены для бесперебойного снабжения технологических цехов сырьем, тарой, упаковочным и вспомогательным материалом. Они служат для кратковременного хранения сырья и готовой продукции и обеспечивают ритмичность работы основного перерабатывающего производства;
- *промежуточные склады* являются частью производства, распределительными центрами, куда поступают полуфабрикаты, вспомогательные материалы, которые затем распределяются между различными участками производства с целью обеспечения их нормальной работы;
- *сортировочные склады* служат для комплектации продуктов в партии по заказам потребителей и должны в зависимости от видов используемого транспорта, маршрутов и интенсивности заявки своевременно и с наименьшими затратами выполнять заказы;
- *хранилища* представляют собой склады для хранения сырья и готовой продукции, оборудованные специальными технологическими системами поддержания температуры, влажности и газового состава окружающей среды, сушильными, холодильными и морозильными установками, энергетическими и транспортными системами, сортировочным и упаковочным оборудованием. Примером таких хранилищ служат зерновые элеваторы, фрукто- и овощехранилища, мясные холодильники.

В перечисленных видах складов можно выделить *транспортные, технологические и организационно-хозяйственные системы*.

*Транспортные системы* можно разделить на следующие группы:

- *рельсовые и безрельсовые средства* для перемещения затаренных материалов (тельферы, транспортеры, нории, электро- и автопогрузчики);
- *гравитационные* — для перемещения материалов под действием их силы тяжести (желоба);
- *гидравлические* — для перемещения жидких и сыпучих не растворимых и не портящихся в воде материалов;
- *пневматические* — для перемещения по трубопроводам, лоткам, коробам сыпучих и мелкоштучных материалов [18].

В области тарного производства ресурсосберегающей технологией является использование белой жести со сверхтонкими покрытиями оловом (по 1,4 г/м с каждой стороны) [79].

## 4.2. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ

### 4.2.1. ПЕРЕРАБОТКА МОЛОКА

Основными тенденциями совершенствования оборудования для охлаждения молока на зарубежных фермах являются сокращение затрат энергии на процесс охлаждения, обеспечение высокого качества охлаждаемого молока, разработка оборудования для различных по размеру предприятий и др.

Одним из основных направлений снижения энергоемкости охлаждения зарубежные специалисты считают использование для этих целей оборудования с непосредственным охлаждением (без промежуточного хладоносителя). В зарубежной практике (в Италии, Швеции, Голландии, США, Франции) получили распространение резервуары-охладители непосредственного охлаждения с теплоизоляцией закрытого типа объемом от 0,4 до 10 м<sup>3</sup> с автоматической системой промывки слива молока.

Ярославское РТП, Вологодский машиностроительный завод, «Кургансельмаш» освоили выпуск агрегатов закрытого типа для охлаждения молока вместимостью от 2 до 5 м<sup>3</sup>, которые позволяют получать молоко высокого качества с минимальными издержками. Использование этих установок повышает качество продукции, уменьшает расход электроэнергии на 1 т молока в 2–3 раза. Они не имеют существенных отличий от зарубежных, однако из-за отсутствия или несовершенства автоматических систем промывки у них в 1,5–2 раза больше удельный расход моющих средств, в 2–4 раза выше затраты труда на обслуживание и промывку. Цены реализации холодильных машин аналогичной мощности в 1,7–3 раза ниже по сравнению с установками западных фирм [35].

Одним из перспективных способов сокращения времени на охлаждение является проведение его в две стадии: на первой выполняется предварительное охлаждение, на второй — окончательное охлаждение и хранение. Для предварительного охлаждения используют высокоэффективные пластинчатые проточные охладители. Окончательное охлаждение и последующее хранение молока выполняют в танках-охладителях. Соответствующее оборудование выпускают все ведущие производители холодильной техники. Для стабилизации высоких качественных показателей молока современные охладители оборудуют эффективными системами автоматической промывки и электронного контроля и управления процессом охлаждения.

### СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПЕРВИЧНУЮ ОБРАБОТКУ МОЛОКА

Для работы в комплексе с резервуаром-охладителем молока РПО-2,5 выпускается теплохолодильная установка ТХУ-14, предназначенная для охлаждения воды, используемой в качестве промежуточного хладоносителя, и одновременного нагрева воды на санитарно-технические нужды молочных ферм. За цикл охлаждения молока одновременно нагревается вода от 10–15°C до 30, 40, 60°C. Разработаны установки, которые используют холодный

воздух для охлаждения воды, выступающей в качестве промежуточного хладоносителя. ВИЭСХ совместно с Московским специализированным комбинатом холодильного оборудования разработал и освоил выпуск аккумуляторных холодильных установок сельскохозяйственного назначения, работающих по следующей технологической схеме. Выдоенное молоко поступает в теплообменник и охлаждается до 4–6°C, источником холода является вода, поступающая из аккумулятора холода. В холодное время года холод из окружающей среды подается в аккумулятор, где он запасается в виде льда. В теплый сезон холод поступает из холодильной машины. В холодное время работает только водяной насос (мощность 1,5 кВт), подающий воду из аккумулятора холода в теплообменник. В теплое время — холодильная машина.

#### ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА

Структура энергопотребления на предприятиях молочной промышленности такова, что расход тепловой энергии в среднем в 7–8 раз больше, чем электрической. Основные ее потребители — технологическое оборудование, системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, включая мойку технологического оборудования. В технологических процессах переработки молока на предприятиях используются трубчатые односекционные пастеризаторы, обогреваемые паром с параметрами не ниже 1,5 бар на 110°C. Но они неэффективны из-за отсутствия секций регенерации. Средняя температура конденсата после них выше 100°C. Как правило, он сбрасывается в канализацию. Минимальные потери с конденсатом составляют 17%, при отсутствии конденсатоотводчиков — значительно больше. При производстве сгущенного молока эффективность таких установок зависит от числа ступеней испарения. Удельный расход теплоэнергии в двух-, четырех- и пятиступенчатых испарителях составляет соответственно 0,25; 0,11 и 0,085 кВтч на 1 кг испаренной влаги. Если заменить установку Vigand четырехступенчатым испарителем, то можно сэкономить 50–55% электроэнергии.

При производстве сухой сыворотки вместо испарителя можно использовать технологию фильтрации (ультраосмос, обратный осмос). В данном случае расход энергии в 20 раз ниже, чем при применении установок типа Vigand, и в 10 раз меньше, чем при использовании четырехступенчатых испарителей. Экономия энергии составляет до 97%.

Использование рекуператоров на выходе воздуха из сушильной установки позволяет экономить до 13% тепловой энергии, потребляемой в процессе сушки. Экономия энергии в количестве 10–12% может быть получена путем переоборудования одноступенчатой сушильной установки в двухступенчатую. В горизонтальной камере содержание сухого вещества составляет 94%, в ней продукт лишь подсушивается до содержания 97% сухих веществ. Новые многоступенчатые сушильные установки с автоматическим регулированием и рекуперацией тепла отходящего воздуха на 20–40% экономичнее установок, используемых в настоящее время на российских заводах.

Для подогрева воздуха вместо парового калорифера можно применять огневые теплогенераторы косвенного нагрева. Экономия топлива на подо-

грев воздуха при этом достигает 30%, к тому же не требуется паропровод высокого давления, создаются условия для более равномерной загрузки котлов.

Мойка технологического оборудования — энергоемкий процесс. На малых предприятиях с большим ассортиментом продукции расход тепловой энергии при этом иногда достигает 25–30%. Системы рекуперации теплоты мочных стоков помогли бы сэкономить до 30–40% энергии, потребляемой в процессе мойки.

Наиболее энергоемкими элементами системы охлаждения при производстве молочной продукции являются камеры хранения. Их доля в энергопотреблении системы составляет 30–60%.

В парке технологического оборудования пищевых производств особенно дороги и энергоемки жидкостные сепараторы. Улучшение параметров работы сепараторов при режимах сокращения энергозатрат достигается:

- совершенствованием механической надежности работы с применением в конструкциях материалов, обладающих достаточной удельной прочностью;
- использованием композитных материалов и изготовлением барабанов сепараторов намоткой из ленточных материалов или армированием корпусных деталей из менее прочного, но более легкого основного материала.

ОАО «Плавский машиностроительный завод „Смычка“» производит широкий ассортимент изделий для сепарирования, применяемых для разделения, концентрации, осветления технологических сред в молочной промышленности и других отраслях АПК. Сепараторы оснащены устройством автоматической и непрерывной выгрузки осадка, электронной системой регулирования электропривода на основе асинхронного электродвигателя, что обеспечивает снижение затрат электроэнергии до 30%.

#### ЦЕХА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА

Целесообразность создания цехов по переработке молока непосредственно в сельхозпредприятиях обусловлена возможностью выхода на розничный рынок и реализации молока и продуктов его переработки непосредственным потребителям по ценам более высоким по сравнению с оптовыми. Поэтому одним из способов повышения рентабельности молочного скотоводства является организация переработки молока в цехах, создаваемых производителями, и реализации получаемых готовых продуктов потребителям.

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ В ПРИФЕРМСКИХ ЦЕХАХ

Основным фактором, определяющим эффективность работы цехов и молочного скотоводства в целом, является себестоимость молока. Цеха по переработке молока следует создавать в хозяйствах с высокой интенсивностью молочного скотоводства. Целесообразность строительства цехов вблизи мест производства не подлежит сомнению, поскольку эти цеха являются для хозяйств наиболее экономически эффективными по нескольким причинам:

- дешевое технологическое оборудование;
- низкие накладные расходы из-за отсутствия громоздкого административного аппарата;
- молочная продукция минует промежуточные звенья перерабатывающих и торгующих организаций и движется по кратчайшему пути «ферма–цех–потребитель»;
- использование технологического оборудования с полной нагрузкой;
- большой спрос покупателей, так как цены на эту продукцию на 40–45% ниже, чем на продукцию, поступающую в магазины с молокозаводов [96].

#### УПАКОВКА СУБЛИМИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Продукты сублимационной сушки подвержены негативному воздействию факторов внешней среды — кислорода, света, влаги; они активно воспринимают летучие вещества, изменяющие вкусовые качества. Сублимированные молочные продукты содержат более 18% массовой доли жира, который способен окисляться, что придает продукту неприятный привкус.

Для упаковки сублимированных продуктов обычно применяют ламинаты из трех и более слоев, обладающие высокими барьерными свойствами. Алюминиевая фольга, употребляемая в качестве барьерного слоя в ламинате, обладает хорошими гигиеническими свойствами, не заряжается статическим электричеством, устойчива к ударным нагрузкам, термо- и морозостойчива. Ламинаты, в которых содержится алюминиевая фольга (например, ПЭТ — фольга — полиолефин), при соблюдении оптимальных технологических условий могут обеспечить хранение таких скоропортящихся продуктов, как молочные, в течение двух и более лет.

Продукты упаковываются на фасовочно-упаковочном автомате в токе инертного газа (азота) в пакеты, герметичность которых обеспечивается термической сваркой. Вакуумирование упаковки в этих случаях не производят, так как твердые частицы продуктов могут оказать деструктирующее влияние на целостность материала [5].

#### 4.2.2. ПЕРЕРАБОТКА МЯСА

**Переработка мяса предусматривает предприятия по убою и переработке туш животных.** Эти предприятия различаются по производственной мощности, технологическому оснащению и назначению:

- *мясокомбинаты* — это крупные, средние или мелкие механизированные предприятия, перерабатывающие продукты убоя и выпускающие продукцию широкого ассортимента и назначения;
- *мясоперерабатывающие предприятия* — в основном колбасные и консервные заводы;
- *скотобойные пункты* — предприятия различной мощности, распространенные в основном в сельской местности, на которых перерабатывают туши животных, получают мясо и мясопродукты, консервируют кожное и кишечное сырье; наиболее крупные из них имеют колбасные



цеха. Скотоубойные пункты рекомендуется строить по типовым проектам, в которых предусмотрены три основные зоны:

- предубойного содержания для приема, ветеринарии, предубойного осмотра и передержки животных; в ней имеются загоны отдельно для здоровых и больных животных и изолятор для животных, больных или подозреваемых в заражении инфекционными болезнями;
  - основного производства для убоя, переработки туш и обработки продуктов убоя, в которую входят убойно-разделочное, шкуропосолочное и утильное отделение, холодильник, колбасный цех;
  - вспомогательных сооружений, включающая административные здания, хозяйственные постройки, склады, канализационные устройства и др.;
- *убойно-санитарные пункты*, предназначенные для внутрихозяйственного и санитарного убоя. В них, кроме убойно-разделочного отделения, имеются остывочная и холодильная камеры, а также изолятор для хранения мяса, печь для сжигания туш и ветеринарных конфискатов. Территорию пункта ограждают забором;
  - *передвижной убойный пункт*, предназначенный для убоя в полевых условиях с последующим охлаждением мяса; оснащается двумя прицепами;
  - *сооружения для предубойного содержания животных*, расположенные вблизи цеха убоя и разделки туш; в них предусмотрены загоны для животных, установлены весы и раскол для термометрирования.

На мясокомбинатах убой и первичная переработка туш проводятся согласно технологическим инструкциям на каждый вид убойных животных в определенной последовательности: оглушение, обескровливание, отделение головы и конечностей, забеловка туш и снятие шкуры, удаление внутренних органов, распил на полутуши, туалет туш, определение категории упитанности, клеймение туш (полутуш), взвешивание. Технологическая схема переработки свиней имеет некоторые отличия от технологической схемы переработки крупного рогатого скота. Это связано с производством свинины в шкуре, без крупона и без шкуры, а также с особенностями анатомического строения свиней.

Первичная переработка *крупного рогатого скота* на конвейерных путях состоит из следующих последовательно исполняемых технологических стадий:

- электрооглушение, убой и обескровливание;
- забеловка и снятие шкур;
- извлечение внутренних органов (нутровка) и распиловка туш;
- сухая и мокрая зачистка туш;
- клеймение и взвешивание.

Линия начинается с комплекса оборудования для убоя и обескровливания, в состав которого входит бокс для оглушения, путовые цепи с подъемником или лебедкой и подвесной путь, полый нож для обескровливания, установка для сбора крови, машина для обрезки рогов и электропила. Линия также включает комплекс установок для снятия шкур, состоящий из цепного

конвейера, устройства для растяжки задних ног, набора ножей, устройства для поддувки сжатого воздуха, дисковых ножей с электро- или пневмоприводами, а также помосты-стенды, подъемно-опускные площадки и установки для механического снятия шкур.

Далее следует комплекс оборудования для извлечения из туш внутренних органов, в который входит цепной конвейер, электропила для распиловки грудной кости, конвейерный стол для приема и инспекции внутренних органов, моющее устройство для стерилизации ручного инструмента, электропила-автомат для продольной распиловки туш. Завершающий комплекс включает устройства для сухой и мокрой зачистки (специальные ножи, щетки для промывки туш и моечные машины), а также устройства для клеймения и взвешивания (бронзовые клейма, устройства для подачи туш к весам и весоизмерительные устройства).

Первичную переработку птицы можно разделить на следующие стадии:

- навешивание птицы на подвески конвейера;
- электрооглушение, убой и обескровливание;
- тепловая обработка тушек (шпарка);
- снятие оперения с тушек;
- извлечение внутренностей (полупотрошение и потрошение тушек);
- мойка, охлаждение и упаковка.

Линия начинается с комплекса оборудования, включающего подвесной пространственный конвейер с подвесками, а также транспортер со счетчиком птицы. Следующим является комплекс оборудования, состоящий из аппаратов для электрооглушения птицы, машин для уоя и обескровливания. Один из основных комплексов оборудования линии — унифицированные аппараты для тепловой обработки тушек птицы, подшпарки концов крыльев, шеи и головы, а также шпарки кур и цыплят. Ведущим является комплекс оборудования для снятия оперения с тушек, включающий дисковые автоматы для ощипки, пальцевые машины для снятия оперения, а также автоматы бильного типа для снятия оперения и бильноочистные машины. Завершающий комплекс включает оборудование для потрошения, состоящее из машин для разрезания кожи шеи, для окончательного отделения шеи, для отделения голов и ног, вскрывателей тушек и извлекателей внутренностей, машин для разрезания и мойки желудков. В финишный комплекс оборудования для мойки, охлаждения и упаковки тушек птицы входит бильно-душевая машина, моющие устройства, ванна охлаждения и орошения, упаковочные и термоусадочные машины.

Важной мерой повышения качества мяса является организация правильного щадящего уоя, которая начинается с конструкции предубойных загонov, предусматривающей минимизацию стресса во время нахождения в них животных.

*Первичная переработка.* Основная задача деятельности коммерческих предприятий в условиях рыночной экономики — получение прибыли. Для крупных специализированных свиноводческих предприятий эффективная организация и перспективы перерабатывающего производства обуславливаются возможностями получения эффекта от масштаба на основе использова-

ния промышленной технологии при большой численности и продуктивности животных, организации замкнутого цикла по производству и сбыту продукции, включая производителей зерна, комбикормовые и мясоперерабатывающие предприятия, фирменную торговлю.

Полная загрузка оборудования недорогим сырьем высокого качества является одним из условий, способствующих сокращению затрат и стоимости конечной продукции. Организация закупок скота у населения и близлежащих хозяйств будет способствовать увеличению загрузки производственных мощностей и повышению конкурентоспособности предприятия. Расширение поставок сырья и объемов производства возможно при создании товаро-производителями собственных закупочно-сбытовых кооперативов [13].

*Особенности организации современного убойного цеха.* Цикл подготовки животных к убою начинается при их транспортировке с ферм и комплексов. Время в пути должно быть как можно меньше, так как при транспортировке животные испытывают значительный стресс, что сказывается в дальнейшем на качестве мяса. Для решения этой проблемы необходимо всего лишь максимально приблизить цех убоя к животноводческому комплексу. Однако размещение цеха непосредственно на комплексе не допускается.

*Выбор технологических процессов предприятий по переработке мяса.* В основу методики технологического проектирования предприятий по переработке молока и мяса заложены одни и те же принципы. Поэтому технико-экономическое обоснование типа и мощности предприятия по переработке мяса может быть выполнено на основании рекомендаций к молочным комбинатам.

Приступая к детальному рассмотрению выбранных схем, следует проанализировать целесообразность полноты переработки мяса и уточнить весь ассортимент продукции, планируемый к выпуску. При выборе технологических схем производства вареных колбасных изделий следует учитывать возможность применения белковых добавок животного и растительного происхождения (кровепродуктов, свиной шкурки, отпрессованной мясной массы после механической дообвалки сырья, молочно-белковых концентратов, молочных продуктов, соевой муки, соевого концентрата и т. д.), которые используются вместо некоторого количества жилованной говядины или свинины без снижения пищевой ценности фарша. При производстве полукопченых, варено-копченых, сырокопченых и сыровяленых колбас в технологические схемы могут быть внесены изменения, связанные с применением коптильной жидкости, различными режимами осадки и термической обработки, типом применяемого оборудования (стационарных камер или комбинированных термоагрегатов и т. д.). В конечном счете предложенные в проекте технологические процессы должны быть направлены на снижение потерь сырья, повышение эффективности использования технологического оборудования и получение готовой продукции высокого качества. Описание технологических процессов проектируемого производства переработки мяса может быть выполнено в виде операторных моделей, технологических схем, машинно-аппаратурных схем и словесного описания. Необходимо обращать внимание на то, что заявленная производительность линии должна быть не расчетной, а практической [18].

Необходимо определить вид и качество продукта на выходе технологического цикла. Возможно, это будут только полутуши и четвертины или крупный разруб. Надо решить, потребуется ли обвалка и сортировка мяса с отделением от кости или на кости, выбор вида упаковки и собственно упаковка для обеспечения требуемого срока годности, нужна ли заморозка или будет достаточно охлаждения. Необходимо принять решение о глубине переработки ливера, красных органов, кишок, крови; возможно, будет более выгодно утилизировать какие-то элементы, и т. д. После этого можно приступать к насыщению технологического проекта необходимым оборудованием и прочерчиванию убойной линии. При определении размеров и конфигурации убойной линии основополагающим является разделение всего производства, вспомогательных и бытовых помещений, переходов на «чистую» и «грязную» зоны [13].

Важно правильно определить объемы и сроки хранения продукции. Холодильников должно быть достаточно, чтобы в будущем их не пришлось достраивать, расходуя на строительство значительно больше средств. Холодильники, как правило, должны быть рассчитаны на трехсуточный объем производства убойного цеха.

*Консервирование и хранение мяса.* Мясо и мясопродукты в обычных условиях недолго остаются свежими. Для предохранения от порчи и увеличения срока хранения их консервируют, т. е. создают такие условия, при которых микрофлора не развивается или погибает, деятельность тканевых ферментов прекращается или замедляется. Любой способ консервирования должен быть безвредным, не оказывать отрицательного воздействия на качество и органолептические показатели продукта. Из всех способов консервирования предпочтителен тот, который наиболее полно сохраняет вкусовые и питательные свойства мяса и мясопродуктов и увеличивает срок их хранения с минимальными затратами и потерями. Для консервирования применяют низкие и высокие температуры, физико-химические и химические способы (посол, копчение, сублимационную сушку и др.) [13].

*Транспортирование мяса* осуществляется в хорошо подготовленных вагонах-ледниках, или поездах с машинным охлаждением, или на рефрижераторных судах. Температура мяса в толще мышц бедра (у кости) при отгрузке не должна превышать  $-10^{\circ}\text{C}$ . Мясо перемещают согласно правилам перевозок скоропортящихся грузов, действующим на транспорте данного вида. Перевозку автотранспортом производят в закрытых, специально оборудованных машинах, имеющих санитарный паспорт для перевозки продуктов питания. Замороженное мясо хранится в холодильниках не более двух месяцев при температуре не выше  $-15^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 95–98% с укладыванием штабелями на деревянных решетках.

Одним из источников ресурсосбережения является совершенствование принципов и методов хладоснабжения мясоперерабатывающих предприятий. Из всех пищевых отраслей промышленности мясная отрасль располагает наиболее развитым холодильным хозяйством. Использование холода позволяет круглый год хранить мясо и мясные продукты, доставлять их на реализацию в охлажденном или замороженном виде.

Для экономии энергоносителей на мясоперерабатывающих предприятиях необходимо использовать систему рекуперации теплоты. Она состоит из рекуператора, устанавливаемого в холодильном контуре перед конденсатором. Принцип работы системы заключается в следующем: сжатые пары хладагента после компрессора поступают в рекуператор, где охлаждаются, например, до  $47^{\circ}\text{C}$ . Энергия сжатых паров используется для предварительной подготовки воды, что существенно экономит топливо при последующем подогреве воды до необходимой температуры в нагревательных устройствах.

Добиться значительной экономии электроэнергии позволяет повышение температуры хранения продукции в холодильной камере от  $-18$  до  $-12^{\circ}\text{C}$ . При краткосрочном холодильном хранении удельный суточный расход холода при температуре хранения мяса  $-12^{\circ}\text{C}$  в зависимости от степени загрузки камеры (от 25 до 100%) и изменения среднегодовой температуры наружного воздуха снижается в 2,2–4,1 раза. Из-за повышения температуры воздуха в камере себестоимость холода уменьшается в среднем на 9,2%.

*Сублимационная сушка мяса и мясopодуlктов.* Крупные цеха сублимационной сушки обычно организуются при мясокомбинатах. В этих случаях в цех подается мясо, обваленное и жилованное в соответствии с требованиями колбасного производства.

Возможны два перспективных направления дальнейшей обработки сырья. Первый предполагает сушку мяса в виде шрота. Для его получения куски мяса укладывают в поддоны, формируя блоки толщиной около 3 см. В морозильном шкафу их подмораживают до достижения криоскопической температуры в центре слоя, затем измельчают на волчке без ножей с диаметром отверстий решетки 5–6 мм. Полученный мясной шрот размещают на сетчатых противнях слоем толщиной 10–12 см и замораживают до заданной температуры. Оформленный слой имеет пористую структуру. После накопления необходимого количества противней с сырьем их загружают в сушильную камеру и вводят в слой продукта датчики температуры. Доведенный до заданной конечной влажности продукт подается на расфасовку и упаковку.

Второй вариант предполагает сушку мяса в кусках (пластинах) или в виде кубиков. Как и при первом варианте, куски жилованного мяса располагают на поддонах, а затем подвергают замораживанию до  $-5\dots-10^{\circ}\text{C}$ . Замороженные блоки извлекают из поддонов и с помощью дисковых ножей разрезают на куски толщиной 0,8–1 см или на кубики со стороной 0,8–1 см. Нарезанное мясо накапливают в сетчатых поддонах, находящихся в охлаждаемом помещении, затем загружают в сушильную камеру.

На сохранность мяса в холодильниках хорошее влияние оказывает озон. Исследованиями установлено, что в низкотемпературной среде рост микробов на мясе угнетается при концентрации озона 0,1–1 мг/м<sup>3</sup>. Оптимальная концентрация озона во время холодильного хранения мяса составляет 10 г/м<sup>3</sup> при экспозиции 2–3 ч в сутки. Отмечено, что в этом случае после однократной обработки начало порчи мяса отодвигается на 3–5 суток, а после обработки мяса птицы озоном с концентрацией 8–12 мг/м<sup>3</sup> продолжительность хранения в охлажденном состоянии ( $+4^{\circ}\text{C}$ ) увеличивается в 2–3 раза. При таких концентрациях (и даже при периодическом введении в хранилище

озона с концентрацией 200–500 мг/м<sup>3</sup> 1–3 раза в сутки) не отмечено влияния озона на качественный состав свободных жирных кислот и липидов, не изменялась и скорость гидролактических и окислительных процессов.

Озонирование холодильных камер с колбасными изделиями позволяет повысить температуру хранения от –7...–9°С до –3...–6°С. Это способствует лучшему сохранению вкусовых качеств колбас, снижению потерь от подмораживания, так как для большинства колбас криоскопические температуры превышают –6°С. Кроме того, вдвое увеличивается срок их хранения. Установлено, что для хранения полукопченых колбас необходима концентрация озона до 10–15 мг/м<sup>3</sup> при ежедневном озонировании по 3 ч в течение первых пяти суток. Сроки хранения после такой обработки увеличились до 25–75 суток (15–30 суток в контрольных партиях).

Холодильные камеры перед загрузкой подвергаются озонированию, что очень важно для профилактики бактериального заражения закладываемой продукции и надежного решения всегда существующей проблемы ликвидации запаха предыдущего содержимого. Установлено, что при озонировании холодильных камер в течение 10 ч при концентрации 13–14 мг/м<sup>3</sup> обеспечивается удовлетворительное качество дезинфекции, при этом микоцидный эффект составляет 93–96%.

Одним из разработчиков и изготовителей таких установок является ОАО «Конструкторское бюро химической автоматики», которое создало ряд озонаторных установок для очистки, обеззараживания и нейтрализации сред. Озонаторные установки КБХА прошли сертификационные испытания и имеют сертификат соответствия. Они применяются для обезвреживания атмосферных выбросов, очистки и обеззараживания питьевой воды, в сельскохозяйственном и промышленном производстве и ряде других областей. По своим характеристикам они не уступают лучшим зарубежным образцам при существенно меньшей стоимости.

Таким образом, внедрение достижений отечественной и мировой науки в перерабатывающей отрасли АПК должно быть направлено на снижение удельной энергоемкости продукции, повышение экологической безопасности и рентабельности производства.

Высокая эффективность производства мяса в большинстве специализированных хозяйств убедительно доказывает, что промышленное производство, основанное на ресурсосберегающих технологиях, собственном кормопроизводстве, мясопереработке и торговле, легче выживает в неблагоприятных экономических условиях [79].

### 4.3. ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Одним из важнейших способов сохранения окружающей среды и достижения ресурсосберегающего эффекта на пищевых предприятиях являются расширение и эффективное использование вторичных сырьевых ресурсов (ВСР), утилизация отходов производства. В отраслях пищевой про-

мышленности ежегодно образуется около 40 млн т ВСР (в натуральном выражении).

Преобладающее направление использования ВСР в России — *кормовое*: 70% ВСР скармливаются животным в естественном виде, 15–20% направляются на переработку, в результате чего вырабатывается около 1 млн т продукции в год. Анализ структуры (производства) продукции из ВСР показывает, что продукция кормового назначения составляет 68%, технического — 29, пищевого — только около 3% от общего объема продукции из ВСР (в натуральном выражении). Около 6% ВСР передается в другие отрасли. Эффективность технологической модернизации сельскохозяйственного производства зависит в том числе и от комплексного использования вторичных сырьевых ресурсов и отходов [5].

Комплексное использование сырья предусматривает максимальное извлечение из него полезных веществ, позволяет увеличить выход и расширить ассортимент готовой продукции. Основные признаки вторичных сырьевых ресурсов и отходов дают первичную информацию о качествах и свойствах отдельных групп или классов ВСР и отходов.

#### 4.3.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ АПК

К основным признакам вторичных ресурсов и отходов АПК относятся следующие:

1) **источники образования:** *растительные* — стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, картофельная мезга, отходы сенажа и силоса, свекловичный жом, жмых (шрот), зернокартофельная барда, виноградные выжимки и т. д.; *животные* — кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта, навоз и т. д.; *минеральные* — отходы соляной промышленности; *химические* — отходы производства синтетических моющих средств, парфюмерно-косметической отрасли и др.;

2) **отраслевая принадлежность:** например, в пищевой и пищеперерабатывающей промышленности по этому признаку различают отходы сахарной, масложировой, спиртовой, крахмалопаточной, пивоваренной, чайной, табачной, зерноперерабатывающей, плодоовощной, пиццеконцентратной, хлебопекарной, молочной, мясной промышленности;

3) **агрегатное состояние:** *твердые* — солома, подсолнечная лузга, хлопковая шелуха, солодовые ростки, кукурузный зародыш, виноградные и плодоовощные семена, кость, жирсырье, шерсть, щетина и т. д.; *пастообразные* — фильтрационный осадок, навоз, меласса, шламы сепараторов; *жидкие* — соапсток, мелассная барда, клеточный сок картофеля, дрожжевые осадки, кровь, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта и др.; *газообразные* — углекислота брожения;

4) **технологическая стадия получения:** получаемые при *первичной* переработке сырья — свекловичный жом, плодовые косточки, яблочные и виноградные выжимки, кровь, кость, шерсть, обезжиренное молоко и др.;

получаемые на стадии *вторичной* переработки продукции — рафинадная патока, фосфатидные концентраты, отбельные глины, последрожжевая меласзная барда, молочная сыворотка и др.; получаемые при промышленной переработке *отходов* — косточковая крошка, отходы производства пищевых концентратов, фильтрат цитрата кальция и др.;

**5) возможность повторного использования без доработки:** крошка, брак, лом хлеба, хлебобулочных, мучных, кондитерских, макаронных изделий и т. д.;

**6) материалоемкость:** *многотоннажные* (условно свыше 100 тыс. т в год) — солома, свекловичный жом, дефека́т, шрот (жмых), картофельная и кукурузная мезга, навоз, птичий помет, кровь, коллагенсодержащее сырье, сыворотка, пахта, обезжиренное молоко и т. д.; *малотоннажные* (условно до 100 тыс. т в год) — гудрон, остаточные пивные дрожжи, табачные отходы и др.;

**7) степень использования:** *полностью* используемые — меласса, свекловичный жом, кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта и др.; *частично* используемые — дефека́т, углекислый газ, картофельный сок, отбельные глины, хмелевая дробина и др.;

#### **8) направления последующего использования:**

а) для производства пищевых продуктов путем переработки (как сырье в отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности) — меласса, хвостики и «бой» свеклы, фосфатидные концентраты, яблочные выжимки, кукурузные зародыши, плодовые косточки, кровь, кость, сыворотка, обезжиренное молоко, пахта.

Здесь выделяют два направления — использование ВСП в традиционных продуктах питания и в качестве добавок и улучшителей для продукции нового поколения. Второе направление стало следствием общего пересмотра основных свойств и назначений пищевых продуктов. Если раньше основное внимание обращалось на калорийность и питательность продуктов, то теперь в связи с ухудшением экологической обстановки и развитием науки о питании особое внимание уделяется производству продуктов функционального назначения. Многие виды ВСП и отходов АПК по химическому составу отвечают этим требованиям, так как содержат небольшое количество жиров, сахаров и почти полностью состоят из растительных и животных белков, клетчатки и пищевых волокон — так называемых балластных веществ;

б) в качестве кормов в сыром или доработанном виде — солома и ботва сельскохозяйственных растений, сырой и сушеный свекловичный жом, зернокартофельная и меласзная барда, картофельная и кукурузная мезга, шрот (жмых), пивная дробина, костная мука, молочная сыворотка и др.;

в) как сырье для производства продукции технического назначения (как сырье для переработки в смежных отраслях) — солома, древесные опилки, кукурузный экстракт, подсолнечная лузга и хлопковая шелуха, глютен, косточковая крошка, виннокислая известь, кость, шерсть, перо и др.;



г) в качестве удобрений — навоз, птичий помет, дефекаат, клеточный сок картофеля, табачная пыль и др.;

д) в строительстве — отходы известняка, упаренная последрождевая барда, стебли зерновых, подсолнечная и хлопковая лузга, гипсовый шлам и др.;

е) как топливо — солома, растительные остатки, древесные опилки, навоз, куриный помет, отработанные растительные масла, подсолнечная лузга, жмых, шрот, кофейный шлам и др.;

**9) степень воздействия на окружающую среду:** опасные и безопасные.

Опасные отходы содержат вещества с вредными свойствами (токсичные, взрывоопасные, с высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, а также те, которые представляют непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Существуют четыре класса опасности: I класс — чрезвычайно опасные, II — высокоопасные, III — умеренно опасные и IV класс — малоопасные. Образование и движение этих отходов подлежат статистическому учету.

К опасным также относят отходы, которые не являются токсичными сами по себе, но, попадая в окружающую среду, вступают с ней во взаимодействие, что приводит к экологически неблагоприятным последствиям. Это гудрон, сивушное масло, эфиральдегидная фракция, табачная пыль; зерновая пыль (при хранении взрывается); пыль кормовых дрожжей (при попадании в дыхательные пути человека вызывает заболевания микробиологического характера); диоксид углерода, образующийся при брожении (изменяет состав воздуха), и др.

Безопасные (или практически неопасные) отходы — древесные опилки, свекловичный жом, меласса, жмыхи и шроты, фосфатидные концентраты, зернокартофельная барда и др.

По оценке специалистов Всероссийского научно-исследовательского, конструкторского и проектно-технологического института органических удобрений и торфа (ВНИПТИОУ), на животноводческих и птицеводческих фермах страны получают 286 млн т навоза и помета, в том числе: навоза крупного рогатого скота — 217 млн т, свиней — 46 млн, помета птицы — 17 млн, навоза других видов животных — 6 млн т в год. Большое разнообразие технологий содержания животных, способов уборки навоза из животноводческих помещений, типов и мощностей животноводческих ферм и комплексов, климатических условий приводит к получению различного вида навоза. Получаемый на фермах России навоз разделяют на *подстилочный* (навоз с подстилкой и кормовыми остатками) и *бесподстилочный* (навоз без подстилки с добавкой воды или без нее). Виды бесподстилочного навоза: *полужидкий* (содержит более 8% сухого вещества), *жидкий* (3–8% сухого вещества) и *навозные стоки* (менее 3% сухого вещества). Основную массу органических отходов птицеводства получают в виде жидкого помета, или пометных стоков.

По Федеральному классификационному каталогу отходов навоз классифицируется следующим образом: навоз КРС перепревший (хранение не менее

шести месяцев) — V класс опасности; навоз КРС свежий — IV класс; навоз от свиней свежий — III класс; навоз от свиней перепревший (хранение не менее одного года) — IV класс опасности. Птичий помет рассматривается как токсичные отходы производства III класса опасности [16].

К отходам растениеводства относятся стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, ботва картофеля и бобовых культур, отходы сенажа и силоса, солома, пожнивные остатки и др. В растениеводческих отраслях АПК ежегодно образуется 150 тыс. т соломы; 3 тыс. т лузги риса, проса, гречихи, подсолнечника; 1 тыс. т стержней початков кукурузы; 100 тыс. т костры льна; 750 тыс. т семян рапса и других масличных культур; 350 тыс. т отходов сорго (сок, стебельная масса). Отходы растениеводства применяются в биоэнергетике, кормопроизводстве, в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных, как удобрения и почвозащитные средства, для производства строительных и утеплительных материалов, в декоративно-прикладных промыслах и др.

Отходы растениеводства традиционно используются в кормопроизводстве. Солома заменяет до 20% сухого вещества в рационе коров в период лактации и до 30% — в рационе сухостойных животных и нетелей за две-четыре недели до отела. В чистом виде солому скармливают по 1,8–2,7 кг абсолютно сухого вещества на голову в сутки. Листья и стебли кукурузы, остающиеся после уборки кукурузы на зерно, в измельченном виде дают молодняку и сухостойным коровам. Стержни початков кукурузы после обмола зерна являются хорошим источником ферментируемой клетчатки и могут употребляться при нехватке кормов. Их включают в состав разнообразных кормосмесей.

Ежегодно в России в мясной отрасли образуется более 1 млн т вторичного сырья и отходов: кровь, кость, субпродукты второй категории, жир-сырец, шкурсырье, рогакопытное и непищевое сырье, каньга [18, 49]. Все виды ресурсов (за исключением каньги) имеют животное происхождение, по агрегатному состоянию (кроме крови) твердые и безвредны для окружающей среды. По материалоемкости эти ресурсы относятся к многотоннажным и имеют полную степень использования.

На рисунке 4.2 представлена схема образования и использования ВС и отходов мясной промышленности.

Вторичные сырьевые ресурсы и отходы предприятий, перерабатывающих животноводческую продукцию, используются на пищевые, кормовые и технические цели.

*Кровь животных*, кроме полноценных белков, содержит ферменты, липиды, витамины, низкомолекулярные азотистые соединения, минеральные вещества. В цельной крови 16–19% белка и 79–82% воды. Она состоит из плазмы (жидкая часть) и форменных элементов (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты). Присутствующий в эритроцитах белок гемоглобин придает крови красный цвет.

При переработке *молока* образуются следующие ВСР и отходы: обезжиренное молоко, пахта, молочная сыворотка, ополоски, шлам сепараторов,

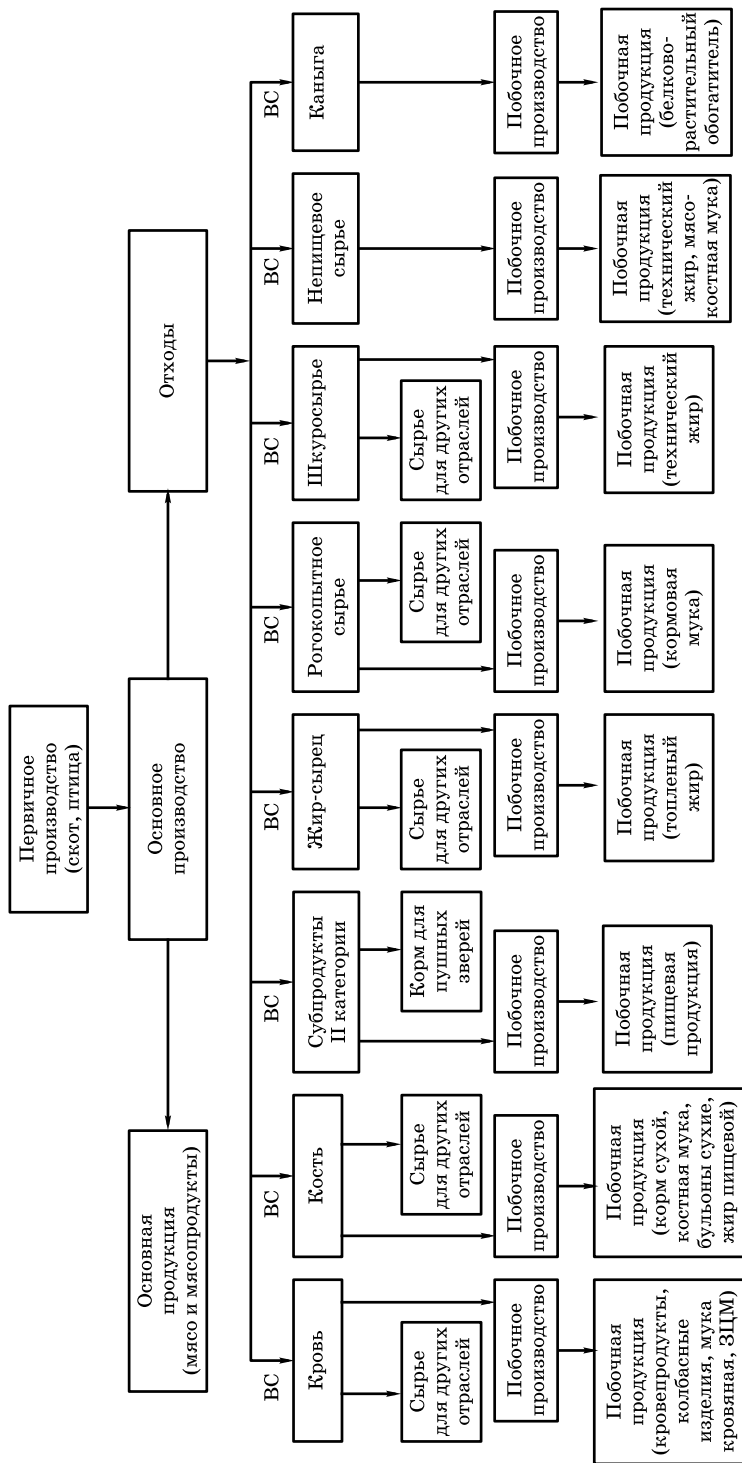


Рис. 4.2  
Схема комплексного использования сырья в мясной отрасли [16]

зачистки, рассыпки и др. Их ежегодный объем в молочной промышленности России составляет более 11 млн т.

По технологическим стадиям получения ВСП можно классифицировать следующим образом:

- получаемые при первичной обработке сырья — обезжиренное молоко, ополоски;
- получаемые при вторичной стадии переработки сырья — молочная сыворотка, пахта, шлам сепараторов, ополоски;
- получаемые при промышленной переработке вторичных ресурсов — шлам и ополоски сепараторов, пригар и ополоски пастеризаторов, конденсат вторичных паров при вакуум-выпаривании, пригар и пыль при сушке, фильтр-трат, альбуминное молоко, меласса, отработанная биомасса дрожжей.

К используемым побочным продуктам и отходам относятся обезжиренное и альбуминное молоко, молочная сыворотка, пахта, белковая масса, меласса, барда. К неиспользуемым или используемым частично — ополоски молокоцистern и технологического оборудования (сепараторов, пастеризаторов, тру-

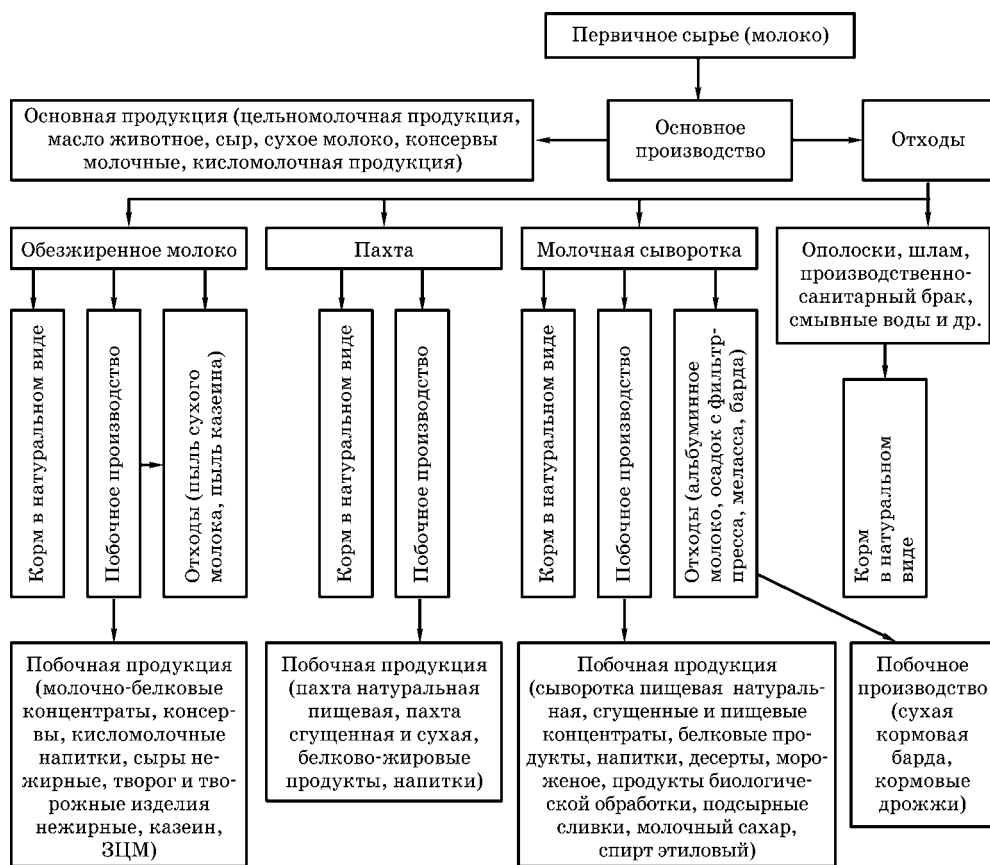


Рис. 4.3

Схема образования и использования ВСП и отходов молочной отрасли [16]

бопроводов и др.), пригар, пыль, санитарный брак, отработанные моющие растворы, конденсат вторичных паров, фильтрат, соленая сыворотка.

На рисунке 4.3 представлена схема образования и использования ВСП и отходов молочной отрасли.

*Обезжиренное молоко* получают при сепарировании цельного молока с целью извлечения молочного жира. Ориентировочно выход обезжиренного молока составляет 90% массы сепарируемого молока. Основные компоненты обезжиренного молока — вода, белки, углеводы, минеральные вещества и молочный жир. Обезжиренное молоко широко используется для производства продуктов питания, кормовых средств, медицинских препаратов и технических полуфабрикатов. Наиболее рациональным и логически обоснованным является производство из обезжиренного молока молочных продуктов для потребления. Ассортимент продуктов из обезжиренного молока насчитывает сотни наименований и постоянно расширяется.

В Минском ПО молочной промышленности и Белорусском технологическом институте исследовалась возможность сбора и переработки шлама сепараторов-молокоочистителей для использования в качестве кормовой добавки. Собранный во фляги шлам подвергался термической обработке в автоклаве. Образованный шлам добавлялся в корм пороссятам-отъемышам в количестве 1,7 кг в сутки. Исследования показали, что животные охотно поедают корм. Прирост живой массы за два месяца скармливания увеличился на 26,5% по сравнению с контрольной группой животных, получавших вместо шлама такое же количество обезжиренного молока. При этом затраты корма в опытной группе снизились на 21,7%, что позволяет получать дополнительную прибыль.

В *зерноперерабатывающей* отрасли вторичные сырьевые ресурсы и отходы образуются в процессе очистки зерна от примесей (кормовой зернопродукт, зерновые отходы, делящиеся на категории в зависимости от содержания в них доброкачественного зерна), переработки его в конечный продукт — муку, крупу (отруби, кормовая дробленка, лузга, мучка, зародыш).

Вторичные сырьевые ресурсы зерноперерабатывающей отрасли:

- по *агрегатному состоянию* являются твердыми;
- по *материалоемкости* относятся к многотоннажным ресурсам (исключение составляют кормовая дробленка и отбор зародыша, которые находятся на уровне условного критерия 100 тыс. т в год);
- по *степени использования* — полностью используемые (не полностью утилизируется лишь лузга пленчатых крупяных культур);
- по *воздействию на окружающую среду* — безвредны; загрязнение имеет место при засорении почв (свалки), недостаточной очистке аспирационных отсосов (воздух) и мочных вод (вода).

На рисунке 4.4 представлена принципиальная схема образования и использования ВСП и отходов зернового производства.

К отходам *хлебопекарного* и *макаронного* производства относятся: мучной смет, собранный в производственных цехах и на мучных складах; мучной выбой от вытряхиваемых мешков; хлебная крошка; отходы от зачистки тестомесильных и тесторазделочных агрегатов.

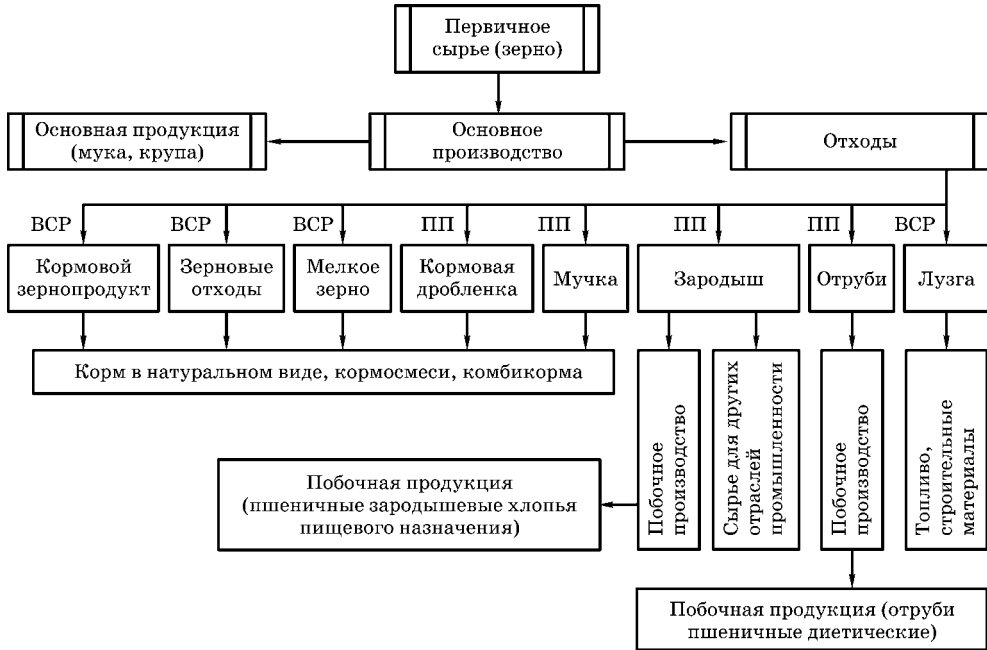


Рис. 4.4

Потоки образования и использования ВSR  
и отходов зерноперерабатывающей отрасли:

ПП — побочная продукция; ВSR — вторичные сырьевые ресурсы [16].

На хлебозаводах рядом с производственными помещениями, как правило, выделяется специальное помещение или площадка для сбора и временного накопления хлебных отходов, передаваемых для дальнейшего использования. Реализуемые хлебные отходы собираются, хранятся в мешках или другой специальной таре и вывозятся по мере накопления.

Кроме реализуемых отходов, в отрасли также образуется производственный и экспедиционный брак. К *производственному* браку относятся изделия, забракованные контролирующими службами внутри и вне предприятия, по физическим и органолептическим показателям не соответствующие требованиям стандартов и технических условий. *Экспедиционный* брак включает изделия, забракованные и возвращенные из торговой сети с признаками повреждений при погрузо-разгрузочных работах или транспортировании (деформированные, подмоченные, ломаные), а также хлеб с истекшим сроком реализации.

При мойке оборудования, инвентаря, помещений образуются технологические водные сбросы предприятий хлебопекарной промышленности. Сточные воды хлебозаводов по составу загрязнений и содержанию биохимически разлагающихся органических веществ близки к бытовым водам и могут очищаться совместно с ними на общегородских очистных сооружениях. Производственные стоки смешиваются с хозяйственно-бытовыми и сбрасываются в канализацию.

На рисунке 4.5 представлена схема переработки первичного сырья (муки) хлебопекарной отрасли с выходом всех отходов производственного цикла.

Отходы хлебопекарного и макаронного производства полностью используются на кормовые цели в животноводстве и птицеводстве в чистом виде или в качестве добавок к комбикорму. Производственный и экспедиционный брак без микробиологической порчи и плесени возвращается в производственный цикл на переработку в муку [16].

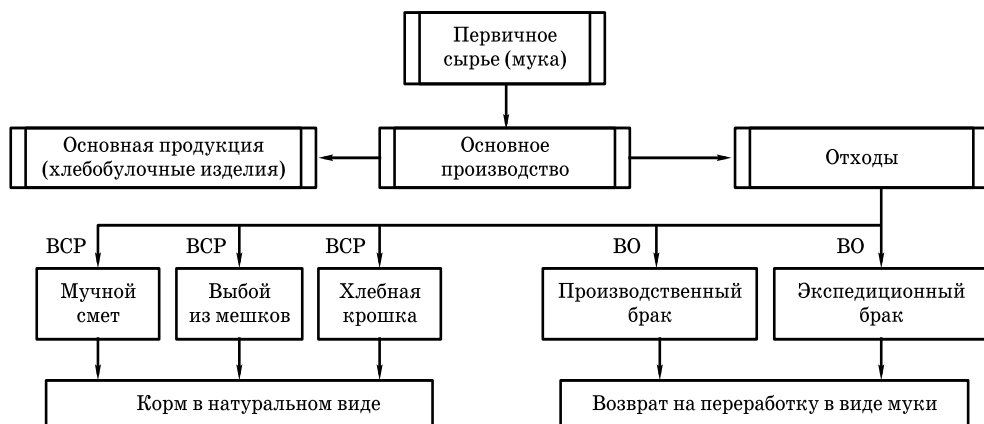


Рис. 4.5  
Схема образования ВСП и отходов в хлебопекарной отрасли [16]

В *плодоовощной* отрасли для производства используется разнообразное сырье растительного происхождения — более 300 наименований. Выпускается широкий ассортимент консервированной продукции, которую можно разделить на три группы: овощная, томатная и фруктовая. К *овощным* консервам относятся закусочные, заправочные, натуральные, маринады, соки овощные; к *томатным* — томатная паста и пюре, соус, томатный сок; к *фруктовым* — компоты, варенье, джемы, повидло, конфитюры, пюре, соки фруктовые.

В процессе производства основной продукции в отрасли образуются ВСП и отходы производства: томатные и яблочные вытерки, яблочные и виноградные выжимки, томатные семена, плодовые косточки, очистки картофеля, моркови, свеклы, кабачков, баклажанов, створки зеленого горошка, покровные листья капусты, выжимки темноокрашенных ягод. В их биохимическом составе присутствуют белковые и минеральные вещества, углеводы, большое количество витаминов и микроэлементов.

На рисунке 4.6 представлена принципиальная схема образования и использования вторичных сырьевых ресурсов, а также отходов в плодоовощной отрасли.

Вторичные сырьевые ресурсы плодоовощной отрасли могут составлять от 5 до 85% от исходной массы сырья, их вид зависит от вида сырья и способа переработки. Например, при переработке зеленого горошка (с учетом ботвы)

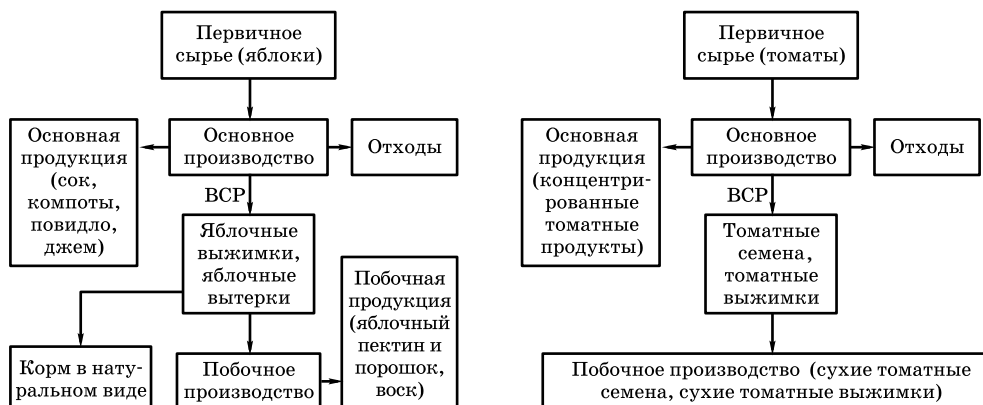


Рис. 4.6  
Схема образования ВСП и отходов в плодоовощной отрасли [16]

отходы достигают 80%, при выпуске продуктов из картофеля — 30–40, закусочных консервов — около 12, концентрированных томатопродуктов — 4–5%. Ежегодный объем отходов консервной промышленности составляет 300 тыс. т. В хозяйственный оборот вовлекается от 65 до 85% всех ВСП отрасли. Часть отходов и ВСП используются как удобрения или семенной материал. Большая часть отходов (до 70%) направляется на корм сельскохозяйственных животных и птицы [16].

В *масложировой* отрасли при переработке семян масличных культур, производстве растительного масла, маргаринового продукта и майонеза образуются побочные продукты, ВСП и отходы: подсолнечная лузга, жмых, шрот, фосфатидные концентраты, soapсточные жиры, погоны дезодорации, отработанный фильтрующий порошок и катализатор, содовые растворы, гудрон, сточные воды. ВСП и отходы масложировой отрасли классифицируют в зависимости от технологической стадии их образования:

- на стадии прессования и форпрессования — экстракции маслосемян образуются жмых, шрот, лузга;
- в процессе гидратации масла — фосфатидные концентраты;
- во время нейтрализации или щелочной рафинации — soapсточные жиры и отработанные щелочные растворы;
- на этапе отбеливания масла — отбельные глины;
- при дезодорации растительного масла и жиров — погоны дезодорации;
- после гидрогенизации масел и жиров остается отработанный катализатор;
- после фильтрации масел — отработанный порошок.

Некоторые отходы используются при производстве мыла, олифы, майонеза, олеина, стеарина, глицерина.

По степени использования ВСП и отходы бывают используемыми и малоиспользуемыми. К *используемым* относятся подсолнечная лузга, жмых, шрот, фосфатидные концентраты, soapстоки, отбельная земля, погоны дезодорации, гудроны. К *малоиспользуемым* — отработанные катализаторы, щелочные растворы, фильтрующие порошки.



По объемам образования отходы масложировой отрасли подразделяются на многотоннажные и малотоннажные. К многотоннажным относятся лузга, жмых, шрот, соапстоки. Все остальные виды отходов являются малотоннажными. Из общего количества отходов на долю жмыхов приходится 35–37%; на долю шротов — 40–42; лузга составляет 13–15% всех отходов; соапстоки — 5–7%.

На рисунке 4.7 представлена принципиальная схема жиропереработки с выходом всех отходов производственного цикла.

При переработке сырья в процессе *производства пива* образуются дробина пивная, отходы полировочные и аспирационные, остаточные пивные дрожжи, диоксид углерода, хмелевая дробина, белковый отстой, фильтрационные осадки, дезинфицирующий раствор бутыломоющей машины, замочные и сточные воды. При производстве солода образуются сплав зерна, зерновые отходы, солодовые ростки. Отходы пивоваренного производства — растительного или биологического происхождения. По *агрегатному состоянию* более 70% отходов пивоваренного производства жидкие (пивная дробина находится в кашецеобразном состоянии, но жидкой консистенции). К *твердым* относятся зерновые отходы, ростки солодовые и др. По *степени воздействия* на окружающую среду все сырьевые отходы считаются безвредными;

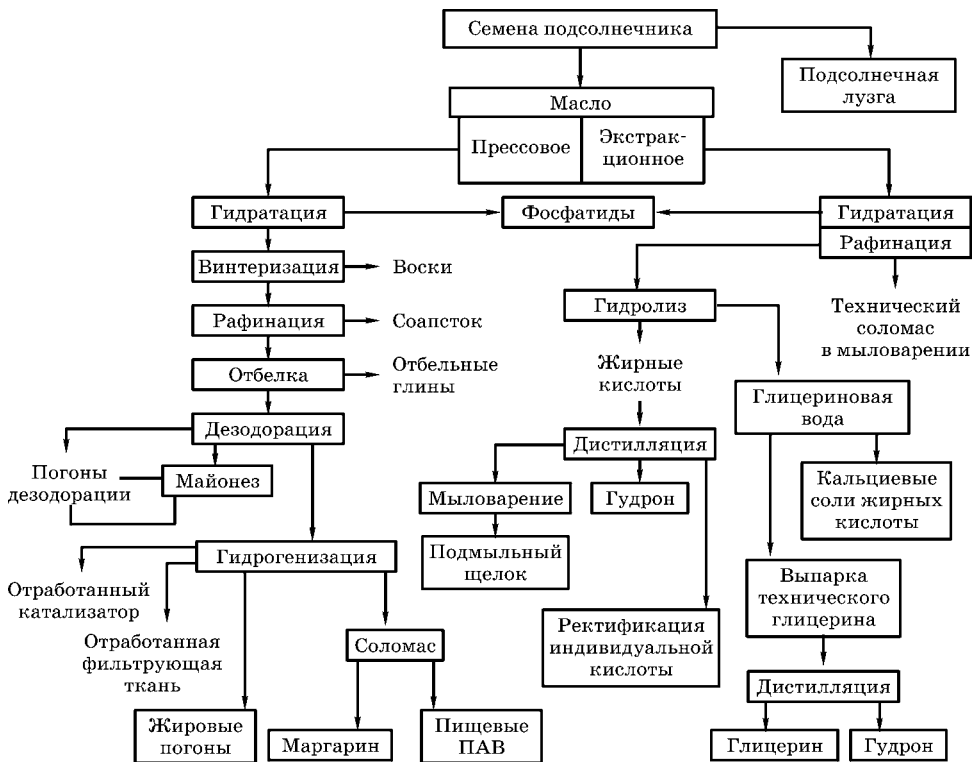


Рис. 4.7  
Принципиальная схема жиропереработки [16]

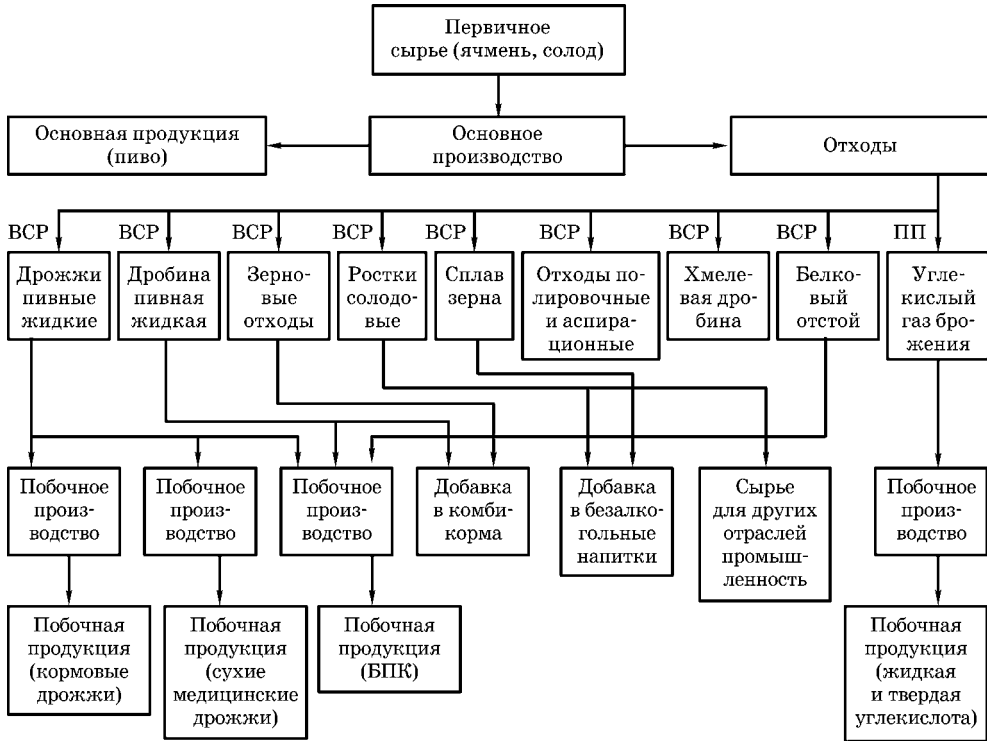


Рис. 4.8

Схема образования ВСП и отходов в пивоваренной отрасли [16]

по материалоемкости — малотоннажными, за исключением пивной дробины. По степени использования большинство отходов можно считать полностью используемыми. К частично используемым относятся диоксид углерода и хмелевая дробина, уровень вовлечения которых не превышает 50%.

На рисунке 4.8 представлена схема производства пива с выходом всех отходов производственного цикла.

Нормативы образования вторичных сырьевых ресурсов для светлого пива с экстрактивностью начального сусла 11% составляют: при общем расходе зернопродуктов 1,8 кг/дал, расходе солода — 80% (1,44 кг/дал), ячменя — 15% (0,27 кг/дал), сахара — 5% (0,09 кг/дал).

В процессе получения *этилового спирта* для пищевой отрасли образуются барда (зернокартофельная, меласная), углекислый газ, отработанные дрожжи — сахаромецеты. К побочным продуктам производства относятся фракция головного этилового спирта и сивушное масло.

При комплексной переработке сырья на основе послеспиртовой барды получают кормовые дрожжи трех видов: сухие (СКД) — из грубого фильтрата барды, жидкие (ЖКДЦ) и сухие (СКДЦ) при использовании «цельной» барды. При производстве кормовых дрожжей из грубого фильтрата зернокартофельной барды образуется отход — последрожжевая барда (вторичная). Аналогично при производстве кормовых дрожжей из меласной барды обра-

зуется последрожжевая мелассная барда. Все отходы и побочные продукты отрасли относятся к вторичным сырьевым ресурсам.

По *агрегатному состоянию* большинство ВСП и побочных продуктов спиртового производства — жидкие; к твердым относятся дрожжи-сахаромицеты; к газообразным — углекислота брожения. По *степени воздействия* на окружающую среду безвредными считаются барда послеспиртовая и последрожжевая зернокартофельная, углекислота брожения, дрожжи-сахаромицеты; к вредным относятся барда послеспиртовая и последрожжевая мелассная, фракция головная этилового спирта, сивушное масло. По *степени использования* ВСП делятся на используемые полностью или частично. К первым относятся барда послеспиртовая зернокартофельная, дрожжи-сахаромицеты, фракция головная этилового спирта, сивушное масло. Частично используются барда послеспиртовая мелассная, последрожжевая (зернокартофельная и мелассная), углекислота брожения.

На рисунках 4.9 и 4.10 представлены схемы производства спирта из зернокартофельного сырья и из мелассы с выходом всех отходов производственного цикла.

Ежегодно в России образуется более 10 млн т спиртовой барды. Ее выход зависит от крепости бражки, степени ее разбавления при замывке бродительных чанов, крепости отгоняемого спирта и количества конденсата греющего пара.

В *крахмало-паточной* отрасли в результате физико-химической переработки первичного сырья (картофеля, кукурузы, сои, пшеницы и др.) получают основную продукцию: крахмал, патоку, глюкозу, декстрин, модифи-

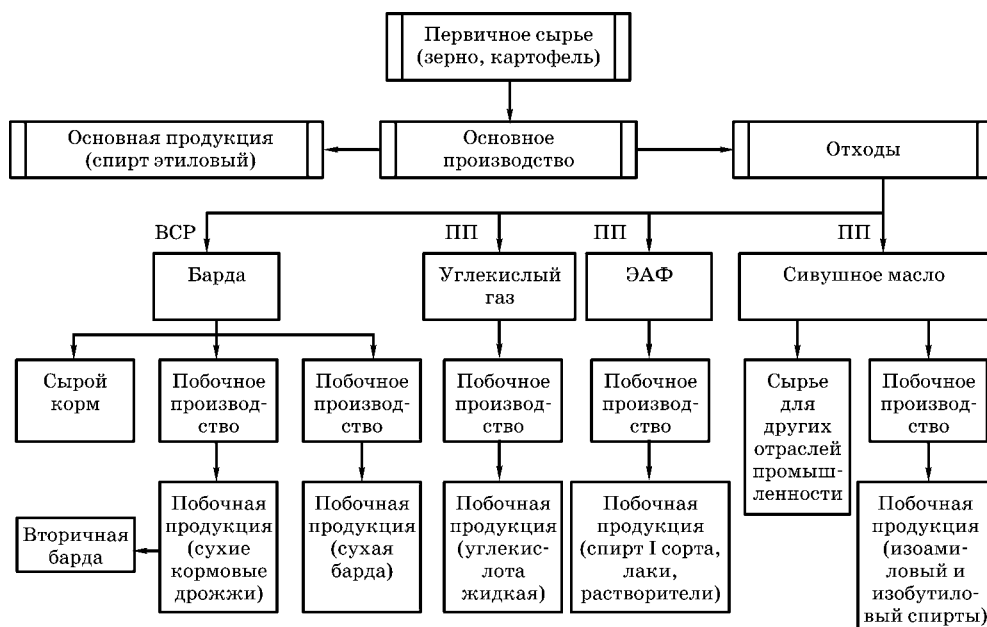


Рис. 4.9

Схема образования ВСП и отходов при производстве спирта из зернокартофельного сырья [16]

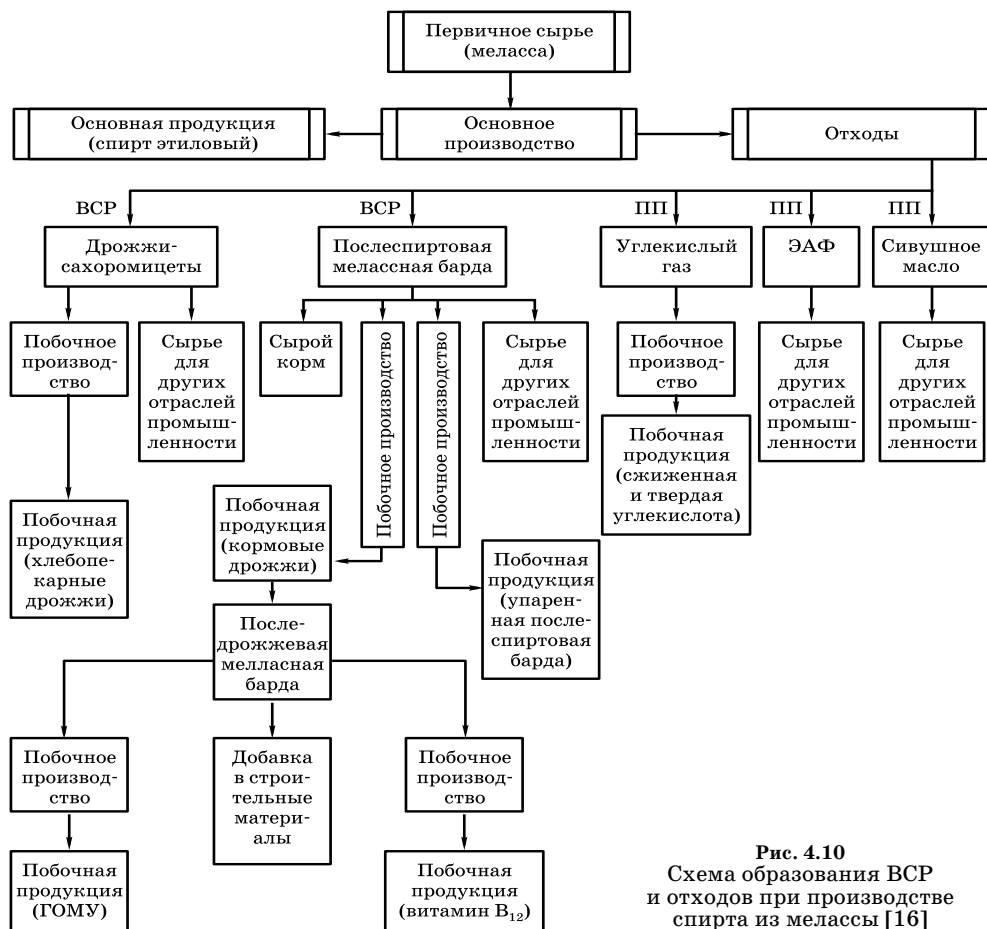


Рис. 4.10  
Схема образования ВСП  
и отходов при производстве  
спирта из мелассы [16]

цированные крахмалы, экструзионные крахмалопродукты, продукты для детского питания, мальтозную патоку.

ВСП и отходы крахмало-паточной отрасли классифицируются:

- по *источникам образования* — в зависимости от перерабатываемого растительного сырья: картофель и зерновые культуры (кукуруза, рожь, пшеница, ячмень, горох);
- по *отраслевой принадлежности*: отходы картофелекрахмального производства (картофельная мезга и сок); кукурузо-крахмального (кукурузная дробленка, экстракт, мезга, глютен и зародыш); паточного (фильтрационный осадок, мальтозный жмых);
- по *агрегатному состоянию*: твердые (картофельная и кукурузная мезга, кукурузный зародыш, дробленка, стержни кукурузных початков, фильтрационный осадок, мальтозный жмых) и жидкие отходы (картофельный сок, кукурузный экстракт, глютен, жиробелковая взвесь);
- по *технологическим стадиям* получения: получаемые при первичной переработке сырья (картофельная мезга и сок, кукурузная дробленка, мезга,

экстракт, глютен, зародыш); на стадии вторичной переработки (отходы паточного производства — фильтрационный осадок, мальтозный жмых) и в процессе промышленной переработки отходов (кукурузный жмых, образующийся при переработке кукурузного зародыша на масло);

- по степени использования: полностью используемые (картофельная мезга, кукурузная мезга, дробленка, экстракт, глютен, зародыш, мальтозный жмых) и частично используемые (картофельный сок, фильтрационный осадок);
- по направлениям последующего использования: для производства пищевых продуктов путем промышленной переработки — картофельная мезга и сок, кукурузная дробленка, глютен, зародыш (рис. 4.11).

В крахмало-паточном производстве объемы образования ВСП зависят от исходной крахмалистости сырья, партии перерабатываемого сырья, технологических и аппаратурных решений на конкретном предприятии.

В сахарной промышленности в результате физико-химической переработки сахарной свеклы наряду с основной продукцией (сахар-песок, сахар-рафинад) получают побочные продукты и отходы. Это свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, рафинадная патока, транспортно-моечный осадок, промышленные сточные воды, жомопрессовая вода, отсеб известнякового камня. К *побочным продуктам* в сахарном производстве относят мелассу, рафинадную патоку и свекловичный жом, которые служат сырьем для производства спирта, лимонной и других пищевых кислот, пектина, пищевых волокон и др.



Рис. 4.11

Схема образования ВСП и отходов в крахмало-паточной отрасли (кукурузо-крахмальное производство) [16]

К *отходам* относятся транспортно-мочный и фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, отсеv известнякового камня, жомпрессовая и промышленно-сточная вода. Однако часть их может быть использована в виде ВСП для получения дополнительной продукции.

Классификация ВСП и отходов сахарной отрасли:

- по *источникам образования* — растительные;
- по *агрегатному состоянию*: твердые отходы — свекловичный жом, фильтрационный осадок, свекловичные хвостики и «бой» свеклы, известняковый камень, транспортно-мочный осадок; жидкие — жомпрессовая вода, промышленные сточные воды, густые вязкие жидкости (меласса, рафинадная патока);
- по *технологическим стадиям получения*: получаемые при первичной переработке сырья (все ВСП и отходы отрасли, кроме рафинадной патоки); при вторичной переработке сырья (рафинадная патока);
- по *материалоемкости* — многотоннажные;
- по *направлениям дальнейшего использования*: для производства пищевых продуктов; в качестве кормов; для производства продукции технического назначения; в качестве удобрений;
- по *воздействию на окружающую среду* — безвредны, при длительном хранении являются источниками неприятных запахов (сырой жом, фильтрационный осадок, промышленные сточные воды) и занимают значительные земельные площади (отсев известнякового камня — при складировании; транспортно-мочный осадок, фильтрационный осадок, промышленные сточные воды — под отстойники).

На рисунке 4.12 представлена схема образования ВСП и отходов в сахарной промышленности.



Рис. 4.12  
Схема образования ВСП и основные направления использования отходов в сахарной отрасли [16]

#### 4.3.2. ОТХОДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЫ АПК

Существенными источниками загрязнения окружающей среды являются автотранспортные и сервисные предприятия. Наибольшие объемы отходов деятельности предприятий, связанных с техническим обслуживанием машин, составляют черные и цветные металлы, резинотехнические изделия, масла и фильтрующие элементы, пластмассовые и стеклянные компоненты.

Особенно значительными по объемам и занимаемым площадям являются *резинотехнические отходы*, в том числе шины сельскохозяйственных машин. Только в Испании ежегодно выбраковывается 35 млн шин, а в России скапливается свыше 1 млн т изношенных шин. В целях уменьшения загрязнения территории и сохранения окружающей среды в рамках ЕС приняты решения о запрещении сжигания и захоронения изношенных шин. Рекомендовано увеличить объемы восстановления шин, довести долю переработанных утильных шин в резиновую крошку до 60%. В Испании свыше 200 км автомобильных дорог построено с использованием резиновой крошки, полученной при утилизации шин. Шины могут быть ценным источником топлива: их энергетический потенциал — средний между углем и нефтепродуктами. Одна тонна шин вырабатывает столько же энергии, сколько 0,7 т нефтепродуктов.

Один из наиболее распространенных способов переработки шин — механическое разрушение до состояния резиновой крошки, которая может быть использована:

- в качестве добавок при изготовлении новых шин; в качестве модификаторов битума (5–7% от массы битума) и добавок в асфальтобетонную смесь (до 1,5%);
- для изготовления ковриков, плит покрытия в животноводческих комплексах, полов промышленных зданий, покрытий дорожек спортивных площадок, трамвайных путей, железнодорожных переездов.

Источником загрязнения окружающей среды также являются *нефтеосдерживающие отходы*. Наиболее экологически опасны отложения на резервуарах, образующиеся при хранении топливно-смазочных материалов, и отработанные масла.

Разработанные ВИИТиН рекомендации по утилизации нефтешламов позволяют снизить негативное антропогенное воздействие нефтеотходов на окружающую среду и использовать их компоненты в различных отраслях. Так, нефтеотходы, получаемые при зачистке резервуаров, без дополнительной переработки можно использовать как компоненты органо-минеральной смеси для улучшения поверхности технологических площадок, подходов к ним, дорожек к фермам и т. д. Наличие в смеси гидрофобных углеводородов придает покрытию водоотталкивающие свойства. Чтобы предотвратить вымывание нефтепродуктов талыми и дождевыми водами, в состав смеси вводят адсорбенты. Такое употребление способствует утилизации экологически опасных нефтеотходов и экономии асфальта.

Нефтеотходы, в составе которых высока доля тяжелых углеводородов, могут быть окислены до битумов, что приводит к экономии товарных неокисленных битумов и гудронов и сокращению себестоимости асфальтобетонов.

Нефтеотходы, содержащие значительное количество летучих, легковыгорающих компонентов, могут использоваться как выгорающие компоненты сырьевой смеси для изготовления керамических кирпичей. Применение нефтеотходов в этом случае позволяет наряду с утилизацией экологически опасных веществ снизить на 21% транспортные расходы и на 13% — технологические затраты, связанные с производством кирпича.

Путем смешивания нефтеотходов с растительными остатками и брикетирования смеси получают топливные брикеты, которые горят в обычных топках для твердого топлива.

Применение нефтешламов в качестве связующего при прессовании растительных отходов позволяет получить дешевые топливные брикеты, так как фактически используются два вида отходов — растительные и нефтесодержащие. Замена твердого топлива (угля, торфа) такими брикетами дает возможность сэкономить природные ресурсы.

В МГАУ им. В. П. Горячкина обоснована возможность применения биопрепаратов в процессе утилизации отложений резервуаров для хранения нефтепродуктов. В этих целях разработан препарат «*Олеоворин*» на основе биомассы.

Отработанные моторные масла (ММО) относятся к отходам производственного потребления. Вовлечение этих вторичных ресурсов в хозяйственную деятельность не только позволяет улучшить обеспечение консервационными материалами, но и способствует защите окружающей среды. За рубежом отработанные масла в основном употребляются по трем направлениям: регенерация, вторичная переработка, переработка с получением топлива.

Непрерывный рост выпуска и потребления *полимерных материалов* порождает серьезную проблему использования или ликвидации производственных отходов, упаковочных материалов и изношенных изделий. Чтобы решить ее, необходимо организовать процесс сбора и переработки (рециклинг) пластмассовых отходов в новые изделия для промышленности, строительства, сельского хозяйства и домашнего обихода. Из полимерных отходов после вторичной переработки можно производить синтетическое волокно для текстильной промышленности; обвязочную ленту для обвязки коробок, пиломатериалов, продукции на палетах; тару для упаковки пищевых продуктов и др.

Инновационная технология переработки органических отходов техногенного происхождения (синтетических полимеров, резины, каучуков и др.) в нефтепродукты разработана в Российском химико-технологическом университете им. Д. И. Менделеева [16].

### Контрольные вопросы

1. Каковы принципы технологической модернизации очистки зерна от примесей и обработки его поверхности?
2. Каковы основные направления совершенствования технологии и технических средств переработки зерна в муку?



3. Каковы основные принципы выбора технологической схемы переработки зерна в крупу?
4. Каковы основные области применения нанотехнологий в растениеводстве?
5. Каковы основные принципы технологической модернизации производства масложировой продукции?
6. Каковы основные направления модернизации современных технологий и технических средств очистки растительных масел?
7. Расскажите о ресурсосберегающих технологиях и технических средствах переработки плодов и овощей.
8. Каковы основные направления модернизации технологий и технических средств переработки плодово-ягодного сырья на соки?
9. Каковы основные направления модернизации технологий и технических средств производства овощей и фруктов?
10. Какие методы применяются для ускорения процесса экстракции?
11. Расскажите о прогрессивных методах и технических средствах хранения сельскохозяйственной продукции.
12. Каковы основные принципы модернизации технологий и технических средств в складах и хранилищах при переработке сельскохозяйственной продукции?
13. Расскажите об энергосберегающих технологиях и технических средствах переработки молока.
14. Почему цеха по переработке молока целесообразно строить вблизи мест производства?
15. Каковы основные направления развития предприятий по переработке мяса в условиях рыночной экономики?
16. Каковы основные требования к технологиям и техническим средствам консервирования и хранения мяса?
17. Расскажите об основных направлениях вторичной переработки сельскохозяйственного сырья.
18. Опишите основные признаки вторичных сырьевых ресурсов и отходов сельскохозяйственного производства.



## ГЛАВА 5

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

### 5.1. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

#### 5.1.1. ИНФРАСТРУКТУРА ПОСТАВОК ЭНЕРГИИ

**У**глеводородные энергоносители — нефть, газ и уголь — образуют фундамент, на котором стоит вся экономика, бытовой уклад, образ жизни современного человека, в том числе и проживающего в сельской местности. Они являются источником тепла и других видов энергии, в частности электрической, без которой в настоящее время человечество не мыслит своего существования.

Для энергообеспечения производственного сектора и жилья на селе требуется инфраструктура обеспечения водой, теплом и электроэнергией в виде систем водоснабжения, теплоснабжения, электроснабжения, которые в свою очередь могут состоять из более мелких, но не менее важных подсистем [25].

#### ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Сельское водоснабжение основано на использовании поверхностных и подземных вод — грунтовых и артезианских. Основным источником питьевой воды для сельскохозяйственных животных и населения являются подземные воды: в России около 87% сельского водопотребления приходится на подземные источники и 13% — на поверхностные.

Водоснабжение села осуществляется централизованно и автономно. Централизованное водоснабжение предусматривает водопроводные сети, которые, как правило, имеются только в крупных населенных пунктах и на сельскохозяйственных объектах. Сети питаются из одной или нескольких скважин, откуда вода подается насосом в аккумулирующие емкости, расположенные над землей (башни Рожновского). Водоподготовка обычно не производится. Под естественным напором или с помощью насоса вода поступает в водопроводную сеть, которая через систему водоразборных уличных колонок и кранов в жилых домах и производственных помещениях используется для бытовых и технологических нужд.

Автономное водоснабжение производится на базе колодцев и скважин грунтовых вод. При этом обеспечивается ограниченное число потребителей — обычно одна усадьба или одно производство: животноводческая ферма, теплица и т. д.

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Теплоснабжение для производственных и бытовых нужд базируется на углеводородном топливе (нефти, автомобильном бензине, дизельном топливе, газе, дровах и другом биотопливе) и электрической энергии.

*Нефть, автомобильный бензин и дизельное топливо* поставляются из центров их производства через сети поставщиков, как правило, железнодорожными и автомобильными цистернами. Наиболее массовые виды — автомобильный бензин и дизельное топливо — распространяются через сети автозаправочных станций.

*Дрова* долгое время оставались единственным источником тепловой энергии. С древних времен они использовались для приготовления пищи, выплавки металлов, солеварения и получения древесного угля. Периодически леса вырубались и регионы сотрясали «дровяные» кризисы, аналогичные современным нефтяным. Постепенно леса исчезали, и в XVIII в. на смену дровам пришел каменный уголь, а затем и нефть. Дрова являются одним из видов биомассы; это понятие включает также хворост, отходы древесного производства, растения (например, саксаул), в том числе специально производимые для целей энергетики (соя, кукуруза и т. п.). Мировое потребление древесины в качестве топлива в конце XX в. составляло 1300 млн т в угольном эквиваленте. Древесное топливо уступает по объему потребления нефти и углю, но, вероятно, занимает первое место по числу людей, которые им пользуются. Половина всего количества идет на приготовление пищи, треть — на обогрев жилища.

В большинстве развивающихся стран подавляющая часть потребления энергии обеспечивается за счет биомассы. Интерес к дровам (и к биомассе в целом) в развитых странах усиливается в связи с тенденцией перехода к возобновляемым источникам энергии.

*Газовое топливо* является одним из углеводородных топлив, используемых в основном для получения тепла. Несмотря на то что Россия является основным производителем природного газа и занимает первое место в мире по его запасам, на потребление в сельском хозяйстве приходится незначительный объем — около 4–5%. Главной причиной низкой газификации села являются большие удельные затраты на строительство газовых сетей в связи с обширными пространствами. В большинстве европейских стран уровень газификации села достигает 80%. В настоящее время основным способом газификации сельской местности России остается распределение сжиженного газа в цистернах и баллонах через сеть областных кустовых баз и газонаполнительных станций. Кустовые базы снабжают газонаполнительные пункты и промежуточные склады баллонов с радиусом обслуживания 100–200 км. Часть потребителей получает сжиженный газ из резервуарных или баллонных газоснабжающих установок. Потребление газа из газонаполнительных станций обходится значительно дороже, чем из сетевой системы. Более 60% газифицированных сельских квартир используют сжиженный газ.

В производственной сфере села газовое топливо потребляется в незначительном количестве. В настоящее время практически весь машинно-тракторный парк сельского хозяйства работает на жидком моторном топливе, местные котельные — преимущественно на твердом или жидком топливе.

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Важным элементом инженерной инфраструктуры села являются сельские электрические сети. В России линии электропередачи охватывают практически всю территорию, за исключением некоторых районов Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока.

В сельской местности потребляется небольшая часть электроэнергии — не более 13% всего объема электропотребления страны. Село питается от централизованных высоковольтных линий электропередач напряжением 35 или 220 кВ через сеть промежуточных понизительных электрических подстанций 220/35/10 кВ или 220/35/6 кВ (районные электрические сети — РЭС). Энергия с этих подстанций через электрические сети 10 или 6 кВ поступает к трансформаторным понизительным подстанциям 10/0,38 кВ. Воздушные или подземные проводные и кабельные трехфазные электрические линии распределяют энергию по отдельным потребителям.

В труднодоступных районах, где нет централизованного электроснабжения, существуют местные электростанции, генераторы которых используют для производства энергии привозную нефть или дизельное топливо. В некоторых местах еще сохранились малые гидростанции, работающие от воды местных рек.

### 5.1.2.

#### ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

На практике мы часто используем термин «виды энергии» для обозначения различных источников энергии или топлива. К таким источникам относятся, в частности, уголь, нефть, природный газ, являющиеся типичными ископаемыми, а значит, *невозобновляемыми* видами топлива. Человечество использует и другие виды топлива или источники энергии — биомассу, энергию солнца, ветра, волн, гидроресурсов. Эти источники относятся к *возобновляемым* [25, 60, 107].

*Энергоноситель* — вещество или форма материи, которые могут находиться в различных агрегатных состояниях (твердое, жидкое, газообразное, плазма, электромагнитное поле или излучение). Получаемая при использовании энергоносителя энергия при определенных условиях употребляется для механической работы, нагрева, химической реакции или физического процесса.

*Природный энергоноситель* — энергоноситель, образовавшийся в результате природных процессов, как правило, с участием солнечной энергии:

- вода гидросферы (при использовании энергии рек, морей, океанов);
- горячая вода и пар геотермальных источников;
- воздух атмосферы (при использовании энергии ветра);
- органическое топливо (нефть, газ, уголь, торф, сланцы, биомасса);
- электромагнитное излучение солнца.

*Произведенный энергоноситель* — энергоноситель, полученный как продукт деятельности человека:

- водяной пар котельных установок и других парогенераторов;
- горячая вода;

- сжатый воздух;
- продукты переработки органического топлива и т. п.;
- продукты преобразования электромагнитного излучения солнца.

При практическом использовании происходит цепь превращений энергии путем преобразования энергоносителя от исходного состояния до вида, в котором он приходит к потребителю. Например, сырая нефть, добытая из земли, является первичным энергоносителем и имеет ограниченное применение. Ее можно преобразовать в производные энергоносители (вторичный источник энергии) — бензин, газ, дизельное топливо и т. п. Подобная переработка приводит к определенным потерям энергии.

Вторичные энергоносители доводятся до потребителя путем транспортировки и распределения. Преобразование, транспортировка и распределение могут проходить в несколько этапов, и на каждом неизбежны потери.

В реальном производстве предприятие закупает энергоносители или энергию как товар. У каждого предприятия свои требования к виду, качеству и количеству энергоносителей, которые оно закупает для осуществления своей деятельности. Например, предприятию по производству зерна необходимо постоянное снабжение бензином и дизельным топливом, а молочную ферму в большей степени интересуют бесперебойные поставки электроэнергии.

### 5.1.3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время с энергетической точки зрения в мире преобладает модель, базирующаяся на механизации и химизации сельскохозяйственного производства, т. е. на внесении в процесс производства дополнительной энергии. Потребление энергии происходит как в прямом виде — путем использования электричества, нефтепродуктов и газа, так и в косвенном — через применение химических удобрений и пестицидов, требующих большого количества энергии при их производстве. Из всех видов энергетических ресурсов наибольшие доли приходятся на минеральные удобрения (29%), дизельное топливо (27%) и электричество (21%). Эта модель потребления энергии характеризуется гибкостью и способностью адаптироваться к изменяющимся экономическим условиям без существенного ущерба для производства. Потребление различных видов энергоресурсов в сельском хозяйстве увеличивается в связи с ростом механизации растениеводства и животноводства и увеличением расхода электроэнергии в жилищно-коммунальном хозяйстве. До 1978 г. потребление всех энергетических ресурсов в мире возрастало вместе с ростом производства. После нефтяного кризиса начала 1970-х гг., когда возник дефицит нефтепродуктов и выросли цены на них, методы ведения сельского хозяйства стали меняться. Благодаря распространению энергосберегающих технологий общее потребление энергии в сельском хозяйстве, в частности в США, за последние 30 лет сократилось в 1,3 раза. За этот же период производство продукции сельского хозяйства увеличилось в 1,6 раза. Изменилась и структура прямого и косвенного потребления энергии. Доля бензина снизилась с 15 до 8%, доля дизельного топлива выросла

с 13 до 27%, электричества — с 6 до 27%. Продажи тракторов упали в 3 раза, а их единичная мощность возросла, что позволило проводить несколько агротехнических операций одновременно и снизить общий расход топлива. Подобных изменений в структуре энергопотребления и взаимозависимости энергопотребления и абсолютного производства в ближайшем будущем следует ожидать и в нашей стране.

Косвенное потребление — использование минеральных удобрений и пестицидов — неуклонно снижается за счет внедрения более эффективных химикатов и рациональных методов их внесения при возрастающих объемах производства.

В условиях постоянного роста цен на энергоносители следует ожидать очередного технологического совершенствования в сельскохозяйственном производстве, которое снизит энергопотребление при производстве продукции.

Для российских сельскохозяйственных предприятий как субъектов потребления энергии характерен ряд особенностей:

- территориальная удаленность потребителей друг от друга;
- отсутствие учета потребления по каждому объекту;
- устаревшее энергооборудование с истекшим сроком амортизации;
- «затратное» мышление работников, не ориентированное на энергосбережение;
- низкий уровень эксплуатации энергооборудования, отсутствие планового обслуживания и ремонтов;
- зависимость потребления энергии от произведенного урожая, молока, мяса и т. п.;
- зависимость производства продукции от климатических условий: температуры воздуха, осадков, количества солнечной энергии;
- зависимость производства продукции от времени года, сезонный характер энергопотребления.

Все это отражается на процессах энергосбережения и управления энергопотоками. Прирост сельскохозяйственной продукции на 1% влечет за собой увеличение расхода энергоресурсов на 2–3%. В результате проведенных в 1990-х гг. реформ в стране произошел резкий спад производства сельхозпродукции — сокращение поголовья скота, посевных площадей, парка техники, использования минеральных удобрений и т. д. Это привело к соответствующему снижению потребления электроэнергии, автомобильного бензина и дизельного топлива. Основная часть предприятий была нерентабельной, в том числе и из-за использования традиционных энергоносителей, стоимость которых быстро росла.

Начиная с 1999 г. производство сельскохозяйственных продуктов растет, однако годовое потребление бензина и дизельного топлива практически остается постоянным (рис. 5.1). Сокращение потребления дизельного топлива, бензина и электроэнергии было вызвано ростом цен на горюче-смазочные материалы и тарифов на потребляемые электроэнергию и газ. Более высокие темпы роста цен на энергоресурсы по сравнению с ценами на сельхозпродукцию приводят к росту ее себестоимости [60, 107, 104, 6].

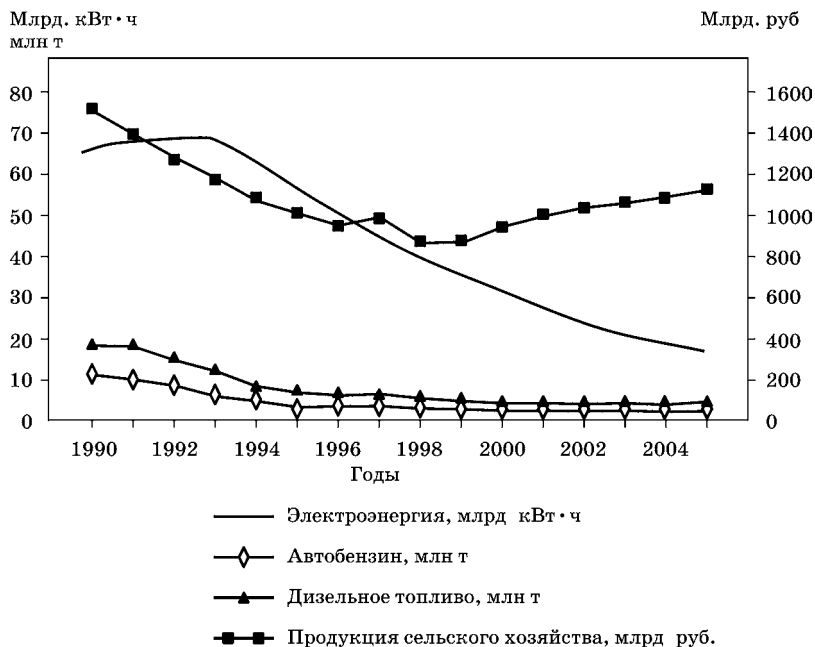


Рис. 5.1  
Потребление энергоресурсов сельскохозяйственными организациями  
и производство продукции сельского хозяйства [20]

Эффективность затрат на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) измеряется как отношение полезного производства товаров и услуг к объему затрат на приобретение ТЭР, израсходованных на производство данного объема продукции:

$$\Theta_3 = П / Ц \cdot Т, \quad (5.1)$$

где Ц — цена единицы массы ТЭР.

В настоящее время для отечественного сельского хозяйства характерны [105]:

- низкий уровень производительности труда: лишь около 10% от уровня высокоразвитых стран [105];
- высокая энергоемкость: в 4–6 раз выше, чем в высокоразвитых странах. Как следствие — высокая доля топливно-энергетической составляющей затрат, которая приближается к 50%, в то время как в некоторых странах не превышает 10–30%;
- большой набор технологических и энергетических средств при малом коэффициенте полезного использования. Среднегодовой коэффициент использования электрических подстанций, котельных, установленной мощности двигателей внутреннего сгорания не достигает 20%;
- устаревшее оборудование и коммуникации — большая часть из них работает за пределами сроков амортизации;
- дефицит работоспособных кадров необходимой квалификации.

## 5.2. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И БИОЭНЕРГЕТИКА

### 5.2.1. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

*Солнечная энергия* — основа энергообеспечения сельскохозяйственного производства.

Все энергетические ресурсы на земле, являющиеся продуктами солнечного излучения, можно разделить на две группы [60, 107]:

- 1) аккумулируемые природой и в большинстве случаев невозобновляемые;
- 2) неаккумулируемые, но постоянно возобновляемые (табл. 5.1).

К первой группе относятся запасы топливных ископаемых: нефть, каменный и бурый уголь, сланцы, торф и подземные газы, а также источники термоядерной и ядерной энергии; ко второй — солнечная радиация, ветер, потоки рек, морские волны и приливы, внутреннее тепло Земли.

*Таблица 5.1*

**Потенциальные запасы источников энергии на земле**

Виды энергии	Запасы энергии
<i>Невозобновляемые</i>	
термоядерная энергия	$10^8$
ядерная энергия	$574\ 000 \cdot 10^{12}$
энергия топливных ископаемых	$55\ 364 \cdot 10^{12}$
<i>Возобновляемые</i>	
энергия солнечных лучей	$667\ 800 \cdot 10^{12}$
энергия морей и океанов	$70\ 000 \cdot 10^{12}$
энергия ветра	$17\ 360 \cdot 10^{12}$
энергия рек	$18^{12}$

Экономика требует все больше энергии, а запасы ископаемого топлива, на котором основана традиционная энергетика, далеко не безграничны. Достигшее колоссальных размеров использование ископаемого топлива наносит ощутимый вред окружающей среде, что отражается на качестве жизни населения. Эксперты видят выход во всемерном повышении эффективности использования традиционных энергоносителей, снижении энергоемкости производства и расширении применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Возобновляемые источники энергии — это природные ресурсы, пополняемые в результате естественных (природных) процессов, энергия которых может быть преобразована в полезную работу. Их можно использовать постоянно, без временных ограничений, в то время как употребление невозобновляемых источников ограничено имеющимися запасами. Необходимость перехода к возобновляемым источникам энергии определяется следующими факторами:



- быстрым ростом потребности в электрической энергии, потребление которой через 50 лет, по некоторым оценкам, возрастет в среднем в 3–4 раза, а в развитых странах — в 5–6 раз;
- истощением в ближайшем будущем разведанных запасов органического топлива;
- загрязнением окружающей среды оксидами азота и серы, углекислым газом, пылевидными остатками топлива после сгорания, радиоактивным загрязнением и тепловым перегревом при использовании ядерного топлива.

В зависимости от технологий получения ВИЭ делятся на традиционные и нетрадиционные. К *традиционным ВИЭ* относятся гидравлическая энергия, преобразуемая в электричество на крупных ГЭС, а также энергия биомассы, используемая для получения тепла традиционным способом сжигания. Группа *нетрадиционных ВИЭ* включает солнечную и геотермальную энергию, энергию ветра и морских волн, течений, приливов, гидравлическую энергию, преобразуемую в электричество на малых ГЭС (до 5 МВт), и энергию биомассы, используемую для получения тепла, электричества и моторного топлива нетрадиционными методами [107, 52].

Солнечная деятельность характеризуется приблизительными показателями, составляющими схему теплового баланса Земли (рис. 5.2). Лучистая энергия Солнца преобразуется в энергию ветра (2,5%), энергию морских течений (0,04%); падает на поверхность океана (33%) и на сушу (15%), а также усваивается растениями (0,12%).

Солнечная радиация — это электромагнитное излучение, сосредоточенное в основном в диапазоне волн длиной 0,28–3,0 мкм. В атмосфере Земли оно делится на прямое и рассеянное на частицах воздуха, пыли, воды и других веществ, содержащихся в атмосфере. Количество энергии, падающей на единицу площади в единицу времени, зависит от ряда факторов — широты и климата местности, сезона, угла наклона поверхности Земли по отношению к Солнцу.

Классификация возобновляемых источников энергии приведена на рисунке 5.3. Результатами прямой солнечной деятельности являются тепловой эффект и фотоэффект, вследствие которых Земля получает тепло и свет. Результатами косвенной деятельности Солнца являются соответствующие эффекты в атмосфере, гидросфере и геосфере, служащие причиной появления ветра, волн, течения рек и создающие условия для сохранения внутреннего тепла Земли.

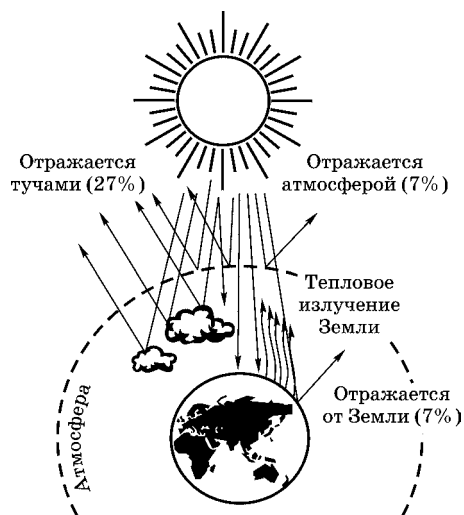


Рис. 5.2  
Распределение лучистой энергии Солнца

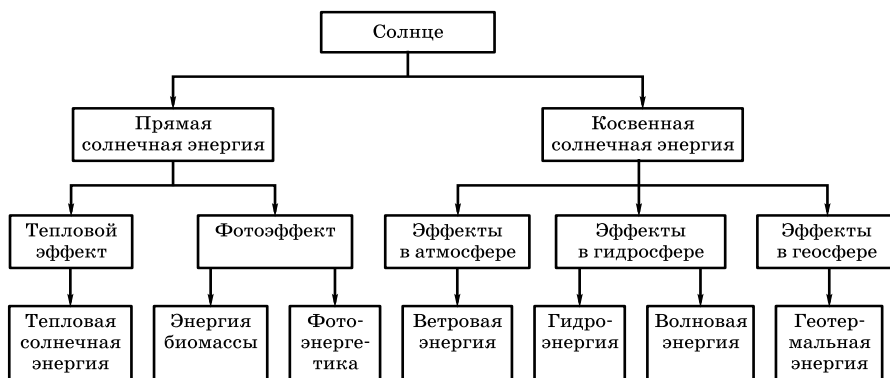


Рис. 5.3  
Классификация возобновляемых источников энергии

Возобновляемые ТЭР основаны на использовании следующих источников:

- солнечного излучения, энергии ветра, рек, морей и океанов, внутреннего тепла Земли, воды, воздуха;
- естественного движения воздуха, водных потоков и существующих в природе градиентов температур и разности плотностей;
- биомассы, получаемой в качестве отходов растениеводства и животноводства, искусственных лесонасаждений и водорослей;
- утилизации отходов промышленного производства, твердых бытовых отходов и осадков сточных вод;
- сжигания растительной биомассы, термической переработки отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Преимущества возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционными невозобновляемыми заключаются в том, что:

- они практически неисчерпаемы;
- при их употреблении не загрязняется окружающая среда;
- не требуется добыча, переработка и доставка топлива;
- нет необходимости использовать воду для охлаждения, извлекать зольные отходы или продукты распада.

Основным недостатком большинства возобновляемых источников энергии является непостоянство их энергетического потенциала.

#### НИЗКОПOTЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

*Низкопотенциальная энергия* — это энергия источника, температура которого ниже температуры приемника потребителя. Машина работает по холодильному циклу, если тепло от источника низкой температуры переносится к окружающей среде [98]. В этом случае она служит для охлаждения или поддержания постоянных низких температур. При переносе тепла от окружающей среды к источнику с более высокой температурой холодильная машина работает как тепловой насос и используется для теплоснабжения (рис. 5.4).

*Тепловой насос* — это термодинамическая установка, в которой теплота от низкопотенциального источника передается потребителю при более высокой температуре. При этом затрачивается механическая энергия. Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии, таких как электрические, газовые и дизельные, заключается в том, что при производстве тепла до 80% энергии извлекается из окружающей среды. Тепловой насос «выкачивает» солнечную энергию, накопленную в теплое время года, из грунта, скальной породы или озера. Сравнительный анализ стоимости 1 МДж тепла от различных источников приведен в таблице 5.2.

Наиболее предпочтительным источником тепла является наружный воздух. Мощность воздушных насосов обычно сильно падает при снижении температуры.

Еще один источник тепла в жилых и торгово-административных сооружениях — отводимый вентиляционный воздух. Тепловой насос регенерирует тепло из отводимого воздуха и обеспечивает приготовление горячей воды или теплого воздуха для отопления помещений.

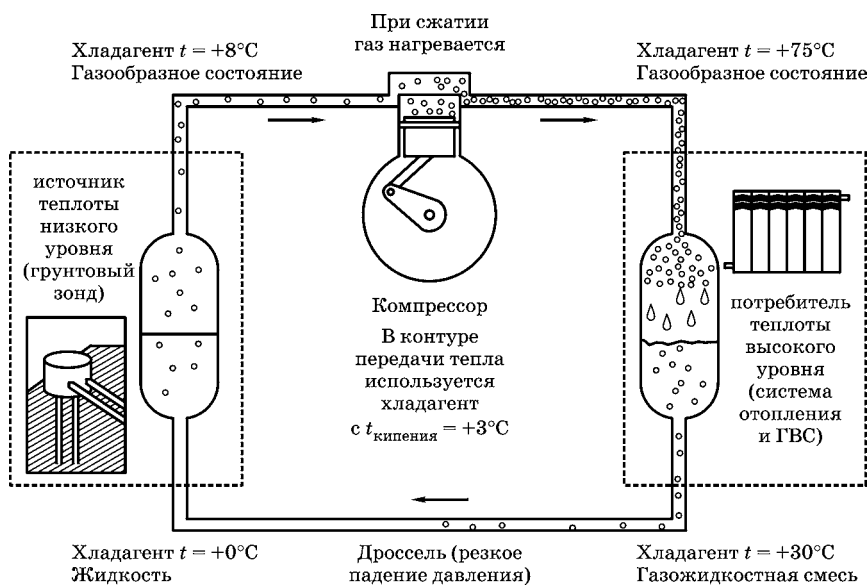


Рис. 5.4  
Использование теплового насоса для передачи тепла от низкопотенциального источника [98]

Таблица 5.2

Сравнительный анализ стоимости 1 МДж тепла

Источник тепла	Стоимость 1 МДж, о. е.	Источник тепла	Стоимость 1 МДж, о. е.
Магистральный газ для населения	1	Сжиженный газ	7,1
Магистральный газ для промышленности	1,4	Дизельное топливо	13,0
Земля с помощью теплового насоса	4,1	Электричество	16

Наиболее целесообразно применение отходов теплой воды предприятий, в том числе циркуляционной воды тепловых электростанций и котельных. Используются также естественные горячие источники.

Подпочвенные воды есть во многих местах, они имеют достаточно стабильную температуру в диапазоне от 4 до 10°C. Их существенным недостатком является высокая стоимость работ по монтажу водозабора.

Речная и озерная вода представляется весьма привлекательным источником тепла, но имеет значительный недостаток — чрезвычайно низкую температуру в зимний период (она может приближаться к 0°C). Морская вода на глубине от 25 до 50 м имеет постоянную температуру в диапазоне от 5 до 8°C.

Грунтовыми водам свойственна относительно высокая и стабильная в течение года температура. Основными ограничениями здесь являются расстояния транспортировки и фактические ресурсы, объем которых может меняться. Можно использовать грунтовые воды на канализационных участках (очистные и прочие водостоки), промышленные водостоки, водостоки участков охлаждения промышленных конденсаторов или производства электроэнергии.

Грунт применяют в качестве естественного источника тепла для зимнего отопления и летнего кондиционирования. Как и подпочвенные воды, грунт имеет преимущество — относительно стабильную в течение года температуру. Тепло отбирается по трубам, уложенным в землю горизонтально или вертикально (спиралеобразно). Тепловая емкость грунта варьируется в зависимости от его влажности и климатических условий конкретной местности.

#### ВЕТРЯНАЯ ЭНЕРГИЯ

Сила ветра — один из древнейших используемых человеком источников энергии и, безусловно, один из наиболее экономичных. Ветер образуется в результате неравномерного нагрева поверхности Земли Солнцем [25, 60, 107].

В Европе ветряные мельницы начали использовать в XI в., а в XVIII в. только в Голландии их количество превышало 100 тыс. С их помощью мололи зерно, качали воду и пилили дрова. Мощность ветрового потока  $P$  составляет:

$$P = \rho \cdot F \cdot v^3 / 2, \quad (5.2)$$

где  $\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $F$  — площадь, пересекаемая ветровым потоком, м<sup>2</sup>;  $v$  — скорость ветра, м/с.

Вращаемое потоком воздуха ветровое колесо имеет на своем валу 45% его мощности: ветровое колесо с длиной лопасти 10 м при скорости ветра 10 м/с в лучшем случае может иметь мощность на валу 85 кВт. Используются две принципиально разные конструкции ветроустановок: с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Чаще используются ветроустановки с горизонтальной осью (рис. 5.5).

Основными элементами ветроэнергетических установок являются: ветроприемное устройство (лопасти), редуктор передачи крутящего момента электрогенератору, электрогенератор и башня. Ветроприемное устройство и редуктор образуют ветродвигатель. Благодаря специальной конфигурации

ветроприемного устройства в воздушном потоке возникают несимметричные силы, которые создают крутящий момент.

Ветроустановки производят электроэнергию, практически не загрязняя окружающую среду, но влияние на нее все же оказывают: отведение под строительство значительных территорий, изменение ландшафта, шумовые эффекты, радиопомехи и помехи полетам птиц. Проблема уменьшения шумов решается путем расположения ветроустановок на допустимых по уровню шума (40–50 дБ) расстояниях от жилья. Расстояние от ветроагрегата до жилья должно составлять 150 м.

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2006 г.

электроэнергия, полученная на базе ветра, достигла 0,7% всего мирового производства электроэнергии. Себестоимость электроэнергии, производимой ветрогенераторами, одна из самых низких. К 2030 г. мировое производство электроэнергии с использованием энергии ветра увеличится до 1490 ТВт·ч, что составит 4,5% суммарной выработки электроэнергии в мире. Наиболее перспективными в этом плане считаются прибрежные зоны. Срок окупаемости ветроэнергетической установки в зависимости от ее мощности, особенностей местности, обеспеченности коммуникациями и т. п. — от 3 до 8 лет. В России опытные ветряные установки используются в Калмыкии.

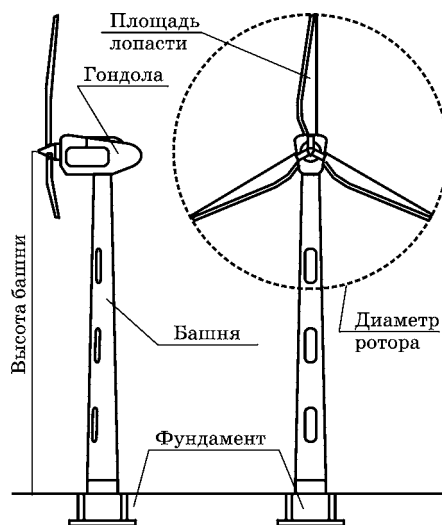


Рис. 5.5  
Схема ветроустановки

#### МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Гидроэлектростанции, использующие энергию движущейся (падающей) воды, считаются малыми, если их мощность менее 5 МВт. Для малой гидроэнергетики самым сложным техническим вопросом является проектирование турбоагрегатов для заданного потока воды или, напротив, формирование заданных расходов и скорости воды для данной турбины [60, 20, 107, 112, 6]. Основная гидрологическая характеристика — норма годового стока, от которой зависит мощность, и состояние ледостава на реках в зимний период. Это особенно важно для микро-ГЭС, использующих кинетическую энергию потока рек.

Малая гидроэнергетика имеет меньше недостатков, чем крупная. Малые ГЭС создаются для автономного или полуавтономного снабжения электроэнергией сельского населения и замещения дизель-генераторов и других мелких энергетических устройств, энергия которых обычно очень дорога. Негативное влияние на окружающую среду, характерное для крупных ГЭС (нарушение теплового, гидравлического и климатического состояния местности),

отсутствует у мини-ГЭС, использующих природные водяные напоры и не требующих строительства масштабных гидротехнических сооружений.

Среднегодовые темпы роста мощностей малой гидроэнергетики в мире составляют 7%. К 2030 г. выпуск электроэнергии на малых ГЭС достигнет 770–780 ТВт·ч, что будет составлять более 2% всего производства электроэнергии в мире [107, 6].

### СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В основе многих солнечных энергетических систем лежит применение *солнечных коллекторов*. Работа солнечного коллектора основана на использовании парникового эффекта для нагревания рабочей жидкости. Жидкость в коллекторе должна быть морозостойчивой и нетоксичной. Обычно используют воду с 40%-ным пропиленгликолем (может выдерживать до  $-20^{\circ}\text{C}$ ), которая имеет цвет и запах, чтобы можно было легко определить ее наличие в случае попадания в питьевую воду [60, 107].

Различают несколько видов коллекторов в зависимости от температуры, которую они дают:

- низкотемпературные коллекторы производят низкопотенциальное тепло, ниже  $50^{\circ}\text{C}$ ;
- среднетемпературные коллекторы производят высоко- и среднетемпературное тепло (обычно  $60\text{--}80^{\circ}\text{C}$ );
- высокотемпературные коллекторы — параболические тарелки и устройства для производства электричества для электросетей.

Типичный солнечный коллектор накапливает энергию в установленных на крыше здания модулях трубок и металлических пластин — *плоских коллекторах*, окрашенных в черный цвет для максимального поглощения радиации. Они заключены в стеклянный или пластмассовый корпус и наклонены к югу, чтобы улавливать максимум солнечного света. Плоские коллек-

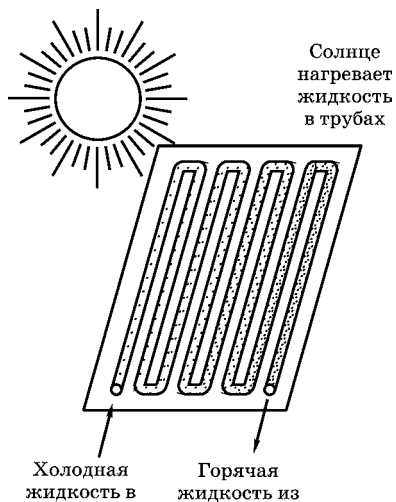


Рис. 5.6  
Устройство плоского коллектора

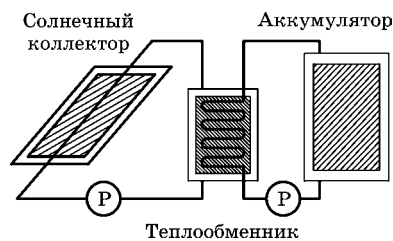


Рис. 5.7  
Нагрев воды солнечным коллектором

торы делятся на жидкостные и воздушные. Оба вида коллекторов бывают остекленными или неостекленными. В *жидкостных коллекторах* солнечная энергия нагревает жидкость, текущую по трубкам, прикрепленным к поглощающей пластине (рис. 5.6). Поглощающие пластины обычно изготовлены из металла, хорошо проводящего тепло (чаще всего из меди или алюминия). В таких системах жидкий теплоноситель поглощает тепло, накопленное коллектором, и проходит через теплообменник. Теплообменником обычно служит установленный в доме водяной бак, в котором тепло от промежуточного теплоносителя передается воде (рис. 5.7). Из теплообменника горячая вода передается в бак-аккумулятор, откуда берется для нужд потребителя. *Воздушные коллекторы* представляют собой простые плоские коллекторы и используются в основном для отопления помещений и сушки сельскохозяйственной продукции. Поглощающими пластинами в воздушных коллекторах служат металлические панели, многослойные экраны, в том числе и из неметаллических материалов. Воздух проходит через поглотитель благодаря естественной конвекции или под воздействием вентилятора. В большинстве установок среднегодовой эксплуатационный КПД коллектора составляет 40–50%: с 1 м<sup>2</sup> коллектора можно получить 3–5 ГДж теплоты (температура 60–70°C) в год. Для более высоких широт солнечные водонагреватели используются в большинстве случаев летом. В сельском хозяйстве и быту солнечные коллекторы применяются для нагрева воды и отопления помещений.

#### ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Фотоэлектрические элементы вырабатывают электричество под действием солнечной радиации напрямую, минуя промежуточные носители в виде воды или пара [60, 104, 6]. Фотоэлементы имеют определенную номинальную мощность, выраженную в ваттах пиковой мощности (Втп). Это показатель их максимальной мощности в стандартных условиях испытаний, когда солнечная радиация близка к своему максимальному значению в 1000 Вт/м<sup>2</sup>, а температура поверхности фотоэлемента 25°C. Фотоэлементы в виде пластин, как правило, выполненные на базе кремния, объединяют в модули на разное напряжение, вплоть до нескольких сотен вольт. Практический КПД фотоэлементов массового производства невысок — 8–17%.

Фотоэлектрические системы обычно подразделяют:

- на автономные системы, состоящие только из фотоэлектрических панелей; кроме того, в них могут входить регуляторы и аккумуляторы (рис. 5.8);
- на гибридные системы, представляющие собой комбинацию фото-

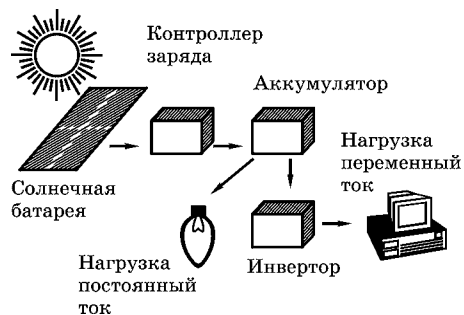


Рис. 5.8  
Компоненты автономной фотоэлектрической системы

электрической системы и дополнительных средств для производства электричества, таких как ветровой, дизельный или газовый генератор;

- на системы, поставляющие электроэнергию в общую энергосеть.

Фотоэлектрическая панель, расположенная на открытом месте (обычно на крыше здания), преобразует солнечную энергию в постоянный электрический ток и подает ее в аккумуляторную батарею. Аккумулятор запасает энергию и делает ее доступной в любое время, независимо от времени суток и наличия облаков. Контроллер заряда контролирует минимальный и максимальный зарядный ток и при необходимости отключает аккумулятор от фотоэлектрической панели. Электрическое напряжение, полученное в аккумуляторе, подается на инвертор, функция которого заключается в преобразовании постоянного напряжения в переменное частотой 50 Гц, которой питается основная часть электропотребителей — осветительные приборы, телевизоры, компьютеры, электродвигатели и т. д. В некоторых случаях, когда прибор рассчитан на постоянное низкое напряжение, инвертор может отсутствовать. Эффективность автономных систем мала, так как они работают при почти постоянной нагрузке круглый год, а размер их фотоэлектрических модулей рассчитывается так, чтобы они давали достаточно энергии зимой при ее излишке летом. Типичная фотоэлектрическая система вырабатывает в среднем 200–550 кВт·ч/кВтп в год.

Как правило, фотоэлектрические системы размещают близко к потребителю, а значит, линии электропередачи не нужно тянуть на дальние расстояния.

Гибридные фотоэлектрические системы имеют более высокий коэффициент производительности, так как их мощность соответствует необходимой нагрузке летом, а зимой и в ненастную погоду их дополняет электрогенератор. Типичная среднегодовая выработка такой системы составляет 500–1250 кВт·ч/кВтп в зависимости от потерь, вызванных регулятором заряда и аккумулятором.

Фотоэлектрические системы, присоединенные к сети, в условиях централизованного энергоснабжения могут обеспечивать часть необходимой нагрузки, другая часть при этом поступает из сети. В этом случае аккумулятор можно не использовать. Благодаря фотоэлектрической системе сокращается объем закупок энергии из сети, система не потребляет топлива и не выбрасывает вредных веществ.

Владелец подключенной к сети системы ежемесячно покупает и продает электричество. Когда фотоэлектрической системе нужно больше энергии, чем она вырабатывает, например вечером, то возросшая потребность автоматически удовлетворяется за счет сети. Когда же система может производить больше энергии, чем требуется хозяйству, излишек отправляется (продается) в сеть. Таким образом, сеть выступает в роли резерва для фотоэлектрической системы, как аккумулятор — для автономной установки. Системы, подключенные к электросети, отличаются наилучшим коэффициентом производительности, так как весь объем полученной энергии либо полностью используется на месте, либо поступает в сеть. Однако поскольку в России фотоэлектрические системы не нашли массового применения, то нет и законода-



тельства о поставках их энергии в централизованную сеть и ее оплате, что одновременно сдерживает их развитие.

Так как при употреблении фотоэлектрических систем не сжигается топливо и не используются движущиеся детали, они являются бесшумными и чистыми, в отличие, например, от дизельных генераторов и керосиновых ламп.

Электроэнергия от фотоэлементов в настоящее время дороже, чем от других возобновляемых источников. В будущем, по мере развития технологии и более широкого применения фотоэлементов, их стоимость должна снизиться. По прогнозам, мировое производство электроэнергии с использованием фотоэлектрических установок к 2030 г. достигнет 245 ТВт·ч, что будет составлять около 0,7% общего производства электроэнергии в мире и не будет в обозримом будущем иметь существенного значения [52, 110].

### 5.2.2. БИОЭНЕРГЕТИКА В ЭНЕРГОБЕСПЕЧЕНИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

#### БИОМАССА КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

В биоэнергетике в качестве одного из возможных источников возобновляемой энергии используется биомасса [25, 60, 107, 112]. Под этим термином понимают все виды растений, растительные отходы сельского хозяйства, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности, которые имеют энергетическую ценность и могут быть использованы как топливо. К биомассе относят также бытовые отходы, причем не всегда растительного происхождения, что обусловлено одинаковым принципом их утилизации. Чаще всего биомассой является солома, отходы переработки зерна во время обмолота, древесные отходы (щепки, кора, стружки), опавшие листья, ветки деревьев и т. п. Биомасса — один из древнейших источников энергии, однако ее использование до недавнего времени сводилось к прямому сжиганию на открытом огне или в печах и топках с относительно низким КПД. В последнее время использованию биомассы стали уделять значительно больше внимания в связи с тем, что:

- использование растительной биомассы при условии ее непрерывного возобновления (например, новые лесные насаждения после вырубki) не приводит к увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере;
- в промышленно развитых странах появились неиспользуемые участки земли, которые целесообразно употребить под энергетические плантации;
- энергетическое использование отходов (сельскохозяйственных, промышленных, бытовых) решает экологические проблемы.

Об экологической чистоте биомассы свидетельствует то, что в период роста растения поглощают солнечную энергию, воду, углекислый газ, выделяют кислород и образуют углерод в процессе фотосинтеза, а при сжигании происходит обратный процесс: кислород поглощается, а теплота, вода и углекислый газ выделяются. Таким образом, количество поглощенного и выделенного углекислого газа одно и то же. Что касается нефти, угля и газа, то при их использовании наблюдается та же закономерность, но на восстановление баланса  $\text{CO}_2$  уходят миллионы лет.

## БИОТОПЛИВО

Биотопливо производится из особой биомассы — сельскохозяйственных культур. Причем если сырьем служит сахар, кукуруза, пшеница, то получаемое биотопливо именуется этанолом, а если пальмовое масло, рапс или другие масличные, то биодизелем [107, 112].

*Биодизель* — это экологически чистое топливо для дизельных двигателей, получаемое из растительного масла или животных жиров, которое может служить добавкой к дизельному топливу или полностью заменять его.

Таблица 5.3

Производство масла из различного сырья в год, кг/га

Сырье	кг/га	Сырье	кг/га
Кукуруза	145	Рис	696
Овес	183	Подсолнечник	800
Люпин	195	Арахис	890
Календула	256	Мак	978
Хлопок	273	Рапс	1000
Конопля	305	Олива	1019
Соя	375	Клещевина	1188
Лен	402	Кокос	2260
Лесной орех	405	Масличная пальма	5000
Семена тыквы	449	Сальное дерево	5500
Кориандр	450	Водоросли	7000
Семена горчицы	481	Кунжут	585

Для получения биодизеля растительные масла или жиры преобразуются в жирные кислоты, которые, в свою очередь, преобразуются в эфиры. Обычный метод получения биодизеля — *трансэфиризация* — состоит в расщеплении молекулы глицерольного эфира жирной кислоты на молекулы метилового эфира. Это неядовитое, разлагаемое микроорганизмами жидкое топливо может использоваться либо в чистом виде, либо в смеси с дизельными нефтяными топливами.

Биодизель рекомендуется хранить не более 3 месяцев, так как он разлагается. В этом топливе может присутствовать глицерин, который забивает распыляющие отверстия форсунки двигателя. Появление глицерина в биодизеле обусловлено, как правило, недостаточным преобразованием масла или жира в эфир.

Основным сырьем для биодизеля являются растительные масла — рапсовое, подсолнечное, соевое и другие, а также животный жир. Наибольший выход масла — у масличных культур, сального дерева, водорослей, клещевины, рапса (табл. 5.3).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОДИЗЕЛЯ

Биодизель может использоваться в различных целях. Он применяется в качестве смазывающей добавки (1–2%) к дизельному топливу с низким содержанием серы, а смесь 20% биодизеля с 80% дизельного топлива может служить заменой дизельного топлива, авиационного керосина или других продуктов переработки нефти. При соответствующей подготовке можно использовать в двигателе и чистый биодизель [112]. Употребление смесей не требует внесения изменений в двигатель. В настоящее время 20%-ная добавка биодизеля к дизельному топливу — самая распространенная биодизельная смесь. Считается, что она позволяет удачно сбалансировать требования, связанные с особенностями дизельного топлива, рабочими характеристиками, эмиссией отработавших газов и стоимостью. Смесь можно использовать в устройствах, предназначенных для работы на дизельном топливе, в том числе в дизельных двигателях, нефтяных нагревательных котлах и турбинах; при этом не требуется никаких перерегулировок и переделок.

Применение смесей с более высоким содержанием биодизеля может потребовать модификации оборудования, например применения специальных подогревателей или замены уплотнений и прокладок, которые контактируют с топливом. В целом считается, что:

- 100%-ный биодизель обеспечивает наиболее высокие экологические характеристики;
- 20%-ная добавка биодизеля имеет худшие экологические характеристики по сравнению с 100%-ным биодизелем, но может широко использоваться на существующих двигателях при незначительной их модификации или даже без нее;
- 2% биодизеля в смеси обеспечивает незначительное улучшение экологических характеристик, но может использоваться как полезная добавка.

Одной из наиболее важных характеристик дизельного топлива является способность к самовоспламенению, определяемая его цетановым числом. Цетановое число минерального дизельного топлива равно 42–45, биодизеля — не менее 51. Другая важная характеристика — смазочные свойства, которые у биодизеля лучше, чем у современных дизельных топлив с низким содержанием серы. В продуктах сгорания биодизеля отсутствуют сера и частицы ароматиков. Биодизель содержит до 10% кислорода, что способствует активизации процесса сгорания при работе двигателя на богатых смесях. При этом достигается увеличение срока службы самого двигателя и топливного насоса в среднем на 60% и нет необходимости их модернизировать.

Энергетический потенциал биодизеля на 11% ниже, чем дизельного топлива, поэтому транспортное средство, работающее на биодизельной смеси, при прочих равных условиях будет иметь меньший пробег на единицу объема топлива, чем при работе на дизельном топливе. Биодизель проигрывает дизельному топливу и по некоторым другим параметрам:

- в холодных условиях двигатель работает заметно хуже: при понижении температуры топливо теряет текучесть и становится гелем, который не прокачивается по трубопроводу;
- повышенная растворяющая способность и агрессивность биодизеля могут создать проблемы для топливной системы двигателя. Биодизель может

оказаться несовместим с материалами уплотнений, используемыми в топливных системах;

- большой расход топлива на одинаковый пробег;
- увеличение выбросов азота.

*Экологические характеристики биодизеля.* Хотя эмиссия углеводородов при сгорании топлива с биодизелем уменьшается, их выброс в атмосферу с учетом выделений при промышленном производстве биодизеля суммарно оказывается на 35% выше, чем при применении дизельного топлива. Биодизель, как показали опыты, при попадании в воду не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве и воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99% биодизеля, что позволяет говорить о минимизации загрязнения рек и озер.

Растущие цены на нефть, изменение климата, необходимость развития сельской местности и энергетической безопасности страны — вот основные факторы, определяющие стремление некоторых стран к производству биотоплива. По прогнозам, в ближайшее десятилетие производство этанола в мире может вырасти до 120 млрд л, а производство биодизеля — до 21 млрд л, что будет составлять не более 3% топлива, необходимого для транспорта. В конечном счете использование сельскохозяйственных ресурсов для производства биотоплива не решит глобальных энергетических проблем, но может создать искусственный дефицит продовольствия [25], что повлечет за собой негативные социальные последствия. К тому же энергетическая эффективность замены нефти биотопливом представляется весьма сомнительной. Миллионы лет биомасса превращалась в нефть совершенно бесплатно для человека, и только в последнее время мы получаем жидкое топливо путем перегонки нефти, затрачивая немалое количество дополнительной энергии. При получении биотоплива тот же процесс осуществляется ускоренно, затрачивается намного больше исходящей энергии, в том числе и для производства самой биомассы, — как и при выращивании других культур, необходимо пахать почву, а урожай убирать, хранить и перерабатывать.

Возможно, лишь в Бразилии производство этанола из тростникового сахара оправдано благодаря уникальному сочетанию природно-климатических и глобальных экономических факторов, в том числе и дешевой рабочей силы. В остальных странах производство биотоплива экономически эффективно только при условии государственной поддержки. При росте цен на продовольствие эта ситуация не может сохраняться долго. В Китае введен запрет на использование кукурузы для получения этанола, а в США изготовление этанола из кукурузы поддерживается, так как ставится политическая задача снизить зависимость страны от привозной нефти.

## БИОГАЗ

*Биогаз* — газ, получаемый при брожении биомассы [107, 25, 112]. Он образуется с помощью бактерий в процессе разложения органического материала при анаэробных (без доступа воздуха) условиях и представляет собой смесь метана и других газов: водорода, сероводорода и углекислого газа. Теп-

Таблица 5.4

## Выход биогаза из продуктов растениеводства и отходов животноводства

Исходный продукт	Выход биогаза из единицы массы исходного сырья, м <sup>3</sup> /т
Навозная жижа, крупный рогатый скот	19–22
Навозная жижа, свиньи	18–20
Помет, птица	84–94
Продукты питания	126–144
Жиры	238
Кукурузная силосная масса	200
Силосная масса неизмельченных растений	185
Травяная силосная масса	168

лотворная способность одного кубометра биогаза составляет 20–25 МДж/м<sup>3</sup> (в зависимости от содержания метана), что эквивалентно сгоранию 0,6–0,8 л бензина, 1,3–1,7 кг дров или использованию 5–7 кВт электроэнергии.

Первая биогазовая установка была построена в Бомбее (Индия) в 1859 г. В 1930 г. благодаря развитию микробиологии были обнаружены бактерии, участвующие в производстве биогаза. Сырьем могут служить органические отходы: навоз, птичий помет, зерновая и меласная послеспиртовая барда, пивная дробина, свекольный жом, фекальные массы, отходы рыбного и забойного цеха (кровь, жир, кишки), трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов — молочная сыворотка, отходы производства биодизеля — технический глицерин от производства биодизеля из рапса, отходы от производства соков — жом, виноградная выжимка, водоросли, отходы производства крахмала и патоки, отходы переработки картофеля — очистки, шкурки, гнилые клубни, кофейная пульпа. Кроме того, биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например из силосной кукурузы или водорослей. Выход биогаза зависит от содержания сухого вещества и вида используемого сырья и составляет 18–238 м<sup>3</sup>/т из единицы массы исходного сырья (табл. 5.4).

Производство биогаза позволяет предотвратить выброс метана в атмосферу. Метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем углекислый газ, и находится в атмосфере 12 лет. Отходы биогазового производства — переработанный навоз, барда и прочие — применяются в качестве удобрений. Это позволяет сократить применение химических удобрений и снизить техногенную нагрузку на грунтовые воды.

Пример схемы биогазовой установки с газгольдером, ручной подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе приведен на рисунке 5.9. Установка предназначена для переработки от 0,3 до 1,5 т сырья в сутки. Объемы реакторов — от 5 до 25 м<sup>3</sup>.

*Принцип работы биогазовой установки.* Биомасса (отходы или зеленая масса) периодически подается через загрузочное устройство в реактор. Загрузка и перемешивание сырья механизированы и производятся с помощью пневмати-

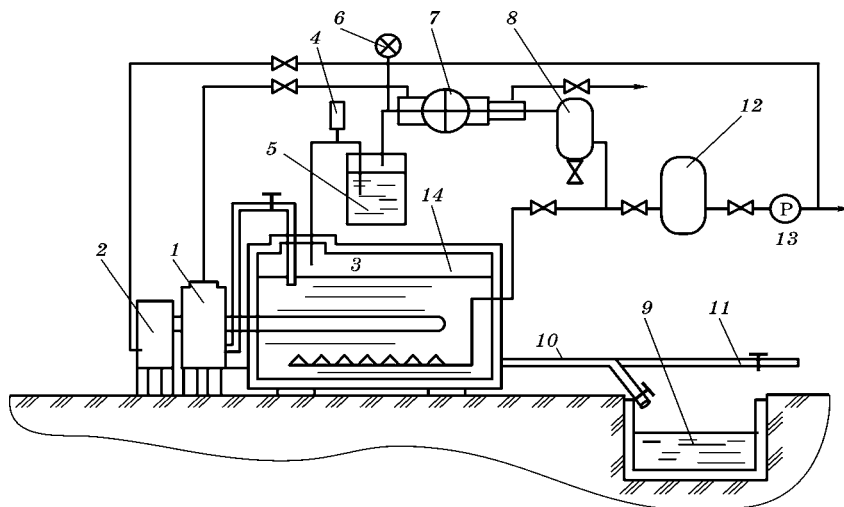


Рис. 5.9

Схема биогазовой установки:

1 — бункер загрузки сырья; 2 — водонагревательный котел; 3 — реактор; 4 — предохранительный клапан; 5 — водяной затвор; 6 — манометр; 7 — компрессор; 8 — ресивер; 9 — хранилище для биоудобрений; 10 — труба для выгрузки сырья; 11 — отвод трубы для загрузки в транспорт; 12 — газгольдер; 13 — редуктор газовый; 14 — перемешивающее устройство [77].

ческой системы. Сырье в реакторе подогревается с помощью теплообменника с водонагревательным котлом, работающим на биогазе. Реактор представляет собой подогреваемый от газового котла утепленный резервуар, оборудованный компрессором с перемешивающим устройством. Предохранительный клапан, манометр, газовый редуктор, ресивер и водяной затвор контролируют и поддерживают давление газа в системе. По трубе 10 отработанное сырье подается в хранилище и далее по трубе 11 — в транспорт для вывозки.

В реакторе живут полезные бактерии, питающиеся биомассой; продуктом их жизнедеятельности является биогаз. Для поддержания жизни бактерий требуется подача корма, подогрев до 35–38°C и периодическое перемешивание. Образующийся биогаз скапливается в газгольдере 12, затем проходит систему очистки и подается к потребителям (котел или электрогенератор). Реактор работает без доступа воздуха, он герметичен и неопасен. Трубопровод выгрузки сырья имеет разветвление для подачи готовых биоудобрений в хранилище и загрузки в транспортные средства с целью дальнейшего вывоза на поле. Часть вырабатываемого биогаза используется для подогрева сырья в реакторе. Перемешивание производится биогазом. Факторы, влияющие на процесс брожения, — температура, влажность среды, уровень pH, соотношение  $C:N:P$ , площадь поверхности частиц сырья, частота подачи субстрата, наличие замедляющих веществ и стимулирующих добавок.

**Применение биогаза.** Биогаз употребляют в качестве топлива для производства электроэнергии, тепла или пара либо в качестве автомобильного топлива. Может быть использован в любых газовых приборах так же, как используется природный газ.

Биогазовые установки можно устанавливать как перерабатывающие устройства на фермах, птицефабриках, спиртовых и сахарных заводах, мясокомбинатах. Среди развитых стран лидером в производстве и использовании биогаза по относительным показателям является Дания: биогаз занимает до 18% в ее общем энергобалансе. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок лидирует Германия — 5000 тыс. шт. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

Россия ежегодно накапливает до 300 млн т в сухом эквиваленте органических отходов: 250 млн т в сельскохозяйственном производстве и 50 млн т в виде бытового мусора. Эти отходы могут быть сырьем для производства биогаза, объем которого может достигать 90 млрд м<sup>3</sup> в год.

Комплексное использование этого сырья возможно по схеме, представленной на рисунке 5.10. С животноводческой фермы исходное сырье (навозная жижа) подается на промежуточное хранение, после этого — в танк-смеситель, куда может поступать также растительное сырье для совместной ферментации. В танке-смесителе обе массы смешиваются и перемещаются в ферментер, где под действием естественного процесса ферментации через определенное время получается биогаз и ферментированный навоз. Биогаз поступает в теплоэлектроцентр (ТЭЦ) для сжигания — получения тепла и электрической энергии. Тепло аккумулируется и подается на ферму, в здания, теплицы или используется для других технологических и бытовых нужд. Выработанная электроэнергия поступает в общую электросеть и используется на собственные нужды или для внешних энергопотребителей, а ферментированный навоз — на поля или для дальнейшей переработки.

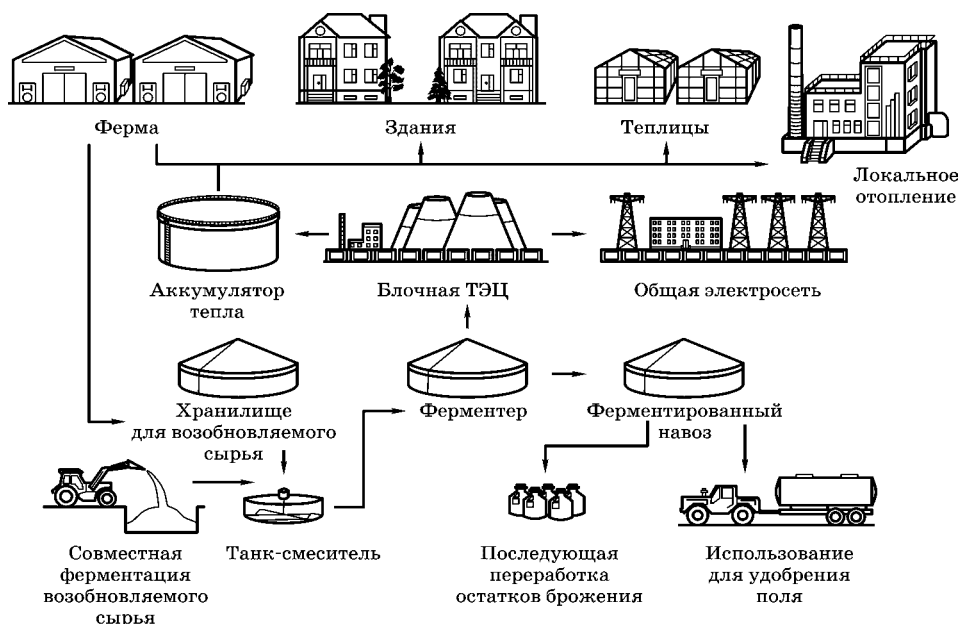


Рис. 5.10

Комплексное использование отходов животноводства [77]

### ПРЯМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ

По оценкам специалистов, ежегодно на территории России производится до 14–15 млрд т биомассы, эквивалентной 8 млрд т условного топлива, а практически использовать можно до 10–12% от общего количества [107]. Основные виды биотоплива (торф и сухие дрова) имеют небольшую теплотворную способность — 15 МДж/кг, заметно уступая углю (около 30 МДж/кг) и продуктам нефтеперегонки (40 МДж/кг). Количество теплоты, выделяемой при сгорании биотоплива, сильно зависит от его влажности, поэтому необходима предварительная просушка. Удельный объем биотоплива, т. е. объем вещества, нужный для получения единицы энергии, во многом определяет размеры котельного и печного оборудования, а также технологию сжигания. Для угля удельный объем составляет около 0,030 м<sup>3</sup>/ГДж; для древесной щепы намного больше — 0,250–0,350 м<sup>3</sup>/ГДж; для соломы — 1,000 м<sup>3</sup>/ГДж. Это означает, что прямое сжигание древесного топлива требует много места для хранения и транспортировки.

Спрессованные в брикеты (называемые также пелетками) просушенные опилки, например, позволяют снизить удельный объем до 0,050 м<sup>3</sup>/ГДж, а это уже сравнимо с аналогичным параметром для каменного угля. В США годовое производство пелеток теплотворностью 17 МДж/кг составляет 700 тыс. т. Брикетирование и гранулирование биотоплива позволяет решить еще одну задачу — автоматизацию работы котельно-печного оборудования. В процессе переработки исходная биомасса тщательно высушивается, так что влажность уменьшается до 10%. Важно и то, что для брикетирования опилки (а перерабатываются в основном они) не требуется сложное и мощное оборудование, вполне достаточно прессов, обеспечивающих давление до 1500 атм (кгс/см).

Еще один способ подготовки отходов древесины для использования в качестве топлива — гранулирование. Характеристики энергоотдачи топливных гранул сходны с характеристиками брикетов, но для гранулирования часто применяется менее гомогенный, чем опилки, материал — щепка и кора. Сырье измельчается до мелкодисперсного состояния, просушивается и затем гранулируется. Брикетки и гранулы компактны, их легко перевозить и хранить, причем в непосредственной близости от потребителей. В процессе переработки древесное сырье дезинфицируется и теряет способность к самовоспламенению, являющемуся результатом жизнедеятельности микроорганизмов.

### СТРАТЕГИЯ РОССИИ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ

Одной из причин ограниченного использования нетрадиционных возобновляемых источников в России является дороговизна энергии, получаемой на их основе, по сравнению с энергией, вырабатываемой из ископаемых видов топлива, а также отсутствие необходимой нормативно-правовой базы, федеральной и региональной программ поддержки [112]. С ужесточением экологических требований к традиционным электростанциям и совершенствованием соответствующего оборудования постепенно снижается влияние фактора неконкурентоспособности альтернативных технологий. Меняется



и отношение государства к этим источникам энергии. Об этом свидетельствует принятие Правительством РФ 13 ноября 2009 г. новой Энергетической стратегии России на период до 2030 г., где значительное внимание уделено перспективам их развития. Согласно этому документу, к 2030 г. доля нетрадиционных источников энергии в отечественном энергобалансе должна составить не менее 10%. К концу указанного периода годовой объем производства электроэнергии на их базе предполагается довести до 80–100 млрд кВт·ч. Это довольно оптимистичный прогноз — с учетом того, что сегодня Россия имеет достаточные запасы традиционных видов топлива и неразвитость инфраструктуры производства и потребления нетрадиционных.

### 5.3.

## ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

### 5.3.1.

#### ЭНЕРГОЕМКОСТЬ И УДЕЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Одним из показателей, связывающих электропотребление и объемы выпускаемой продукции, является энергоемкость.

*Энергоемкость производства продукции*  $E_э$  — расход энергии по всему предприятию на единицу выпущенной продукции данного вида; величина, обратная эффективности использования ТЭР:

$$E_э = W_э / Q, \quad (5.3)$$

где  $W_э$  — затраты энергии по всему предприятию, приходящиеся на выпуск данного вида продукции;  $Q$  — количество произведенной продукции данного вида.

Энергоемкость рассчитывается исходя из показаний счетчиков энергии и топлива, установленных на более высоком уровне. Она учитывает расход энергии не только в производстве (цех, ферма, поле), но и для всех предыдущих и последующих этапов технологического процесса и управления при выпуске данного вида продукта: затраты воды, тепла, удобрений, транспортных, социальных и иных расходов энергии.

*Удельный расход энергии на выпуск продукции*  $E_y$  — расход энергии на единицу выпущенной продукции данного вида, затраченной непосредственно на ее производство на линии, ферме, в цехе, поле и т. д. [52, 58]:

$$E_y = W_y / Q, \quad (5.4)$$

где  $W_y$  — затраты энергии по конкретному производству, приходящиеся на выпуск данного вида продукции.

Удельный расход энергии рассчитывается исходя из показаний счетчиков энергии (воды, жидководородного топлива, газа, электроэнергии и т. п.), установленных непосредственно на конкретном производстве, линии, в цехе. Он имеет физический смысл: расход энергии на производство единицы данного вида продукции. Например, при производстве молока за единицу продукции принимают 1 т.

Для производства продукта используют различные виды энергии или энергоносителей (электрическую энергию, бензин, дизельное топливо и т. д.).

Общее годовое (месячное) потребление энергии  $k$ -го вида сельскохозяйственного предприятия при расчете энергоемкости с учетом его структуры (затрат энергии на выпуск разных видов продукции и вспомогательные нужды) можно представить в следующем виде:

$$W_k = \sum W_{ki} + \sum_{i=1}^I W_{kj} = \sum_{j=1}^J W_{ki} Q_i + \sum_{i=1}^I W_{kj}, \quad (5.5)$$

где  $W_{ki}$  — расход  $k$ -го вида энергии на производство основных видов продукции;  $W_{kj}$  — расход  $k$ -го вида энергии на вспомогательные производства и другие нужды;  $I$  — число видов основной продукции;  $m$  — число статей расхода на вспомогательные нужды;  $w_{ki}$  — удельный расход  $k$ -го вида энергии на выпуск  $i$ -го вида продукции;  $Q_i$  — объем производства  $i$ -го вида продукции.

Если выбрать один из видов  $i$  продукции как базовый с удельным расходом энергии  $w_b$  и объемом производства  $Q_b$  и разделить выражение (5.5) на объем производства данного вида продукции, то получим выражение энергоемкости базового вида продукции для  $k$ -го вида энергии:

$$E_{kb} = W_k / Q_b = W_{kb} + \sum W_{ki} q_i + (1/Q_b) \sum_{i=1}^{I-1} W_{kj}, \quad (5.6)$$

где  $v_i = Q_i / Q_b$  — коэффициенты вложенности, показывающие, какое количество каждого вида выпускаемой продукции приходится на единицу базовой.

Таким образом, энергоемкость базового вида продукции является характеристикой структуры энергопотребления предприятия, причем в этом показателе учитываются не только удельные расходы энергии, но и сложившиеся соотношения между объемами выпускаемой продукции. С другой стороны, коэффициенты вложенности  $v_i$  можно рассматривать и как весовые коэффициенты, определяющие значимость конкретного удельного расхода в общей структуре энергопотребления сельскохозяйственного предприятия.

Удельный расход на производство единицы базового вида продукции включается в формулу с весом  $q = 1$ , а вклады других удельных расходов энергии определяются соотношениями между объемами производства по видам продукции по каждому виду энергии. Третье слагаемое в формуле (5.6) — вклад в энергоемкость расхода энергии на вспомогательные нужды предприятия, также отнесенные к единице базовой продукции.

Энергоемкость, следовательно, характеризует энергопотребление предприятия как сложившейся системы, где существуют определенные взаимосвязи между различными производствами. Базовым может быть выбран один из видов основной продукции с максимальным объемом, занимаемой площадью, получаемой прибылью и т. д.

Суммарную энергоемкость основных видов продукции можно представить в виде системы линейных уравнений по каждому  $g$ -му году потребления для каждого вида энергии (при условии неотрицательности переменных  $Q_{ig} \geq 0$  и  $E_{ig} \geq 0$ , а также других возможных ограничениях и условиях):

$$\begin{aligned}
 Q_{11} \cdot E_{11} + Q_{21} \cdot E_{21} + Q_{31} \cdot E_{31} + \dots + Q_{i1} \cdot E_{i1} + \dots + Q_{I1} \cdot E_{n1} &= W_1; \\
 Q_{12} \cdot E_{12} + Q_{22} \cdot E_{22} + Q_{32} \cdot E_{32} + \dots + Q_{i2} \cdot E_{i2} + \dots + Q_{I2} \cdot E_{n2} &= W_2; \\
 &\dots \\
 Q_{1g} \cdot E_{1g} + Q_{2g} \cdot E_{2g} + Q_{3g} \cdot E_{3g} + \dots + Q_{ig} \cdot E_{ig} + \dots + Q_{Ig} \cdot E_{ng} &= W_g; \\
 &\dots \\
 Q_{1G} \cdot E_{1G} + Q_{2G} \cdot E_{2G} + Q_{3G} \cdot E_{3G} + \dots + Q_{iG} \cdot E_{iG} + \dots + Q_{IG} \cdot E_{nG} &= W_G, \quad (5.7)
 \end{aligned}$$

где  $Q_{ig}$  — объемы выпуска  $i$ -го вида продукции в  $g$ -м году;  $E_{ig}$  — расчетная энергоемкость производства  $i$ -го вида продукции в  $g$ -м году;  $W_g$  — годовое энергопотребление предприятием в  $g$ -м году предыстории;  $i = 1, 2, 3, \dots, I$  — текущий вид продукции;  $I$  — число видов продукции;  $g = 1, 2, 3, \dots, G$  — текущий год;  $G$  — число лет предыстории.

Объемы выпущенной продукции  $Q_{ig}$  известны по бухгалтерской отчетности, энергоемкость каждого продукта  $E_{ig}$  рассчитывается из системы уравнений (5.7).

При расчете энергоемкости и удельных энергозатрат учитывают затраты:

- 1) на используемые топливно-энергетические ресурсы;
- 2) на технологические процессы преобразования сырья, веществ, материалов, комплекующих изделий в конечную продукцию;
- 3) на меры по охране окружающей среды и экологическому управлению;
- 4) на обучение и повышение квалификации кадров, от которых зависят затраты на меры по энергосбережению на рабочих местах и обеспечение безопасности труда.

Технология, обеспечивающая наименьшую энергоемкость конечных видов продукции, является наиболее энергоэффективной. В России энергоемкость производства как минимум вдвое выше, чем в развитых странах Западной Европы и США [25], что свидетельствует о неэффективности производственной структуры нашей экономики, включая сельское хозяйство. Несомненно, как показано выше, отраслевая структура российского сельского хозяйства, устаревшие технологии, техника и оборудование во многих отношениях не отвечают современным возможностям энергосбережения и ведут к большим потерям топлива и энергии.

Промежуточное место между странами Западной Европы и Россией по энергоемкости экономики занимает Канада [105], что соответствует ее промежуточному положению по климатическим условиям. Канада по климату ближе к Западной Европе, чем к Центральной России, тем не менее энергоемкость ее экономики в два раза выше, чем в Западной Европе. В свою очередь, энергоемкость экономики России примерно в два раза выше, чем в Канаде. Отличие Канады заключается в континентальном климате, требующем больших расходов энергии на утепление и обогрев помещений и другие цели. В странах Западной Европы изотермы января (самое холодное время, требующее больших энергетических затрат) направлены с севера на юг: температура снижается по мере удаления от теплого Гольфстрима. В Канаде разница между летними и зимними температурами гораздо больше, чем в Европе. Если к этому прибавить гораздо меньшую плотность населения и, следовательно, большие расстояния, то, видимо, географический фактор можно

признать основным в объяснении огромного разрыва в энергоемкости между Канадой и странами Европы. К такой же разнице в энергоемкости ведут аналогичные различия между Россией и Канадой. Естественно ожидать, что по мере развития техники и энергосберегающих технологий, повышения эффективности хозяйственной структуры влияние различий в климатических (географических) условиях на энергоемкость будет сокращаться.

### 5.3.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ПРОИЗВОДСТВА

Энергетический баланс — это система показателей, отражающая количественное соответствие между приходом и расходом (включая потери и остаток) энергии в хозяйстве в целом или на отдельных его участках (в отрасли производства, на предприятии, территории предприятия, в цехе, по процессу, установке и т. д.) за выбранный интервал времени [60, 47, 48, 84, 66].

Энергетический баланс может состояться:

- по видам энергоресурсов (ресурсные балансы);
- по виду выпускаемого продукта (зерно, мясо, молоко и т. д.);
- по территориям (отделениям предприятия, населенным пунктам, полевым станам и т. п.);
- по уровню использования (с выделением полезной энергии и потерями);
- по единому или сводному топливно-энергетическому балансу всех видов энергии и ТЭР в целом по предприятию;
- по отдельным предприятиям, цехам, участкам, энергоустановкам, агрегатам;
- по назначению (силовые процессы в поле, на ферме, тепловые, электрохимические, освещение, кондиционирование, средства связи и управления);
- по стадиям энергетического потока ТЭР (добыча, переработка, преобразование, транспортировка, хранение, использование).

При составлении топливно-энергетического баланса различные виды ТЭР приводят к одному количественному измерению. Процедура приведения к единообразию может производиться:

- по физическому эквиваленту энергии, заключенной в ТЭР, т. е. в соответствии с первым законом термодинамики;
- по относительной работоспособности (эксергии), т. е. в соответствии со вторым законом термодинамики;
- по количеству полезной энергии, которая может быть получена из указанных ТЭР теоретически для заданных условий (модели производств).

При составлении баланса рассматриваются источники и виды потребляемой энергии: бензин, дизельное топливо, дрова, электроэнергия, газ, мазут, пар и т. п. Далее производится количественное измерение потребления энергии на все цели, в том числе потери энергии. Баланс составляется на основании фактического потребления. Для получения данных используются различные приборы: счетчики электроэнергии, жидкого топлива, газа, пара, воды, тепла и т. п. Изучение энергетических балансов дает принципиальную возможность установить фактическое состояние использования энергии —

как на отдельных участках, так и по предприятию в целом, выявить резервы экономии энергии.

Балансы могут составляться по отдельным видам энергии, измеряемым в соответствующих единицах (джоулях, киловатт-часах, тоннах условного топлива и др.), по суммарному потреблению энергоносителей в тоннах условного топлива, по видам энергоносителей, производственным единицам (цех, бригада, отделение), производству (поле, ферма), вспомогательному производству, управлению.

Частные материальные балансы по отдельным энергоносителям:

$$B_i = \sum_t^T \sum_j^J \sum_k^K \sum_c^C \sum_n^N \sum_l^L B\{\},$$

или частный энергетический баланс отдельного энергоносителя:

$$W_i = \sum_t^T \sum_j^J \sum_k^K \sum_c^C \sum_n^N \sum_l^L B\{\} * e\{},$$

где  $W$  — энергия, реально потребленная на производство продуктов;  $B\{\}$  — энергоноситель, израсходованный на соответствующее производство, кг, м<sup>3</sup>, т, кВт·ч.;  $B_i$  — реально потребленный  $i$ -й энергоноситель;  $W_i$  — реально потребленная энергия  $i$ -го энергоносителя;  $e\{\}$  — энергетический эквивалент соответствующего энергоносителя;  $t = 1, 2, \dots, T$  — время учета;  $i = 1, 2, \dots, I$  — вид топлива;  $j = 1, 2, \dots, J$  — структура управления;  $k = 1, 2, \dots, K$  — вспомогательное производство;  $c = 1, 2, \dots, C$  — территория, цех, отделение, бригада;  $n = 1, 2, \dots, N$  — производство, линия, поле, ферма;  $l = 1, 2, \dots, L$  — продукт.

Энергетический баланс реального потребления по всему предприятию:

$$W = \sum_t^T \sum_j^J \sum_k^K \sum_c^C \sum_n^N \sum_l^L B\{\} * e\{}$$

Для определения оптимальности энергопотребления и энергосбережения аналогично составляется баланс по смоделированным (расчетным) производствам. Энергетический баланс расчетного или смоделированного потребления:

$$W_M = \sum_t^T \sum_j^J \sum_k^K \sum_c^C \sum_n^N \sum_l^L B_M\{\} * e\{}$$

где  $W_M$  — потребленная расчетная или смоделированная энергия на производство продуктов;  $B_M\{\}$  — энергоноситель, израсходованный на соответствующее расчетное или модельное производство, кг, м<sup>3</sup>, т, кВт·ч.

Если считать, что модельное (расчетное) энергопотребление является идеальным, то эффективность потребления всей энергии

$$\Delta W = (W_M - W) / W_M, \quad (5.8)$$

а эффективность использования отдельного энергоносителя

$$\Delta W_i = (W_{iM} - W_i) / W_{iM}. \quad (5.9)$$

Если  $\Delta W < 0$ , значит, эффективность потребления энергии низка и технологические процессы требуют совершенствования. В случае, если  $\Delta W > 0$ , эффективность потребления энергии находится на достаточно высоком уровне и технологические процессы можно совершенствовать в том же направлении.

До начала 1990-х гг. при плановой модели хозяйствования отмечалась устойчивая тенденция к повышению энергоемкости сельскохозяйственного производства. Это была целенаправленная политика государства — повышать энерговооруженность в сельском хозяйстве до уровня развитых (капиталистических) стран. Прирост валовой продукции сельского хозяйства на 1% достигался увеличением энергетических мощностей на 1,8–2,7%. Об экономии никто не задумывался, так как энергоресурсы были дешевы. Однако в условиях рыночных отношений между сельскохозяйственными предприятиями разных стран и поставщиками электрической энергии и топлива иметь такую высокую энергоемкость производства сельскохозяйственной продукции значит снижать ее конкурентоспособность. Поэтому как государству, так и каждому предприятию следует искать пути снижения энергоемкости производства. Государство должно создать законы, стимулирующие снижение энергоемкости, а производители, в свою очередь, — стремиться довести показатели энергоэффективности до уровня развитых стран.

### 5.3.3.

#### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Факторы, оказывающие влияние на энергопотребление, следует оценивать по величине потерь энергии, так как в вопросах энергосбережения надо давать оценку энергетической эффективности конкретного технологического процесса или технического устройства. Поэтому для нормирования потерь энергии целесообразно использовать структуру потерь, в которой потери (факторы) разделены на составляющие, исходя из их физической природы и специфики методов определения количественных значений [6, 84, 66].

*Организационные потери* связаны с неудовлетворительной организацией и (или) отсутствием или недостаточным контролем за работой энергетического оборудования (табл. 5.5).

*Технические потери* обусловлены физическими процессами в энергетических системах и их элементах при преобразовании и транспортировании энергии (табл. 5.6).

*Технологические потери* вызываются особенностями использования технологического оборудования (см. табл. 5.7).

*Потери, связанные с изменением режима работы технологического оборудования*, обусловлены рядом факторов, в первую очередь внешних (механических и температурных, природных и т. д.), воздействие которых может изменить режим работы технологического оборудования. Данный вид потерь зависит также от технического состояния оборудования и качественных показателей энергии, энергоносителя или физической среды, с которой взаимодействует техника (см. табл. 5.8).

Влияние указанных факторов на потери энергии и энергоемкость в той или иной мере может быть компенсировано или сведено к минимуму за счет

Таблица 5.5

## Организационные потери

№ п/п	Фактор, влияющий на энергопотребление	Выявленные ситуации
1	Коммерческие потери	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Подключение энергоприемников, не принадлежащих предприятию</li> <li>■ Использование энергоприемников для выполнения работы, не связанной с деятельностью предприятия</li> <li>■ Повышенная погрешность прибора учета вследствие его неисправности</li> <li>■ Использование трансформаторов тока с различными коэффициентами трансформации для одной трехфазной точки учета</li> <li>■ Отсутствие учета энергии на производствах</li> </ul>
2	Субъективные потери	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Отсутствие контроля за работой системы освещения в светлое время суток, во время отсутствия персонала</li> <li>■ Отсутствие контроля за работой отопительных систем</li> <li>■ Отсутствие контроля за маршрутами автомобильного транспорта</li> <li>■ Отсутствие контроля за работой машинно-тракторных агрегатов</li> <li>■ Отсутствие контроля за работой систем вентиляции</li> <li>■ Отсутствие контроля за работой вспомогательного оборудования (вычислительной и копировально-множительной техники, сварочного трансформатора и т. п.)</li> </ul>

Таблица 5.6

## Технические потери

№ п/п	Фактор, влияющий на энергопотребление	Выявленные ситуации
1	Потери при транспортировании энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Пониженное сечение электрических проводников и, как следствие, потери на нагрев</li> <li>■ Повышенное переходное сопротивление контактных соединений</li> <li>■ Передача электроэнергии на значительные расстояния на низком напряжении</li> <li>■ Пониженный диаметр трубопроводов, наличие дополнительных сопротивлений при перекачке и транспортировании жидкостей и газов, значительного числа отводов и поворотов, местные уменьшения диаметра и т. п.</li> <li>■ Передача тепловой энергии на значительное расстояние без преобразования в пар или горячую воду</li> <li>■ Утечки газового и жидкого топлива</li> <li>■ Высокий уровень реактивной электроэнергии</li> </ul>
2	Потери при преобразовании (трансформации) энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Использование трансформаторов с большим значением тока холостого хода</li> <li>■ Недоагрузка трансформаторов</li> <li>■ Необоснованные промежуточные трансформации</li> </ul>

совершенствования техники и технологии, т. е. научно-технического прогресса. Его воздействие на энергоёмкость сельскохозяйственной продукции имеет более сложный характер, чем на другие экономические показатели, такие как производительность, себестоимость, прибыль. Практика показывает: для того чтобы получить эффект по этим показателям, надо повысить энергоёмкость производства, т. е. начать применять более энергоёмкую технику

Таблица 5.7

## Технологические потери

№ п/п	Фактор, влияющий на энергопотребление	Выявленные ситуации
1	Энергоёмкое технологическое оборудование в основном производстве, малоэффективные технологии и технологические процессы	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Низкий КПД двигателей</li> <li>■ Применение двигателей завышенной мощности</li> <li>■ Необоснованное использование редуктора или мультипликатора</li> <li>■ Употребление электрических нагревателей при наличии альтернативных источников энергии — газа, мазута</li> <li>■ Отсутствие системы контроля и управления режимами работы технологического оборудования</li> <li>■ Отказ от вторичного использования энергии, получаемой в результате технологического процесса</li> <li>■ Технологический выброс значительного количества энергии в окружающую среду (применение системы выброса дымовых газов без экономайзера, сброс горячей воды в канализацию и т. п.)</li> </ul>
2	Малоэффективные технологии и технологические процессы вспомогательного оборудования и производств	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Отсутствие системы контроля и управления режимами работы вспомогательного оборудования</li> <li>■ Применение электрической энергии на обогрев помещений при наличии альтернативных источников энергии</li> </ul>
3	Расход энергии на собственные нужды, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования и жизнедеятельности обслуживающего персонала	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Необоснованное применение ламп повышенной мощности и светоотдачи</li> <li>■ Необоснованное применение систем отопления повышенной мощности</li> <li>■ Отсутствие контроля и управления режимами работы оборудования для собственных нужд</li> </ul>
4	Потери, обусловленные инструментальными погрешностями средств измерений	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Увеличение дополнительной погрешности электрических счетчиков вследствие влияния кондуктивных воздействий (мощности высших гармоник, асимметрия по току и напряжению)</li> <li>■ Увеличение дополнительной погрешности электрических счетчиков вследствие влияния внешних факторов (электромагнитное поле, работа в условиях, не предусмотренных конструкцией счетчика, — за пределами нормальных температур, повышенное пылесодержание, влажность)</li> <li>■ Увеличение дополнительной погрешности счетчиков физических сред (жидкость, газ) вследствие низкого качества контролируемой среды</li> <li>■ Увеличение дополнительной погрешности счетчиков физических сред (жидкость, газ) вследствие внешнего воздействия</li> </ul>



Таблица 5.8

## Потери, связанные с изменением режима работы технологического оборудования

№ п/п	Фактор, влияющий на энергопотребление	Выявленные ситуации
1	Потери энергии в аварийных и нестандартных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Прорывы трубопроводов, паропроводов</li> <li>■ Утечки жидкостей, газа в местах соединений</li> <li>■ Короткие замыкания в системах электроснабжения</li> <li>■ Токи утечки вследствие пониженного сопротивления изоляции</li> </ul>
2	Потери энергии по причине несоответствия энергоносителя требованиям качества	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Несоответствие топлива требованиям стандарта качества</li> <li>■ Несоответствие электрической энергии требованиям стандарта качества</li> </ul>
3	Потери, связанные с использованием работоспособного, но неисправного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Использование неисправных двигателей (неисправность подшипников, межвитковые замыкания), редукторов, муфт</li> <li>■ Разрушение теплоизоляции трубопроводов и паропроводов</li> <li>■ Повышенное переходное сопротивление в контактных соединениях</li> </ul>
4	Климатические потери	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Потери, связанные с изменением режима работы оборудования по причине изменения температуры окружающей среды</li> <li>■ Потери, вызванные погодными факторами — дождем, изморозью, наледью (потери на корону, токи утечки по изоляции и т. п.)</li> </ul>

и технологии. Эта противоречивая роль энергоемкости в системе показателей эффективности производства и предопределяет трудности внедрения энергосберегающей техники и технологии. Предприятия недостаточно заинтересованы в улучшении частного показателя эффективности — энергосбережения. Это наглядно проявляется, когда надо сделать выбор между снижением энергоемкости и увеличением производства, — предпочтение отдается последнему. Энергосберегающие проекты объективно менее конкурентоспособны, чем проекты, соответствующие установкам расширения или выживания, и вследствие этого они недофинансируются, откладываются на будущее. Поэтому снижение энергоемкости сельскохозяйственной продукции на основе научно-технического прогресса возможно лишь при условии роста продуктивности.

Существенного снижения энергоемкости производства можно добиться за счет совершенствования управления энергопользованием, в основе которого лежит энергетический аудит и энергетический паспорт предприятия. Основными направлениями совершенствования управления, обеспечивающими повышение эффективности использования топлива и энергии, являются:

- нормирование расхода энергоресурсов, позволяющее, с одной стороны, удовлетворить потребности производства в топливе и энергии, с другой — минимизировать их расход;
- усиление взаимосвязи планирования и нормирования энергоиспользования с показателями эффективности производства (структурные и ассортиментные сдвиги в производстве, изменение качества и материалоемкости

продукции, внедрение новой техники, организационно-технические мероприятия и др.);

- планирование энергоемкости производства и темпов ее снижения;
- разработка и внедрение методов экономического стимулирования снижения удельных расходов энергоресурсов (обеспечение взаимосвязки перерасхода одних видов топлива и энергии и экономии других, научное обоснование размеров премирования за экономию энергоресурсов).

Снизить затраты на потребляемые энергоресурсы позволяет также совершенствование их структуры и повышение качества. Данная проблема часто обостряется тем, что в условиях дефицита энергоресурсов или финансовых средств на их закупку могут не соблюдаться требования по их объему, качеству и срокам поставки. Это вызывает необходимость в оперативных мерах, направленных на поиск замены используемых ресурсов другими, менее эффективными.

Проблемы энергообеспечения и энергосбережения особенно тесно связаны с либерализацией цен, как правило, их увеличением. В мировой практике существует точка зрения, что повышение цен положительно влияет на энергосбережение. Рост цен на топливо и энергию в долгосрочном плане вызывает постепенную замену одного энергоносителя другим и энергоемких видов продукции более экономичными. Российские сельскохозяйственные предприятия не имеют необходимого адаптационного потенциала для того, чтобы в сжатые сроки проводить радикальные преобразования, обеспечивающие энергосбережение. Поэтому ценовые факторы могут быть не основой, а лишь частью системы финансовых, экономических, организационных инструментов решения проблемы энергосбережения. В этой ситуации очень важно государственное участие, направленное на нормализацию ценовых пропорций, точнее, на ликвидацию диспропорций, сложившихся на рынках сельскохозяйственной продукции и энергоресурсов.

#### 5.3.4. ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА НЕКАЧЕСТВЕННУЮ ПРОДУКЦИЮ И ПРИ СНИЖЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА

Некачественная сельскохозяйственная продукция требует таких же затрат энергии при производстве, как и высококачественная. Однако она реализуется по более низким ценам, т. е. предприятие несет убытки при тех же энергозатратах.

Пусть технологический процесс  $TP_i$  ( $i$  — номер производства) по выпуску продукции в номинальном, отлаженном режиме, при номинальных климатических условиях выпускает  $Q_{0i}$  единиц продукции, измеряемой массой, объемом, штуками, ед./ч, ед./сут. и т. д. Представим реальный выпуск  $Q_i$  как сумму годной продукции  $Q_{gi}$  и брака  $Q_{bi}$ :

$$Q_i = Q_{gi} + Q_{bi}.$$

Введем понятие сверхноминальной продукции  $Q_{cni}$ : это недополученная в единицу времени продукция (что может наблюдаться в результате климатических, экономических, технических и технологических анома-

лий, часто происходящих в реальных условиях) или произведенная сверх номинала (в результате совершенствования технологического процесса или оборудования). Представим сверхноминальную продукцию как разницу между номинальным и реальным выпуском в единицу времени (плановыми и реальными показателями):

$$Q_{cni} = Q_{0i} - Q_i = Q_{0i} - Q_{gi} - Q_{bi}.$$

Тогда выпуск годной продукции можно представить следующим образом:

$$Q_{gi} = Q_i - Q_{bi} = Q_{0i} - (Q_{cni} + Q_{bi}), \quad (5.9)$$

т. е. в виде разницы между суммой сверхноминальной и бракованной продукции и объемом номинальной продукции.

Знак величины  $Q_{cni}$  может быть как отрицательным (при низком уровне совершенства технологического процесса, недополучении продукции относительно планового, возможного), так и положительным (при усовершенствованном относительно номинального технологическом процессе). Отрицательное значение означает потери, так как энергия затрачена, но продукции нет.

Пусть на производство  $TP_i$  затрачивается энергия  $W_i$ , тогда удельные затраты на производство единицы продукции можно представить в следующем виде:

$$e_i = W_i / Q_{gi} = W_i / ((Q_{0i} - Q_{bi}) + Q_{cni}). \quad (5.10)$$

Введем следующие понятия:

- доля номинальной продукции  $d_{0i} = Q_{0i} / Q_{0i}$ ;
  - доля бракованной продукции  $d_{bi} = Q_{bi} / Q_{0i}$ ;
  - доля сверхноминальной продукции  $d_{cni} = Q_{cni} / Q_{0i}$ ,
- и представим удельные затраты:

$$e_i = W_i / Q_{gi} ((1 + d_{cni}) - d_{bi}). \quad (5.11)$$

Пусть затраченная энергия будет состоять из суммы:

$$W_i = W_{pi} + W_{Qi}, \quad (5.12)$$

где  $W_{pi}$  — постоянная составляющая энергии, не зависящая от количества производимой продукции, идущая, например, на освещение помещения, холостой ход оборудования, отопление и т. д.;  $W_{Qi}$  — составляющая энергии, зависящая от количества производимой продукции.

Постоянная составляющая  $W_{pi}$  может включать сезонную составляющую, годовой тренд и т. п.

$$W_i = W_{pi} / (1 - b), \quad (5.13)$$

где  $b = W_{Qi} / W_i$  — доля энергии, зависящей от количества произведенной продукции, относительно ее общего потребления на технологический процесс, отражающая чувствительность производственного процесса к величине потребляемой энергии. Чем ближе значение  $b$  к 1, тем более процесс зависит от потребляемой энергии.

Таким образом, удельные энергозатраты

$$e_i = W_{pi} / Q_i ((1 + d_{cni}) - d_{bi}) \quad (5.14)$$

и базисные удельные энергозатраты при  $Q_i = 1$

$$e_{i*} = 1 / ((1 + d_{cni}) - d_{bi}), \quad (5.15)$$

где  $e_{i*} = e_i / W_{pi}$  — изменение удельных энергозатрат относительно постоянных энергозатрат.

Результат моделирования удельного энергопотребления для различных значений  $d_{bi}$  и  $b_i$  при постоянном значении сверхноминальных  $d_{cni} = 0$  представлен на рисунке 5.11. Доля бракованной продукции  $d_{bi}$  существенно влияет на удельное энергопотребление  $e_i$ , особенно, когда доля брака превышает 0,5. Удельное энергопотребление может возрасти в десятки раз. Энергия затрачена, а отдачи от нее нет — это результат выпуска брака или недополучения продукции в результате плохих климатических условий, отсталой технологии или низкой урожайности. Влияние доли переменной составляющей энергопотребления  $b_i$  также существенно: при совершенном отсутствии зависимости энергопотребления от величины выпускаемой продукции ( $b_i = 0$ ), например при доле брака  $d_{bi} = 0,5$ , базисная удельная величина энергопотребления  $e_i = 2$ , а при  $b_i = 0,8$  (80% потребляемой энергии зависит от величины выпуска продукции)  $e_i = 10$ , т. е. энергозатраты увеличиваются в 5 раз.

Результат моделирования для различных значений  $d_{cni} = (-0,50) - 0,5$  при постоянных значениях  $d_{bi} = 0,2$  и  $b_i = 0,5$  удельного энергопотребления представлен на рисунке 5.12. Удельное энергопотребление  $e_i$  зависит от доли сверхноминального производства  $d_{bi}$ . При отрицательном  $d_{bi} < 0$ , соответствующем зоне недополученной продукции, удельное энергопотребление возрастает по мере повышения доли недополученной продукции от 0 до  $-0,5$  (более чем в 2,5 раза); при положительном  $d_{bi} > 0$ , в зоне улучшения технологии, энергопотребление снижается по мере улучшения технологии и роста доли (от 0 до 0,5 — снижается более чем на треть).

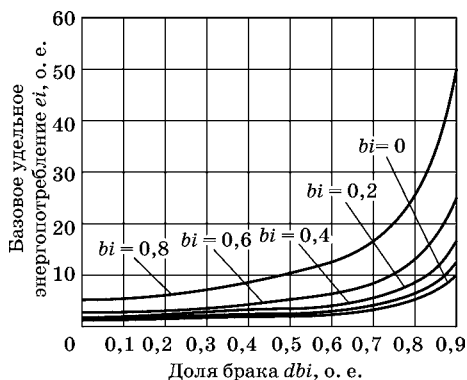


Рис. 5.11

Изменение базисного удельного энергопотребления в зависимости от доли брака и доли переменной составляющей потребляемой энергии  $e_i = f(d_{bi}, b_i)$

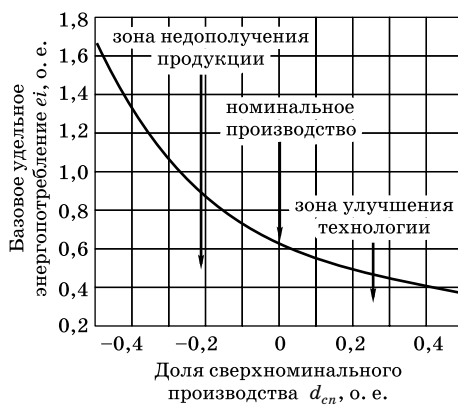


Рис. 5.12

Изменение базисного удельного энергопотребления в зависимости от доли сверхноминального производства  $e_i = f(d_{cn})$

## 5.4. СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В результате жизнедеятельности человека, при производстве энергии и продуктов происходит загрязнение почвы от чрезмерного употребления минеральных удобрений и пестицидов, окружающей среды (территории и атмосферы) — от стоков ферм, результатом чего являются кислотные дожди, парниковый эффект и т. п. При этом общество, правительство и руководители предприятий ищут ответы на вопросы:

- насколько эффективно в сельском хозяйстве используется энергия;
- возможно ли, не увеличивая производства энергии, существенно повысить эффективность ее использования;
- можно ли снизить воздействие на окружающую среду, если использовать более «чистые» технологии и способы получения энергии и продуктов?

Известны два типа базовых технологий производства сельскохозяйственной продукции.

1. Экстенсивные технологии. Количество и качество продукции в основном не управляются товаропроизводителем в процессе вегетации, а зависят от погодных условий и определяются естественным плодородием почв и эффективностью принятых севооборотов, в частности качеством предшественников.

2. Продукционно-управляемые технологии, когда товаропроизводитель активно управляет процессами, регулируя плодородие пашни и воздействуя непосредственно на растения в различные фазы их вегетации. Продукционно-управляемые технологии по уровню воздействия на количественные и качественные параметры растениеводства и животноводства можно подразделить на два типа: нормальные и интенсивные.

*Нормальные технологии* — когда продуктивность ограничена лимитирующим фактором (засушливый климат, дефицит тепла, переувлажнение и др.) и управляется в зависимости от экономической целесообразности ввода средств интенсификации (полива, удобрений, средств защиты, мощности оборудования и т. п.).

*Интенсивные технологии* — технологии сельскохозяйственного производства в условиях благоприятных агроландшафтов с вводом в продукционный процесс знаний и технологий, повышающих продуктивность до максимального критического уровня, когда дополнительный ввод ресурсов интенсификации не окупается планируемой рентабельностью производства.

Интенсивные технологии, как правило, более энергоемки. В связи с этим возникают задачи энергосбережения.

*Энергосбережение* — деятельность общества (организационная, научная, практическая, информационная), направленная на рациональное и экономное расходование энергии и энергетических ресурсов, которая реализуется с использованием технических, экономических и правовых методов. В ходе данной деятельности снижается потребность в ТЭР на единицу конечного

продукта и уменьшается неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Для осуществления энергосбережения необходим механизм — реализация законодательных, правовых, организационных, технических, экономических, научных и информационных мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и улучшение состояния окружающей среды.

Особенностью функционирования сельскохозяйственной отрасли является то, что в качестве объекта технологического воздействия выступают биологические объекты: почва, растение, животное, зерно, плоды, овощи и т. д. Поэтому структура энергетических ресурсов для сельского хозяйства, помимо традиционных источников энергии — нефти, газа, электроэнергии — включает также солнечную энергию, энергию биологической массы, вторичные энергоресурсы.

В интенсивных технологиях с ростом продуктивности повышается отдача ресурсов, используемых для управления производственным процессом: например, затраты удобрений на получение единицы зерна, расход кормов на получение единицы мяса, молока и т. д. В этом смысле технологических факторов ресурсосбережения, когда увеличение производства продукции приводит к системному (абсолютному) снижению энергопотребления. Рост производства связан не только с интенсификацией процесса за счет применения удобрений или лучших кормов, но и в немалой степени с улучшением организации, управления производством, более рациональным использованием природных факторов.

В отечественном сельском хозяйстве эта закономерность не используется: продуктивность в растениеводстве и животноводстве почти в два раза ниже среднемировой, поэтому затраты ресурсов интенсификации на единицу получаемой продукции велики и, как следствие, в ряде случаев товары неконкурентоспособны по цене [77].

Внедрение интенсивных технологий подразумевает также оптимизацию затрат материально-технических ресурсов, под которой, как правило, понимается ресурсосбережение и энергосбережение. Большинство специалистов, особенно на районном уровне государственного управления, отождествляют это с механической экономией, сокращением потребления материально-технических ресурсов: вносить меньше удобрений, средств защиты растений, сокращать или ликвидировать обработку почвы и т. д. В действительности подобный подход не имеет ничего общего с энергосбережением и может привести к серьезным экономическим и технологическим потерям.

Процесс энергосбережения сам по себе не определяет рентабельности производства. Прибыльности следует достигать за счет повышения эффективности использования материально-технических ресурсов, а не механической экономии. Такой подход применяется Всемирной аграрной организацией (ФАО) при оценке стратегии развития мирового сельского хозяйства: первоочередной мерой развития названо повышение эффективности использования применяемых в отрасли ресурсов (а не их экономия).

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЕВОДСТВА

В основе современного понимания энергосбережения лежит понятие ресурсосберегающей технологии. Развитие таких технологий базируется на усовершенствовании системы основной и предпосевной обработки почвы, получившей в последнее время относительно широкое применение [25, 105, 104, 48]. Особенности этой системы:

- высокая влагонакопительная и почвозащитная эффективность безотвального рыхления почвы и сохранение на поверхности поля пожнивных остатков;
- возможность перехода к мелким безотвальным и отвальным обработкам при оптимальных агрофизических свойствах почвы без ущерба для урожая;
- замена или сокращение количества механических обработок с использованием химических методов как средства борьбы с сорняками;
- необязательность ежегодного глубокого оборачивания пахотного горизонта;
- использование комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

Научной основой минимизации обработки почвы является то, что почвы с высоким содержанием гумуса (3,5% и выше) не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических свойств. Такие почвы способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность под влиянием естественных факторов. Например, оптимальная плотность почвы для озимых и яровых зерновых на серых лесных почвах, на выщелоченных черноземах составляет 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>. Это дает основание для применения энерго- и ресурсосберегающих приемов обработки почвы, особенно при подготовке чистых, занятых и сидеральных паров под озимые при основной обработке почвы под зерновые культуры, размещаемые после озимых и пропашных культур. Схемы обработки почвы при ресурсосберегающих технологиях зависят от набора сельскохозяйственных культур в севообороте. Есть культуры, для которых отвальная вспашка является обязательной. Из пропашных культур это сахарная свекла, кукуруза, из бобовых — горох, соя, старовозрастные многолетние травы, рапс. В схеме чередования эти культуры занимают данное поле через 4–5 лет, соответственно в эти сроки проводится и отвальная вспашка. В остальные годы можно обходиться поверхностной минимальной обработкой. После уборки культуры при ресурсосберегающих технологиях осенняя поверхностная обработка на глубину 10–14 см является обязательной.

Ресурсосберегающие технологии развиваются в двух направлениях. Первое — так называемая *система Lean*, получившая в России известность как «Система бережливого производства», предполагает оптимальную организацию производства, в которой исключены или сведены к минимуму действия, не создающие дополнительного продукта. Второе — *система NoTill* (без обработки). Например, в Южной Америке первый эксперимент по использованию метода NoTill начался в 1971 г. в Бразилии. В настоящее время в этой стране по «нулевой обработке» почвы возделывается 45% посевных площадей.

В США на 82% посевной площади используют берегающие технологии, в Канаде — более чем на 90%. В результате применения ресурсосберегающих технологий достигается существенное сокращение затрат ГСМ и других ресурсов. Расход дизельного топлива на вспашке зяби отвальным плугом на глубину 25–27 см составляет 20–24 л/га; безотвальными орудиями на эту же глубину — 12–16 л/га; при минимальной обработке на глубину 8–15 см — 6–8 л/га, а при использовании системы NoTill — ноль.

Моторное топливо сегодня дорогой ресурс, его стоимость при производстве продукции растениеводства ежегодно увеличивается на 15–18% и в структуре себестоимости продукции иногда превышает 20%; 1 кг дизельного топлива при используемых сегодня в России технологиях производства, например, зерна дает 2–3 кг продукции. При применении интенсивной технологии отдача топлива реально поднимается до 7–9 кг/кг.

Наиболее эффективный ресурс роста урожайности — удобрения. При традиционных для России технологиях производства и результате применения удобрений (2–3 кг зерна на каждый внесенный килограмм действующего вещества NPK) их употребление малоэффективно. Совсем другую отдачу можно получить при интенсивных методах производства — 7–10 кг зерна; этого показателя достигают лучшие отечественные товаропроизводители.

Рост производительности используемой техники составляет от нескольких десятков до нескольких сотен процентов. В несколько раз уменьшается потребность в тракторах и механизаторах. Финансовые издержки в зависимости от культуры снижаются в 1,5–2 раза и более. Общая экономическая эффективность внедрения ресурсосберегающих технологий очень существенна и имеет устойчивую тенденцию к увеличению.

#### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ТЕХНОЛОГИЯХ ЖИВОТНОВОДСТВА

В животноводстве потребляется пятая часть жидкого топлива и столько же электрической энергии от всех энергоресурсов, используемых на производственные цели в сельском хозяйстве. Электрическая энергия играет основную роль при механизации и автоматизации процессов [25, 105, 6, 48]. Она является энергетической базой машинных технологий и поточных линий и применяется непосредственно в ежедневной деятельности — доении, уборке навоза, облучении, лечении маститов, обеспечении микроклимата, озонировании и обеззараживании воздуха, охлаждении продукции и т. д. В связи с этим удельный вес потребления электрической энергии в животноводстве существенно выше по сравнению с общим потреблением энергоресурсов и составляет 13–14 млрд кВт·ч в год, или 62–64% от общего потребления (20,3–22,7 млрд кВт·ч) на производственные цели в сельском хозяйстве. Расходы на оплату энергетических ресурсов, потребляемых в животноводстве, достигают 10–15% при производстве свинины и продукции птицеводства и 7–9% при производстве молока; таким образом, они вышли на второе место после кормов. Основными причинами высоких затрат на оплату энергоресурсов в структуре себестоимости продукции являются:



- сложность применяемых технологий, не ориентированных на энергосбережение (большие потери тепла, недостаточное использование биологического тепла животных и теплоты вентиляционных выбросов, а также возобновляемых источников энергии, теплоты воздуха, солнечной энергии и т. п.);
- низкие показатели продуктивности животных и птицы.

Энергоемкость животноводства в России превосходит уровень США и других ведущих стран Запада в 2,0–3,5 раза. Одна из основных причин состоит в том, что реализация генетического потенциала животных не превышает 65%; к тому же отрасль недостаточно обеспечена кормами и они не сбалансированы по белку и микроэлементам. Для снижения энергоемкости необходимо сокращение потребления энергии на обеспечение микроклимата, на которое приходится 20–25% энергозатрат, а в свиноводстве и птицеводстве — более 50%. Для этого, помимо использования биологического тепла животных и теплоты вентиляционных выбросов, необходимо:

- исключить потери энергии через ограждающие конструкции, пересмотреть нормы на строительные элементы зданий и сооружений (толщина и изоляция стен, тип материалов) с учетом зональных (климатических) условий;
- провести широкую проверку применения систем газового инфракрасного обогрева для обеспечения микроклимата в свиноводстве и птицеводстве. Опыт показывает, что по сравнению с калориферным газовым отоплением инфракрасный обогрев позволяет в 2,0–2,5 раза сократить потребление газа и электроэнергии на вентиляцию помещений;
- отказаться от центральных котельных в пользу автономных агрегатов и локальных систем обеспечения микроклимата, работающих в автономном режиме;
- перейти к энергосберегающим системам кормления и навозоудаления, исключающим разбавление экскрементов водой и предусматривающим подсушку помета, кормление сухими кормами, применение ниппельных поилок. Эти меры также обеспечивают снижение на 15–17% энергозатрат на создание микроклимата в помещениях;
- использовать возобновляемые источники энергии, особенно ветер и солнце. Применение естественного холода для охлаждения молока позволяет уменьшить затраты электрической энергии в 1,5–2,0 раза по сравнению с компрессионными холодильными машинами — соответственно с 20–25 кВт·ч/т охлажденного молока до 12–15 кВт·ч/т.

Затраты энергии на обеспечение микроклимата в животноводстве можно сократить и за счет применения таких инженерно-технологических и организационных мероприятий, как:

- расширение применения естественной вентиляции, прежде всего на основе совершенствования конструкций зданий (устройство коньковых систем вентиляции);
- создание нового энергоэффективного оборудования, обеспечивающего глубокую рециркуляцию вентиляционного воздуха, использование низкопотенциальных источников энергии и биологического тепла животных;

- усовершенствование рекуперативных теплоутилизаторов и лучистых обогревателей, нагревательных панелей и ковриков.

В качестве примера можно привести использование биологического тепла на свиноводческой ферме ЗАО «Раненбург-комплекс» Чаплыгинского района Липецкой области, где более 11 тысяч животных откармливаются по так называемой канадской технологии. Этот метод особенно популярен в США, Канаде, Австралии, странах Европы\*.

Суть технологии заключается в содержании свиней крупными однородными группами на глубокой несменяемой подстилке, кормлении вдоволь сухими сбалансированными комбикормами при свободном доступе к воде. В качестве подстилочного материала используют солому злаковых культур, опилки, древесную стружку и другие органические материалы. Подстилочный материал первоначально выкладывается слоем 0,2 м, по мере увлажнения его добавляют. В процессе компостирования смеси подстилки с навозом температура массы в зависимости от глубины составляет 15–40°C даже в холодное время года. При использовании достаточного количества соломы тепло от компостируемого субстрата греет свиней, когда они зарываются в солому. Подобные фермы размещаются в мобильных быстровозводимых сооружениях с тентовым покрытием на каркасной металлической основе. Тентовая ткань, придающая всему строению прочность, позволяет выдерживать порывы ветра, сейсмические удары, давление снега и другие нагрузки. Она светопроницаема и позволяет обходиться без искусственного освещения большую часть рабочего времени даже зимой. Стандартный ангар размерами 11,6 × 33,5 м вмещает до 250 голов (рис. 5.13). Хотя ангары зимой не отапливаются, температура внутри помещения на 5–10 градусов выше, чем снаружи. Вентиляция обеспечивается за счет специальных коробов, проложенных вдоль стен, и откидывания тента. У одной из торцевых сторон размещается бункерная кормушка, которая обеспечивает свободный доступ к комбикормам, и поилки с регулятором уровня и автоподогревом.



Рис. 5.13  
Блок ангаров для откорма свиней в ЗАО «Раненбург-комплекс»

\* См.: <http://www.adro-ferma.ru/svinovodstvo/>.

По окончании откорма вся группа свиней отправляется на реализацию. Далее ангар очищается от навоза, моется, дезинфицируется и таким образом подготавливается к следующему циклу. Основные преимущества этой технологии — минимальные затраты на электрическую и тепловую энергию, в частности на освещение и обогрев. Недостатками являются климатические ограничения и зависимость от соломы, которая требуется в больших количествах — примерно 1 кг/гол. в сутки, а затем должна утилизироваться.

При подобной «холодной» технологии производства свинины общие энергетические затраты (электроэнергия, нефтепродукты и газ) не превышают 11 МДж на килограмм привеса, а доля энергоресурсов в стоимостном выражении не превышает 7% при среднероссийском показателе 10–15%.

Параметры микроклимата в помещениях, обеспечение животных полноценными кормами, их нормированное распределение и рациональное использование, соблюдение технологических норм, необходимых для различных групп животных (для отдыха, кормления, моциона), — все эти факторы формируют условия содержания и в решающей мере определяют полноту реализации генетического потенциала пород животных и птицы.

Установлено, что нарушение технологических регламентов, надежности и стабильности выполнения требуемых режимов производства приводит к снижению до 10% продуктивности животных и увеличению себестоимости продукции до 7–8%. Прирост продуктивности благодаря соблюдению требований к содержанию и кормлению значительно весомее экономии, достигаемой за счет применения даже самых современных машин, если они не оказывают положительного влияния на условия содержания животных.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Оптимальное использование машинно-тракторного парка — важнейший ресурс повышения энергоэффективности в сельском хозяйстве. Современная техника может существенно повысить энергоэффективность производства продукции, в частности за счет следующих факторов [25].

*Оптимизация мощности и снижение расхода топлива* новых тракторов, работающих на дизельном топливе (до 229,5 г/кВт·ч в 2020 г.). Это позволит осваивать интенсивные технологии обработки почвы и уборки, многооперационные технологии.

*Увеличение коэффициента обновления* парка сельскохозяйственных тракторов до 10% и его поддержание на этом уровне. Основную роль здесь должны сыграть амортизационные расходы, призванные обновлять техническую базу отрасли. Эти затраты в себестоимости продукции ничтожно малы по сравнению с потребностью в техническом обновлении. Амортизационный фонд большинства сельскохозяйственных предприятий формируется в объеме 2–3% себестоимости продукции, что не дает возможности покупать технику нового поколения, которая является главным фактором роста производительности труда и освоения новых технологий. Увеличение амортизации активных фондов в себестоимости продукции до 10–11% может стать стимулирующим фактором роста производительности, а с ним и рентабельности

труда и снижения энергоемкости. Решение этой проблемы должно быть предусмотрено в правовой базе, что позволит добиться ускоренной амортизации оборудования на селе, защиты фонда от нерационального расходования, освоения машинно-тракторного парка нового поколения на базе комбинирования агрегатов, высокой единичной мощности двигателей машин и, как следствие, роста сезонной выработки агрегатов с нормализацией их стоимости, повышения качества и своевременности сельскохозяйственных работ.

В настоящее время затраты на поддержание техники в работоспособном состоянии составляют 12–15% себестоимости продукции и не могут быть признаны оптимальными. В зарубежной практике они не превышают 4–6%. Выход из положения состоит в совершенствовании дилерского обслуживания и реформировании инженерной службы сельскохозяйственных предприятий. Важна также отработка эффективных технологий восстановления работоспособности машин, а главное — производство более надежной техники отечественными производителями [95].

### 5.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*Автоматизация производства* представляет собой применение автоматических и автоматизированных устройств и систем для полного или частичного освобождения человека от выполняемой им работы по управлению и контролю при получении, обработке, передаче и использовании энергии, материалов и информации [95].

Механизация и автоматизация сельского хозяйства повышают производительность труда, способствуют увеличению выпуска и росту качества продукции. Машины, механизмы, компьютеры, автоматические системы облегчают труд людей, улучшают условия труда.

В России построены специализированные животноводческие комплексы, птицефабрики, фермы, теплицы, где используются современные технические средства. Например, на современных *птицефабриках* для вывода цыплят применяются полностью автоматизированные инкубаторы, где поддерживаются постоянная температура и влажность воздуха и через определенные промежутки времени специальным механизмом яйца переворачиваются на другой бок. Птичники оборудуют автоматическими осветительными установками, которые регулируют длительность светового дня и интенсивность освещения. Кормят птиц также из автоматических кормушек. В России созданы опытные птицефабрики-автоматы с полной механизацией всех работ, где осуществлена комплексная автоматизация управления машинами и установками с помощью компьютеров. На *фермах* оборудуются автоматизированные поточные линии доения коров и первичной обработки молока, приготовления и раздачи кормов. В помещениях автоматически обеспечивается оптимальный микроклимат. На большинстве ферм полностью автоматизированы системы водоснабжения, вентиляции и отопления помещений. Температура и влажность воздуха и почвы в *теплицах* поддерживаются на по-

стоянном уровне с помощью автоматических компьютеризированных установок искусственного климата. Вентиляция и дополнительное освещение включаются также автоматически, обеспечивая растениям оптимальный световой режим и чистый воздух.

Большое значение для сельского хозяйства, как и для любой другой отрасли, имеет надежное снабжение электроэнергией. В отдаленных районах энергия производится местными гидро- и дизель-электростанциями. Такие электростанции, как правило, полностью автоматизированы, т. е. пуск и остановка первичных двигателей, регулирование напряжения в сети, подача топлива, защита от короткого замыкания осуществляются автоматически по заданной программе или по сигналам дистанционного управления.

В работе электрических сетей, систем водоснабжения и орошения большую роль играет телемеханика, позволяющая управлять работой машин на расстоянии. С помощью компьютеров один диспетчер может, например, не выходя из помещения:

- включать и выключать дождевальные установки на сельскохозяйственных полях — все одновременно или каждую отдельно;
- регулировать подачу воды в каналы орошения;
- менять режим работы установок искусственного климата в теплицах и помещениях животноводческих ферм;
- включать и отключать отдельные линии в сетях электроснабжения;
- регулировать вентиляцию и тепловой режим овощехранилищ.

Мировой уровень механизации процессов в полеводстве и животноводстве приближается к 100%, поэтому дальнейшее развитие сельскохозяйственной техники будет характеризоваться еще более интенсивным использованием средств и методов автоматизации, информатизации и робототехнических комплексов. При этом сельское хозяйство России должно базироваться на автоматизированных высокоинтенсивных технологиях с точным исполнением. Техника, обеспечивающая эти технологии, должна отвечать требованиям прецизионного управления производственными процессами.

Внедрение интенсивных технологических процессов и стремление получить продукцию более высокого качества ограничиваются физиологическими возможностями человека, например, при вождении трактора по заданной траектории, разворотах. Поэтому в настоящее время уже широко используются высокоточные технологии, базирующиеся на автоматическом управлении процессами. Так, в растениеводстве все больше используются технические средства точного позиционирования на базе спутниковых навигационных систем для определения местонахождения сельскохозяйственных агрегатов на поле. Это позволяет автоматически получать и считывать информацию с электронных карт, отражающих состояние каждого фрагмента поля, закладывать требуемый вид операций по времени и объему в работу машинно-тракторного агрегата, нормировать и оптимизировать расход посевного материала и энергоресурсов.

Производственные процессы в сельском хозяйстве относятся к сложным объектам управления, характеризующимся большим числом контролируемых и управляемых параметров, действием многочисленных возмущений,

влияющих на эффективность процессов. Обслуживающий персонал, операторы, машинисты-трактористы часто не в состоянии своевременно реагировать на эти возмущения, носящие случайный характер. Поэтому ручное управление машинами на практике оказывается недостаточно эффективным.

Например, при работе машинно-тракторного агрегата (МТА) оператор должен обеспечивать безопасность движения и управлять загрузкой двигателя трактора, направлением движения агрегата, тяговой мощностью, в том числе за счет уменьшения буксования ведущих колес, качеством выполнения технологической операции. Чем выше рабочая скорость, больше ширина захвата МТА, сложнее управляемая операция, тем большее количество информации должен переработать оператор в единицу времени, что приводит к быстрой утомляемости. В связи с этим оператор нередко запаздывает с принятием решения по управлению МТА, в результате эффективность и качество работы агрегата существенно снижаются. Поэтому уже сегодня на прямолинейном ходе используются системы автоматического вождения МТА. Например, в почвообрабатывающем посевном агрегате «СоюзHorsche» (Украина) используется система GPS с точностью движения по прямой 1,52 см.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В растениеводстве они в значительной мере определяются наметившимися прогрессивными тенденциями совершенствования систем автоматизации, средств механизации и в целом машинных технологий производства сельхозпродукции. К ним относятся переход от использования совкупуностей локальных систем автоматического контроля и регулирования к разработке и использованию многомерных систем автоматизированного управления, в которых осуществляются централизация приема и обработки информации локальных систем и формирование контрольных и управляющих воздействий.

В техническом плане это переход от релейно-контактной и электронной аппаратной техники к программируемой микропроцессорной. В микропроцессорных системах автоматизированного управления локальные системы автоматического контроля и регулирования будут играть роль подсистем. Эти подсистемы необходимо совершенствовать за счет использования более эффективных алгоритмов управления, например перехода в обоснованных случаях от стабилизирующих систем (подсистем) автоматического регулирования к самонастраивающимся и адаптивным системам.

Микропроцессорное исполнение автоматизированных систем управления позволяет их унифицировать, т. е. создать одну унифицированную систему для целой группы аналогичных объектов (например, самоходные комбайны различных типов, предприятия по послеуборочной обработке зерна различной производительности и назначения и т. д.). При этом некоторая неодинаковость функций такой унифицированной системы применительно к разным объектам одной группы будет устраняться программными средствами без конструктивного изменения систем.

Расширение областей использования средств автоматизации в растениеводстве на перспективу обуславливается появлением новых средств механизации и машинных технологий, таких как технология дифференцированного внесения удобрений, технология уборки и послеуборочной обработки всего биологического урожая зерновых культур в стационаре (очес зерновых), координатное (точное) земледелие и др. В животноводстве это разработка и производство технических средств для приготовления точно по специальной программе сбалансированного состава кормов для различных половозрастных групп животных и птицы со всеми необходимыми микродобавками, а также средства доставки корма до каждого животного по зоотехнической норме в установленное время. Незамедлительного решения требуют различные проблемы: достижение необходимой надежности позиционирования и идентификации животных, создание микроклимата с требуемыми параметрами как в целом в помещении, так и в зоне содержания животного, замер продуктивности в потоке и др. При этом следует учитывать и экономические аспекты [107].

Важным направлением автоматизации является внедрение прецизионного (точного) животноводства. Благодаря использованию электроники, датчиков состояния животных и качества молока, специального программного обеспечения и компьютеров становится возможной точная идентификация отдельных особей, что позволяет их индивидуальное обслуживание. Уже сегодня на практике применяется автоматическое кормление с индивидуальным дозированием корма, электронные системы наблюдения за поведением животных для определения больных и склонных к охоте; автоматически документируется мясная и молочная продуктивность животных. Информация собирается и анализируется не только внутри фермы. Происходит также взаимодействие с внешними партнерами, например с бойнями, чтобы по результатам разделки туш оценить мясные качества и экономические параметры производства.

Дальнейшее развитие автоматизации в растениеводстве и животноводстве требует создания и широкого использования роботов и робототехнических систем. Эти работы в нашей стране только недавно стартовали. Робототехника необходима в первую очередь в процессах, вредных для человека (при хранении и использовании минеральных удобрений и средств химической защиты растений, протравливании зерна перед посевом и др.), и в процессах, требующих больших затрат труда (при посадке рассады, сборе урожая и т. д.), а также при выполнении работ, не привлекательных для молодежи.

Автоматизация и информатизация сельскохозяйственного производства относятся к приоритетным направлениям научно-технического прогресса. Их развитие будет способствовать ускоренному использованию достижений биотехнологии, генной инженерии, созданию интегрированных систем защиты растений и животных, росту продуктивности животных и птицы, развитию технологий мониторинга и управления природными ресурсами, программирования урожая в конкретных агроландшафтных системах и др.

Особенность автоматизации на современном этапе заключается в неразрывной связи техники с биологическими объектами, осложняемой непосто-

янными параметрами почвы, растений, животных, непрерывностью процессов производства продукции и цикличностью ее получения. Учитывая постоянную связь тех или иных технических средств с животными (контактную или дистанционную), необходимо активизировать работу по созданию приборной базы для контроля и измерения значительного количества биологических параметров. Дело затрудняется из-за того, что около 20% различных параметров в сельскохозяйственном производстве недоступны непосредственному измерению, для них пока еще не разработаны даже первичные преобразователи. К тому же приборы и датчики зачастую должны закрепляться на биообъектах, иметь высокую надежность работы, малые габаритные размеры и массу, способность функционировать в средах с высокой влажностью и достаточно агрессивной газовой среде, выдерживать ударные нагрузки.

Для выполнения технологических операций в животноводстве используются десятки машин, почти половина из которых недостаточно восприимчива для применения в них средств автоматизации. Особое внимание следует уделять защите технических средств от перегрузки (что может привести не только к нарушению технологического процесса, но и к травмам).

Механизация и автоматизация — неотъемлемые компоненты ресурсосберегающих интенсивных технологий производства продукции, малоотходных технологий ее переработки, хранения и реализации. По прогнозам, новые высокоинтенсивные технологии позволят повысить продуктивность растениеводства и животноводства в 2,5 раза и сократить трудозатраты в 2 раза и более. Однако это будет невозможно, если не проводить фундаментальных и поисковых исследований. Для развития средств и методов автоматизации требуются следующие меры:

- разработка алгоритмов функционирования и формализация математического описания объектов автоматизации, создание единых методик исследования родственных технологических процессов, совершенствование сельскохозяйственных технологических процессов с учетом возможностей их комплексной механизации, автоматизации и информатизации;
- исследования физиологических и поведенческих аспектов взаимодействия систем «человек–машина», «животное–машина», «растение–машина» в условиях автоматизированного производства;
- научное обобщение мирового опыта автоматизации и информатизации сельского хозяйства, выявление типовых решений и их аналогов в промышленности с целью использования серийной аппаратуры в сельскохозяйственном производстве;
- определение роли и места фундаментальных исследований в разработке и проектировании новых технологий, машин, агрегатов и установок с учетом возможности расширения их автоматизации в дальнейшем;
- изыскание методов разработки принципиально новых датчиков физических, химических и биологических величин, которые в автоматических системах используют параметры объектов для управления и передачи информации о них в соответствующие устройства;



- исследование информационных характеристик машин, агрегатов и поточных линий как систем «человек–машина», оценка возможностей человека-оператора по приему, обработке и использованию информации;
- совершенствование методик технико-экономических расчетов эффективности систем автоматизации сельхозпроизводства с учетом технологического, структурного, энергетического, трудового, социального выигрыша;
- разработка и в дальнейшем внедрение комплекса унифицированных микропроцессорных систем автоматизированного управления машинами, агрегатами и поточными линиями как составных частей нового поколения автоматизированных технологий производства сельскохозяйственной продукции;
- совершенствование рабочих программ, курсов, дисциплин, баз практик, способствующих более качественной подготовке специалистов (наладчиков, техников, инженеров-электромехаников) по проектированию, эксплуатации, наладке, техническому обслуживанию и ремонту, систем и средств автоматизации.

## 5.6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Энергетический аудит (энергоаудит) сельскохозяйственного предприятия* — это обследование энергохозяйства и разработка рекомендаций и технических решений по снижению энергетических затрат [52, 58, 91, 83]. Цель энергоаудита — оценка эффективности использования энергетических ресурсов, снижение затрат потребителей и реализация энергоэффективных решений. Энергоаудит направлен на решение следующих основных задач [84]:

- оценка фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявление причин и определение значений потерь топливно-энергетических ресурсов;
- разработка плана мероприятий, направленных на снижение потерь топливно-энергетических ресурсов;
- выявление и оценка резервов экономии топлива и энергии;
- определение рациональных размеров энергопотребления в производственных процессах и установках;
- определение требований по совершенствованию учета и контроля расхода энергоносителей;
- получение информации для решения вопросов создания нового оборудования и совершенствования технологических процессов с целью снижения энергетических затрат, оптимизации структуры энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и масштабов использования подведенных и вторичных энергоресурсов.

Методика энергоаудита предусматривает следующие уровни энергетических обследований:

- предварительный энергоаудит (преаудит);
- энергоаудит первого уровня — расчет энергопотребления и затрат;

- энергоаудит второго уровня — углубленное обследование энерготехнологических систем и промышленного предприятия в целом, расчет энергетических потоков.

Цель *преаудита* — оценить необходимость в аудиторской проверке.

Для этого проводятся:

- оценка доли энергозатрат в суммарных затратах предприятия (на электроэнергию, тепловую энергию, топливо, воду);
- выявление динамики изменения доли затрат за последние 2–3 года.

Если доля энергозатрат составляет 5–10%, то энергоаудит можно пока не проводить; 11–15% — энергоаудит провести необходимо; 16–20% и более — энергоаудит следует проводить срочно.

*Энергоаудит первого уровня* имеет следующие цели:

- определить структуру энергозатрат и структуру энергоиспользования;
- установить, обосновать и довести до сведения руководства предприятия потенциал энергосбережения;
- выявить участки, где энергоресурсы расходуются нерационально или расточительно;
- составить общий план будущей работы по энергосбережению;
- определить целесообразность углубленного обследования и убедить в этом руководство предприятия.

*Энергоаудит второго уровня* имеет цели:

- найти возможность внедрения энергосберегающих проектов;
- оценить их технико-экономическую эффективность;
- объединить в одну систему рекомендации и технические решения по рациональному энергоиспользованию и энергосбережению;
- создать предпосылки для подготовки комплексного долгосрочного плана энергосбережения на предприятии.

Критический анализ информации об энергопотреблении, собранной на предыдущих этапах, необходим для того, чтобы предложить пути снижения затрат на энергоресурсы. Существуют три основных способа снижения энергопотребления:

- исключение нерационального использования;
- устранение потерь;
- повышение эффективности преобразования.

После выявления источников потерь и участков нерационального использования энергии можно приступать к разработке предложений и проектов по улучшению ситуации.

Изначальный проект системы может быть неоптимальным. Часто выбирается решение легкое или с низкими капитальными затратами и не берутся в расчет эксплуатационные издержки. Необходимо установить, являются ли энергопотоки сельскохозяйственного предприятия рациональными по направлению и величине. Для этого нужен опыт проведения энергоаудита предприятия, а также информация об основных показателях энергопотребления других предприятий: удельное энергопотребление, энергоемкость и т. д.

Вся информация, полученная из документов или путем инструментального обследования, является исходным материалом для анализа эффектив-

ности энергоиспользования. Методы анализа применяются к отдельному объекту или предприятию в целом. Конкретные методы анализа энергоэффективности зависят от вида оборудования и исследуемого процесса, типа и технологий производства.

Методы анализа могут подразделяться на физические и финансово-экономические.

*Физический анализ* оперирует физическими (натуральными) величинами; его цель — определение характеристик энергоиспользования. Физический анализ, как правило, включает следующие этапы:

- определяется состав объектов энергоиспользования, по которым будет проводиться анализ. Объектами могут служить отдельные потребители, системы, технологические линии, здания, подразделения и предприятие в целом;
- находится распределение всей потребляемой объектами энергии по отдельным видам энергоресурсов и энергоносителей. Для этого данные по энергопотреблению приводятся к единой системе измерения;
- для каждого объекта устанавливаются факторы, влияющие на потребление энергии. Например, для технологического оборудования таким фактором служит выпуск продукции, для систем отопления — наружная температура, для систем передачи и преобразования энергии — выходная полезная энергия и т. д.;
- вычисляется удельное энергопотребление по видам энергоресурсов и объектам, которое представляет собой отношение величины энергопотребления к влияющему фактору;
- значения удельного потребления сравниваются с базовыми цифрами, после чего делается вывод об эффективности энергоиспользования по каждому объекту. Базовые цифры могут быть основаны на отраслевых нормах, предыдущих показателях данного предприятия или родственных зарубежных и отечественных предприятий, физическом моделировании процессов или экспертных оценках;
- определяются прямые потери энергии за счет утечек энергоносителей, нарушения изоляции, неправильной эксплуатации оборудования, простоя, недогрузки и других выявленных нарушений;
- выявляются наиболее неблагоприятные объекты с точки зрения эффективности энергоиспользования.

Финансово-экономический анализ проводится параллельно с физическим; его цель — дать экономическое обоснование выводам, полученным на основании физического анализа. На этом этапе вычисляется распределение затрат на энергоресурсы по всем объектам энергопотребления и видам энергоресурсов. Оцениваются прямые потери в денежном выражении.

Финансово-экономические критерии имеют решающее значение при анализе энергосберегающих рекомендаций и проектов.

**Разработка рекомендаций по энергосбережению.** Энергосберегающие рекомендации (меры) разрабатываются путем применения типовых методов энергосбережения к выявленным на этапе анализа объектам с наиболее расточительным или неэффективным использованием энергоресурсов.

**Цели данного этапа:**

- определить, какие из идей энергосбережения возможны как реальные проекты;
- сравнить альтернативные идеи и выбрать лучшие;
- разработать единый список проектов.

При разработке рекомендаций необходимо:

- определить техническую суть предлагаемого усовершенствования и принцип получения экономии;
- рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;
- определить состав оборудования, необходимого для выполнения рекомендации, его примерную стоимость, основываясь на мировых ценах аналогов, стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию;
- рассмотреть все возможности снижения затрат, например изготовление или монтаж оборудования силами самого предприятия;
- определить возможные побочные эффекты от внедрения рекомендаций, влияющие на реальную экономическую эффективность;
- оценить общий экономический эффект предлагаемой рекомендации с учетом всех вышеперечисленных пунктов.

Для взаимозависимых рекомендаций рассчитываются как минимум два показателя экономической эффективности:

- эффект при выполнении только данной рекомендации;
- эффект при условии выполнения всех предлагаемых рекомендаций.

Для оценки экономического эффекта достаточно использовать простой срок окупаемости. По требованию заказчика (обследуемого предприятия) и при наличии плана финансирования энергосберегающего проекта допускается применение более сложных методов оценки его экономической эффективности.

В заключение все рекомендации по энергосбережению сводятся в таблицу, где располагаются по трем категориям, перечисленным выше, а в каждой из категорий размещаются в порядке понижения их экономической эффективности. Такой порядок соответствует оптимальной очередности выполнения рекомендаций.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислите составляющие инфраструктуры энергетического обеспечения сельского хозяйства.
2. Что относится к топливно-энергетическим ресурсам?
3. Объясните понятие энергетической эффективности.
4. Какие возобновляемые источники энергии могут быть использованы в вашем регионе?
5. Дайте определение альтернативных источников энергии.
6. Дайте определение возобновляемых источников энергии.
7. Перечислите недостатки использования низкопотенциальной энергии.
8. Перечислите недостатки использования фотоэлектрической энергии.
9. Перечислите недостатки использования ветряной энергии.
10. Перечислите недостатки использования геотермальной энергии.

11. Что эффективнее — фотоэлектрические генераторы или солнечные концентраторы?
12. Дайте определение энергоемкости производства продукции.
13. Дайте определение удельного энергопотребления на производство продукции.
14. Для чего нужен баланс энергопотребления предприятия?
15. Почему увеличение производства сельскохозяйственной продукции приводит к абсолютному снижению энергопотребления?
16. Перечислите основные факторы, влияющие на энергоемкость производства.
17. Перечислите направления снижения энергоемкости производства в растениеводстве.
18. Перечислите направления снижения энергоемкости производства в животноводстве.
19. Какую роль в энергосбережении играет автоматизация технологических процессов и управления сельскохозяйственным производством?
20. Дайте определение энергосбережения.
21. Дайте определение энергоаудита.
22. Перечислите этапы энергоаудита.

## ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Эффективное использование техники в сельском хозяйстве во многом определяется организацией инженерно-технической системы отрасли. Инженерно-техническая система сельского хозяйства включает производственные, сервисные и управляющие структуры, в которые входят:

- пользователи машин — сельскохозяйственные предприятия разных форм собственности и их первичные производственные подразделения: бригады, отделения, фермы, отряды и другие трудовые коллективы, а также фермерские хозяйства; эти предприятия (производственные структуры) являются главными (начальными) производителями продукции;
- первичные машины, обеспечивающие товаропроизводителей ремонтными, материально-техническими, транспортными и производственными услугами как непосредственно в хозяйствах, так и на районном и региональном уровнях;
- управляющие инженерно-технической системой в хозяйстве и по всей вертикали от административного района до региона и страны в целом.

Исследования и практический опыт ряда регионов показали, что при построении инженерной службы целесообразно исходить из следующих принципов:

- инженерные службы всех производственных уровней должны строить свою работу только на основе специализации труда каждого инженерно-технического работника, конкретизации его функций и материального поощрения за высокие показатели в использовании и обслуживании техники;
- на всех уровнях (первичном, районном, региональном) в соответствии с механизированными технологическими процессами в АПК должны быть созданы инженерные структуры, обеспечивающие надежную работу средств механизации;
- сервисные структуры всех видов и уровней должны быть консолидированы в целях оперативного, углубленного и эффективного оказания услуг сельским товаропроизводителям [29].

## 6.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА И ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Состояние машинно-тракторного парка АПК в России является основным сдерживающим фактором технологической модернизации отрасли. По сравнению с 1990 г. уровень технической оснащенности снизился более чем в 2 раза [73]. К 2007 г. обеспеченность отрасли тракторами упала в 2,9 раза, зерноуборочными комбайнами — в 3,5, кормоуборочными — в 4 раза. За этот период отечественные предприятия сельскохозяйственного машиностроения сократили выпуск тракторов в 19,5 раза, зерноуборочных комбайнов — в 9,5, кормоуборочных комбайнов — в 14 раз. В стране полностью приостановлен выпуск специализированной мелиоративной техники.

Отечественная сельскохозяйственная техника, за исключением тракторов Петербургского тракторного завода и зерноуборочных комбайнов «Ростсельмаш», не вполне надежна и имеет низкие технико-эксплуатационные характеристики. Заводы выпускают в основном морально устаревшие машины, разработанные 30–40 лет назад. Средняя наработка на сложный отказ у тракторов «Джон Дир 7810» в 3–4 раза больше, чем у отечественных. Нарботка зарубежных комбайнов на отказ II группы сложности в 2–3,5 раза превышает наработку отечественных [41]. В итоге имеют место недопустимо большие потери продукции, которые являются важным фактором низких экономических показателей отрасли. По данным Россельхозакадемии, ежегодные потери зерна достигают 15 млн т, мяса — свыше 1 млн т, молока — около 7 млн т и т. д.

Отсутствие по ряду позиций конкурентоспособной отечественной техники не позволяет эффективно реализовать преимущества современных агротехнологий и вынуждает товаропроизводителей покупать импортные машины. Спрос на них растет: в 2008 г. импорт тракторов увеличился на 215% по сравнению с 2006 г., зерноуборочных комбайнов — на 223%, плугов — в 4,8 раза, косилок — в 2,4 раза. Рынок сельхозтехники в России в 2008 г. составил (тыс. шт.): по тракторам сельхозназначения — 55,56, в том числе отечественных — 15,51, импортных — 40,05 (из Белоруссии — Минского тракторного завода — 26,65); по зерноуборочным комбайнам — 8,72, в том числе отечественных — 5,42, импортных — 3,3.

Серьезные негативные последствия может иметь большое разнообразие по маркам: тракторы приобретаются у 12 фирм (150 моделей), зерноуборочные комбайны — у 8 (96 моделей). Это создает немалые трудности в обеспечении запчастями и работе сервисных предприятий. Кроме того, отсутствует обязательное условие поставки на рынок тракторов из дальнего зарубежья — предварительные сертификационные и лабораторно-полевые испытания с оценкой показателей назначения и соответствия российским стандартам.

В Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг. заложено увеличение поставок новой техники с участием инвестиций из государственного бюджета (см. табл. 6.1). Уровень технического

Таблица 6.1

## Поступление и выбытие основных машин в сельском хозяйстве России (тыс. шт.)

Наименование	1991	1994	1998	2000	2006	2007
Тракторы:						
поступление	131,4	22,1	6,4	13,9	14,4	16,7
выбытие (списание)	20,0	106,7	75,9	48,7	33,0	28,0
Зерноуборочные комбайны:						
поступление	31,7	10,5	0,7	4,1	5,2	5,7
выбытие (списание)	13,5	29,2	20,7	14,1	10,2	10,5
Кормоуборочные комбайны:						
поступление	12,0	5,2	4,5	2,0	1,4	1,6
выбытие (списание)	6,8	7,5	8,0	6,0	3,4	3,2

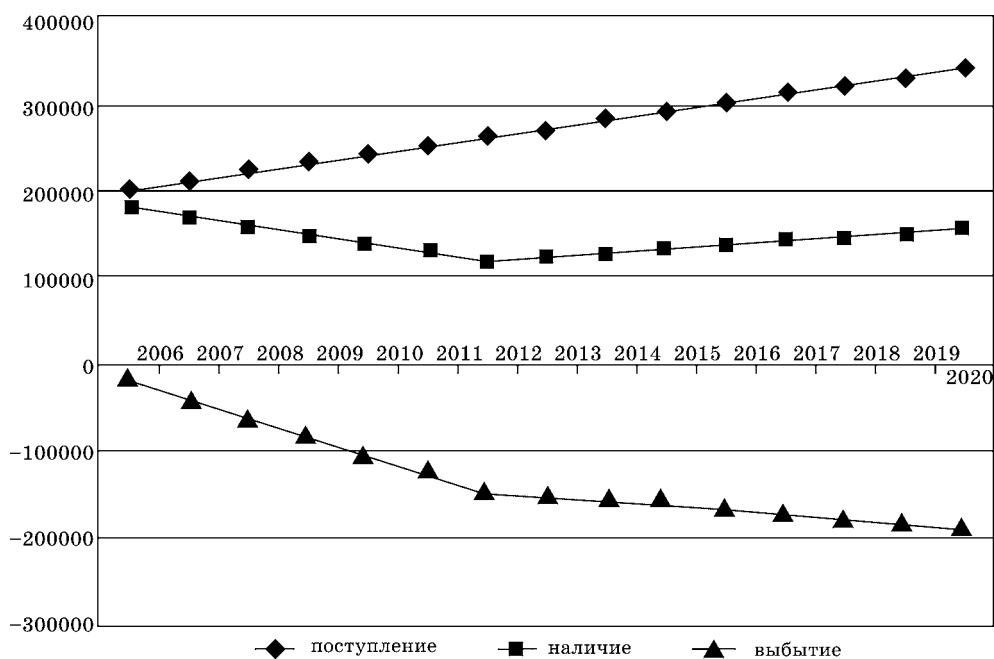


Рис. 6.1

Динамика поступления и выбытия тракторов с 2006 по 2020 г.

обновления сельского хозяйства (табл. 6.1) не обеспечивает ускоренной модернизации отрасли, а способен лишь приостановить многолетнюю тенденцию сокращения парка машин на селе. Энергообеспеченность полеводства (1,68 л. с. на 1 га), предусмотренная Госпрограммой, не позволяет освоить инновационные технологии производства, которые требуют около 3 л. с./га.

Специалисты ГОСНИТИ оценивают действующее количество тракторов и комбайнов на конец 2009 г. в 427 и 149 тыс. шт. соответственно. С учетом



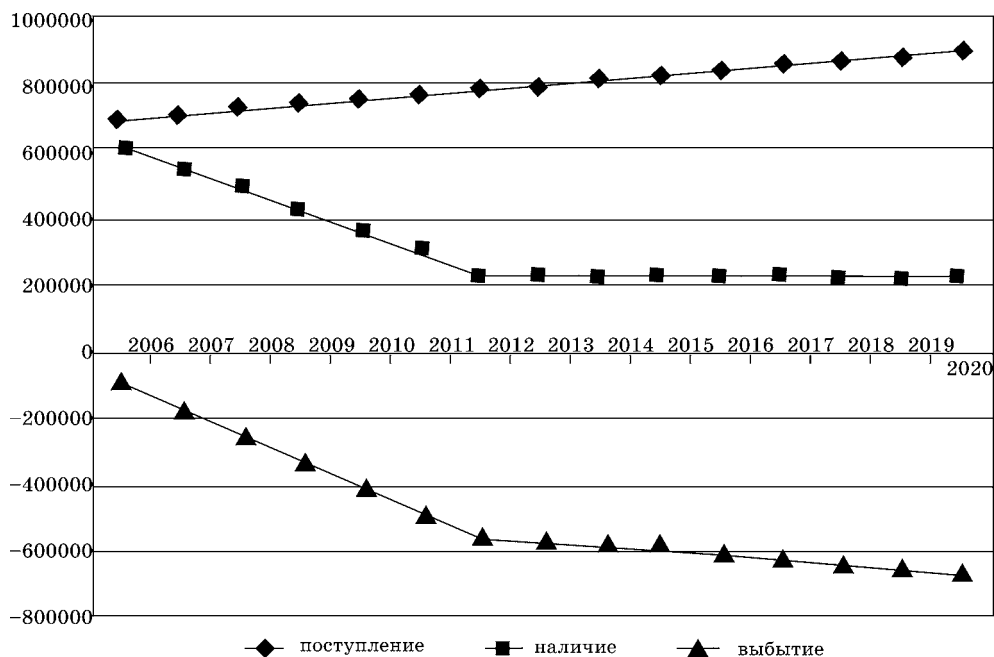


Рис. 6.2  
Динамика поступления и выбытия комбайнов с 2006 по 2020 г.

сложившихся тенденций был составлен прогноз динамики поступления и выбытия тракторов и комбайнов по 2020 г. (рис. 6.1 и 6.2).

При условии ежегодных поставок тракторов в количестве 12,5 тыс. шт. резкое сокращение парка тракторов замедлится к 2013 г. и впоследствии стабилизируется на уровне 213 тыс. шт. Что касается комбайнов, то при ежегодных поставках в количестве 10,0 тыс. шт. до 2013 г. прогнозируется сокращение парка до 121,5 тыс. шт., а затем к 2020 г. — рост до 154 тыс. шт.

Для успешной технологической модернизации сельскохозяйственного производства первоочередного решения требуют проблемы формирования машинно-тракторного парка в отрасли, оптимального по качественному и количественному составу.

## 6.2. СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АПК

До 1991 г. инженерно-техническая система сельского хозяйства строилась на принципах планового регулирования и была строго регламентирована по функциональным обязанностям, численности, оплате труда, нормативно-правовому обеспечению. В период транзитивной экономики наметилась адаптация системы к новым условиям. Однако в большинстве регионов инженерно-техническая система производства (ремонтно-обслуживающая

база и организационная структура инженерно-технических служб хозяйств, административных районов и регионов) с переходом на рыночные отношения не укреплялась и не совершенствовалась должным образом, а продолжала оставаться такой же, какой была 25–30 лет назад. Коллективные хозяйства, за редким исключением, в последние 20 лет не смогли глубоко модернизировать и укрепить организационные структуры своих инженерных служб. Приемы и методы работы инженерных подразделений и специалистов хозяйств остаются такими же, какими были до реформ.

Особо следует отметить негативную динамику состояния ремонтно-обслуживающей базы сельского хозяйства. Реформирование экономики страны внесло существенные изменения в деятельность районных сервисных структур. Приватизация сопровождалась разукрупнением предприятий: из комплексного районного предприятия выделились самостоятельные предприятия сельхозхимии, автотранспорта, спецреммастерские, райагроснаб, ремтехпредприятия. Степень разукрупнения в различных районах и регионах была различной — в отдельных районах даже сохранились комплексные районные сервисные предприятия. Разной была и судьба станций технического обслуживания автомобилей (СТОА), тракторов (СТОТ), специализированных ремонтных мастерских, областных специализированных организаций агроснаба, сельхозхимии, автотранспорта: от приватизации и сохранения всех или отдельных звеньев до их полной ликвидации [29].

В СССР каждая область с развитым сельским хозяйством имела в системе «Союзсельхозтехника» сеть ремонтных заводов и специализированных мастерских для капитального ремонта тракторов, автомобилей, комбайнов, двигателей, цеха для ремонта агрегатов топливной аппаратуры, гидросистем, автотранспортного электрооборудования, восстановления изношенных деталей. Предприятия были специализированы по маркам и типам машин и агрегатов и полностью удовлетворяли потребности колхозов и совхозов и других сельских предприятий в ремонте. В годы реформирования экономики из-за низкой платежеспособности предприятия полностью отказались от услуг по капитальному ремонту полнокомплектных тракторов, комбайнов и автомобилей, шасси тракторов. Предприятия законсервированы, перепрофилированы или закрыты. Заказы на капитальный ремонт двигателей уменьшились в 5–10 раз, на другие узлы и агрегаты — в 2–4 раза, сократились объемы восстановления изношенных деталей. Эти предприятия восстанавливаются, в том числе благодаря освоению других видов деятельности — изготовления деталей, сборочных единиц, узлов, агрегатов и полнокомплектных машин.

В настоящее время в АПК России сложилась ремонтно-обслуживающая база, включающая три блока:

- ремонтно-обслуживающие производства сельхозпредприятий;
- ремонтно-технические предприятия, в том числе ремонтные заводы;
- торгово-снабженческие предприятия.

В настоящее время восстановление машин в осенне-зимний период, при подготовке техники к полевым работам выполняется в основном в ремонт-

ных мастерских сельскохозяйственных товаропроизводителей. Доля ремонта машин силами ремонтно-технических предприятий (РТП) и ремонтных заводов (РЗ) составила в 2006 г. по всем тракторам 3%, по энергонасыщенным тракторам типа К-700 и Т-150К 6,9 и 6,0% соответственно. Участие РТП и РЗ в ремонте зерноуборочных комбайнов всех типов уменьшилось до 1,2 пункта; по комбайнам семейства «Дон-1500» снижение составило с 12 до 4,9 пункта. Участие РТП и РЗ в ремонте кормоуборочных комбайнов и грузовых автомобилей составляет 1,7 и 2,3% соответственно и сводится преимущественно к ремонту составных частей: двигателей, коробок передач, кареток, ведущих и ведомых мостов, кабин, агрегатов гидросистем, электрооборудования, топливной аппаратуры. Ремонт полнокомплектных машин в РТП и РЗ выполняется в основном на основе индивидуальных договоров на устранение определенных дефектов [41].

РТП и РЗ практически не участвуют в ремонте плугов, культиваторов, сеялок и других сельскохозяйственных машин. Эту работу выполняют владельцы машин собственными силами в своих мастерских. Общие затраты на ремонт и обслуживание машин при подготовке к сезону полевых работ 2006 г. составили 36,3 млрд руб. В современных условиях, когда до 95% техники (за исключением грузовых автомобилей) ремонтируется в условиях сельскохозяйственных предприятий, из-за отсутствия высококачественного оборудования и эффективных технологий не удается добиваться качественного ремонта. В результате техника, по отчетам поставленная на линейку готовности, в процессе работы неоднократно подвергается ремонтным воздействиям, а коэффициент готовности даже в пиковые периоды работ в среднем по России не превышает 80–82% по тракторам и 78% по зерноуборочным комбайнам.

В сложившихся условиях особую роль играет организация технического сервиса и инженерно-технического обеспечения в хозяйственных и районных производственных структурах. Особенно актуальны новые формы организации эффективного использования оставшейся и вновь приобретаемой сельскохозяйственной техники. В сфере использования, к примеру, это создание и укрепление машинно-технологических станций, в техническом сервисе — укрепление организационных структур и материально-технической базы инженерных служб, поэтапная реализация фирменной системы технического сервиса, традиционной для зарубежных производителей. Аналогично развитию автомобилестроения в России в последние годы путем строительства заводов ведущих зарубежных автомобильных компаний, следует ожидать расширения строительства предприятий по сборке, а в будущем и полнокомплектному производству сельскохозяйственной техники зарубежных марок. Пока же зарубежные компании активно строят дилерские сети в России, предлагают различные финансовые инструменты для продвижения своей продукции: кратко- и среднесрочное банковское кредитование (под залог приобретаемой техники, под фьючерсные контракты на поставку сельхозпродукции и др.), займы, лизинг. В таблице 6.2 представлен перечень совместных и сборочных предприятий, производящих зарубежную сельскохозяйственную технику.

Таблица 6.2

**Совместные и сборочные предприятия, производящие сельскохозяйственную технику зарубежных марок [41]**

Российское предприятие	Зарубежное предприятие	Вид техники
ООО «Клаас» (дочернее предприятие, г. Краснодар)	Claas (Германия)	Зерноуборочные комбайны, колесные тракторы
ЗАО «Евротехника» (г. Самара)	Amazone и др. (Германия)	Почвообрабатывающие, посевные агрегаты и опрыскиватели
СП «Кировец-Ландтехник» (г. Санкт-Петербург)	Dopstadt (Германия)	Кормоуборочные комбайны
ЗАО СП «Брянсксельмаш» (г. Брянск)	РУП «Гомсельмаш»	То же
ПО «Елабужский автомобильный завод»	ПО «Минский тракторный завод»	Колесные тракторы
ОАО «САРЭКС» (г. Саранск)	ПО «Минский тракторный завод»	То же
ЗАО «Трактормаш» (г. Орел)	ОАО ХТЗ (Украина)	То же

Помимо реализации техники, дилерские центры осуществляют фирменный сервис (гарантийное и постгарантийное техническое обслуживание и ремонт). В ближайшем будущем моно- и мультибрендовые дилерские центры составят основу фирменной системы технического сервиса современной сельскохозяйственной техники в АПК России.

**6.2.1.  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СЛУЖБА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Инженерная служба коллективных хозяйств состоит из двух блоков. Основной блок — производственные первичные подразделения отделений, бригад, обеспечивающие выполнение технологических процессов производства продукции и связанные с использованием машин, полевых и стационарных агрегатов. Вспомогательный блок — участки производственного и социально-бытового сервиса, обеспечивающие работу первичных трудовых коллективов.

Блок инженерной службы, как правило, размещен в центральной усадьбе хозяйства и производственных подразделениях. Функции блоков инженерной службы — выполнение механизированных работ с использованием машинно-тракторного парка в полеводстве и животноводстве, различные виды грузоперевозок с использованием автомобилей, техническое обслуживание и ремонт машин, обслуживание оборудования перерабатывающих предприятий, материально-техническое обеспечение собственных производственных потребностей, эксплуатация энергетического оборудования и поддержание на должном уровне его работоспособности, маркетинг и мониторинг в сфере технического сервиса (рис. 6.3). Для осуществления этих функций инженерная служба должна иметь соответствующий состав подразделений [26]. Структура организации инженерной службы коллективного хозяйства, обеспечивающая эффективное выполнение всех видов работ в сфере механизации

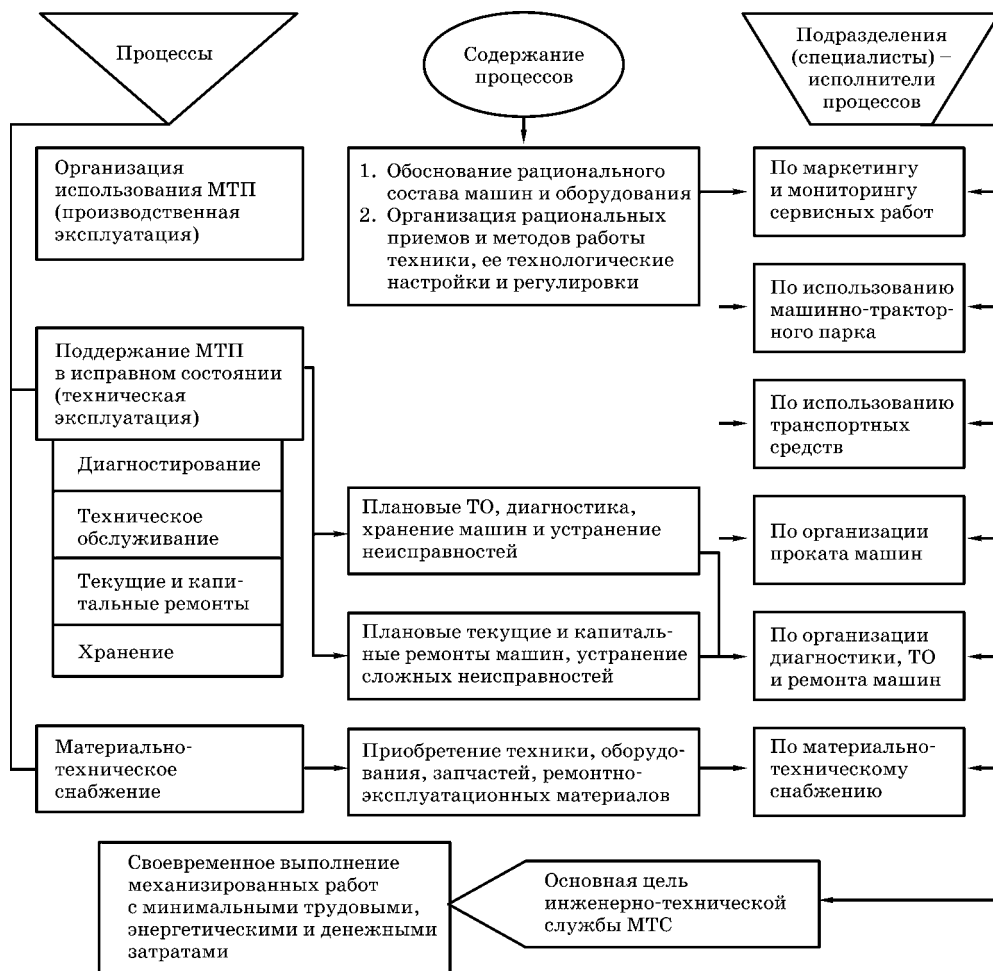


Рис. 6.3  
Основной состав выполняемых технологических процессов

рованного производства, представлена на рисунке 6.4. Состав материально-технической базы хозяйства в центральной усадьбе и производственных подразделениях (см. рис. 6.5) играет определяющую роль в деятельности инженерной службы.

Низкое качество ремонта, особенно дорогостоящей высокопроизводительной техники, приводит к значительным затратам на поддержание машин и оборудования в работоспособном состоянии, простоям техники и увеличению себестоимости сельхозпродукции. Поэтому, приобретая новые машины, необходимо предварительно определить оптимальную схему организации технического сервиса:

- укреплять имеющуюся или создавать новую ремонтно-обслуживающую базу, вести обучение специалистов инженерной службы для технической эксплуатации;

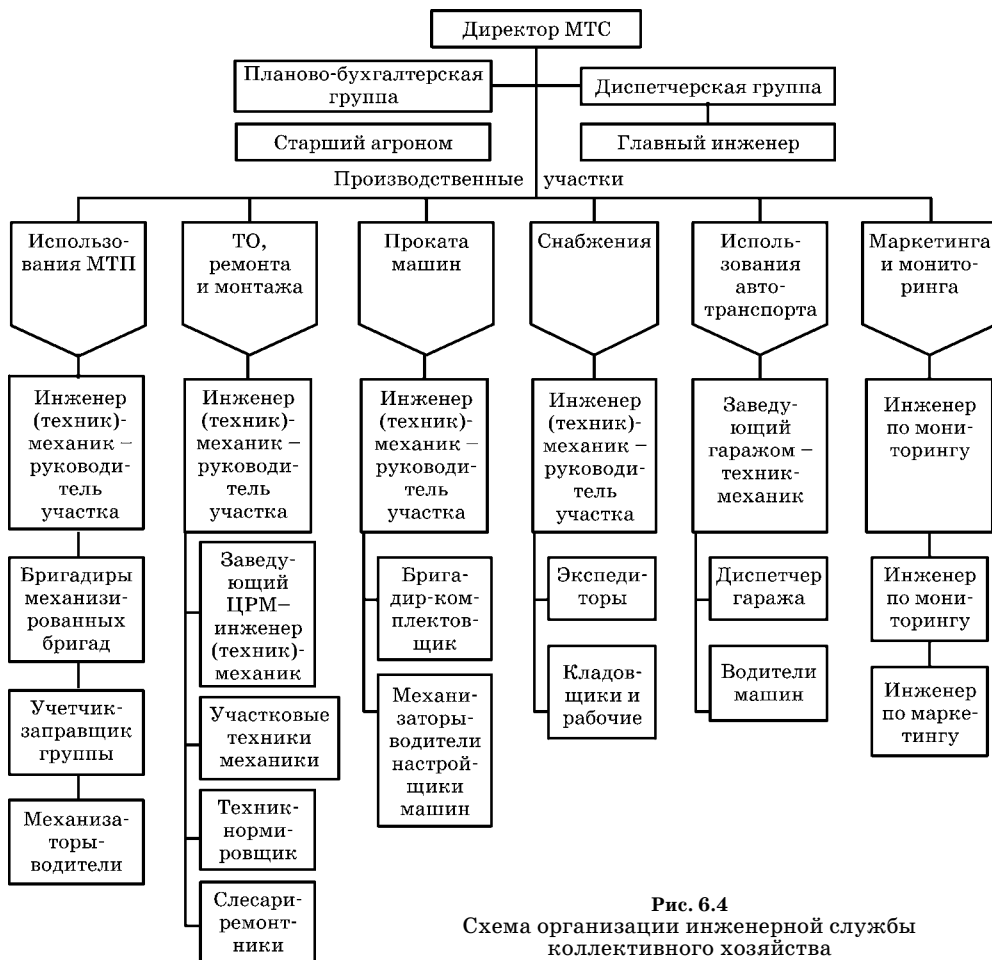


Рис. 6.4  
Схема организации инженерной службы коллективного хозяйства

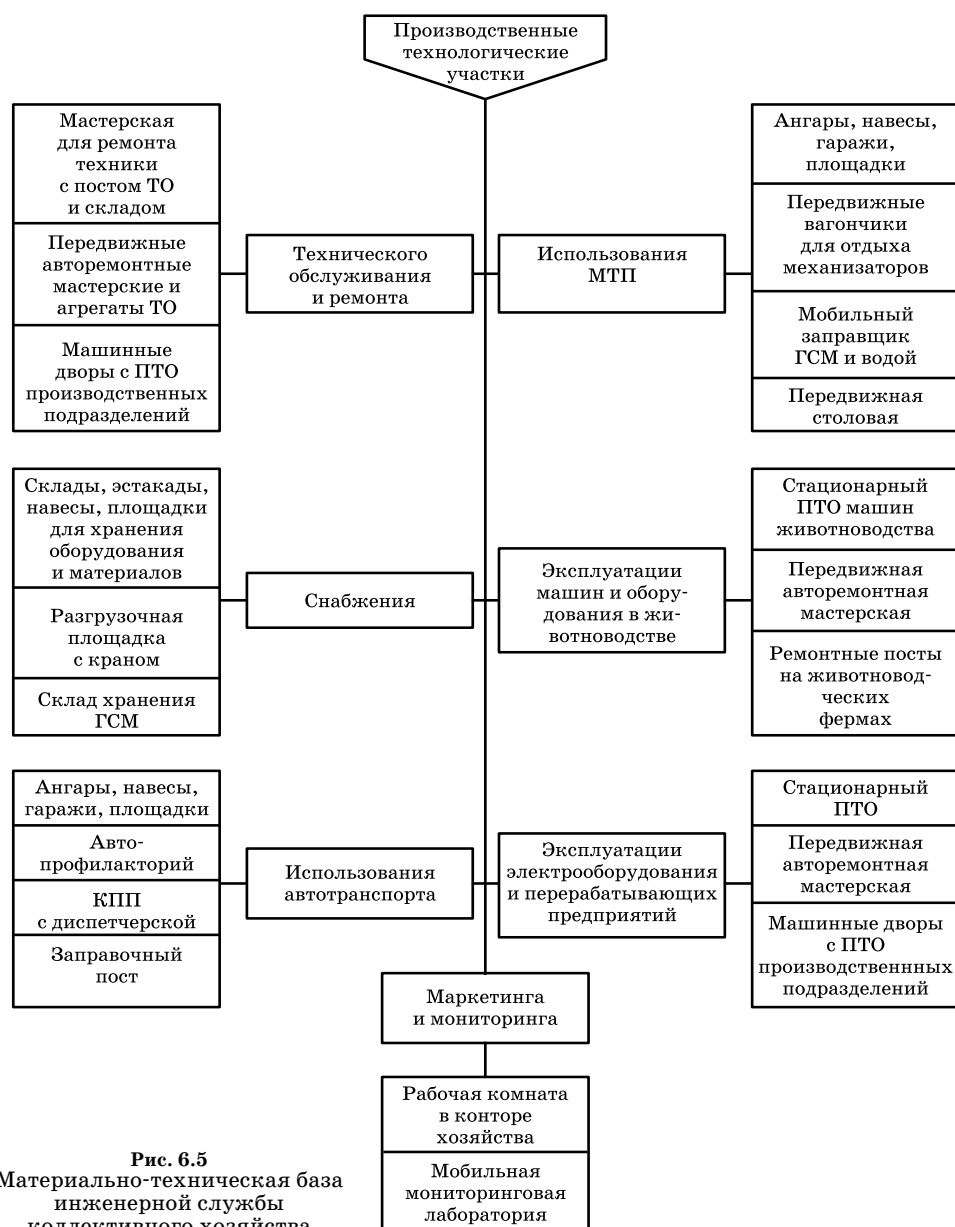
- планировать фирменный технический сервис приобретаемой техники;
- планировать проведение ТО и текущего ремонта своим силами, а капитальный ремонт сложных агрегатов (двигатель, коробка передач и др.) в дилерских центрах.

### 6.2.2. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СЛУЖБА РАЙОННОГО (МЕЖРАЙОННОГО) УРОВНЯ

Основными задачами инженерно-технической службы районного (межрайонного) уровня являются:

- освоение эффективных технологий и процессов производства продукции;
- обеспечение необходимой технической готовности машинного парка коллективных и фермерских хозяйств, своевременного и качественного выполнения механизированных технологических процессов и выполнение других производственных услуг;

- реализация единой технической политики по комплексной механизации и автоматизации технологических процессов с учетом достижений научно-технического прогресса и требований рыночной экономики;
- разработка и реализация эффективных приемов и методов улучшения использования техники, сокращения эксплуатационных издержек на выполнение механизированных работ, повышения качества технического обслуживания, ремонта и хранения техники;



**Рис. 6.5**  
Материально-техническая база инженерной службы коллективного хозяйства

- контроль безопасности использования машин;
- обоснование и реализация планов рационального насыщения хозяйств техникой, создания сервисной базы дилерских предприятий;
- прогнозирование технического обеспечения хозяйств, мониторинг механизированных технологических процессов, состояния трудовых, технических и экономических ресурсов хозяйств и сервисных предприятий;
- внедрение достижений науки и практики в области использования техники, ее ремонта, технического обслуживания и хранения;
- подготовка и повышение квалификации кадров механизаторов и инженерно-технических специалистов, совершенствование оплаты их труда.

Раньше инженерная служба района включала группу производственных предприятий инженерного сервиса (районное ремонтно-техническое предприятие — РТП, автотранспортное предприятие, предприятия материально-технического сервиса — агроснаб и другие структуры), управляющие и контрольные подразделения (службу главного инженера районного управления сельского хозяйства и инженера гостехнадзора).

В современных условиях влияние районных сервисных структур на сельскохозяйственное производство существенно снижается, потому что более выгодно выполнять эти работы силами инженерной службы крупного сельскохозяйственного предприятия. Однако межрайонные предприятия инженерного сервиса по-прежнему необходимы.

Следует отметить возрастающую роль машинно-технологических станций (МТС) — важных элементов инженерно-технической службы районного и межрайонного (областного) уровней. Рассмотрим более подробно их организацию и функционирование.

Наиболее перспективны МТС двух производственных типов:

- сервисные производственно-технологические предприятия, выполняющие работы по заказам сельскохозяйственных товаропроизводителей;
- сельскохозяйственные предприятия с полным циклом производства продукции в составе агропромышленных кооперативных структур (агрокомбинаты, агрофирмы и т. п.).

Характерным представителем первого направления является Белгородская МТС; второго — МТС районных агрофирм, входящих в областной агрохолдинг ОАО «Орловский агрокомбинат».

Целесообразность организации МТС вызвана, с одной стороны, крайне ограниченными инвестициями в техническое перевооружение, с другой — процессами реформирования самих сельхозпредприятий, появлением большого числа мелких и средних товаропроизводителей (кооперативов, фермерских и личных подсобных хозяйств). Использование высокопроизводительной и дорогостоящей техники в мелких хозяйствах неэффективно. МТС может выполнять работы по мелиорации, агрохимическому обслуживанию, культуротехнические работы [74]. Анализ работы МТС показывает, что только за счет совершенствования организации труда и повышения качества технического сервиса эффективность использования техники значительно возрастает. Так, средняя сезонная выработка тракторов МТС оказалась в 2 раза, а зерноуборочных комбайнов — в 1,6 раза выше, чем в хозяйствах. Средние



затраты на ремонт в сельскохозяйственных предприятиях составляют до 36% от стоимости работ, аналогичные затраты в МТС — 25% при одинаковой сумме амортизационных отчислений. В лучших МТС, где налажено техническое обслуживание и ремонт отечественной техники, производительность труда механизаторов не ниже, чем у зарубежных специалистов, работающих на более надежной технике. МТС следует рассматривать как прогрессивную форму оказания услуг сельским товаропроизводителям в основных видах работ в растениеводстве и животноводстве, как организационную и производственную структуру в АПК по внедрению прогрессивных технологий и оборудования в сельскохозяйственное производство, как способ эффективного использования и высокой загрузки высокопроизводительной и дорогостоящей сельскохозяйственной техники.

Примерная организационная структура инженерной службы МТС представлена на рисунке 6.6. Служба включает шесть функционально специализированных инженерных участков для выполнения всего комплекса работ, возложенных на МТС, по профилю ее производственной деятельности [29].

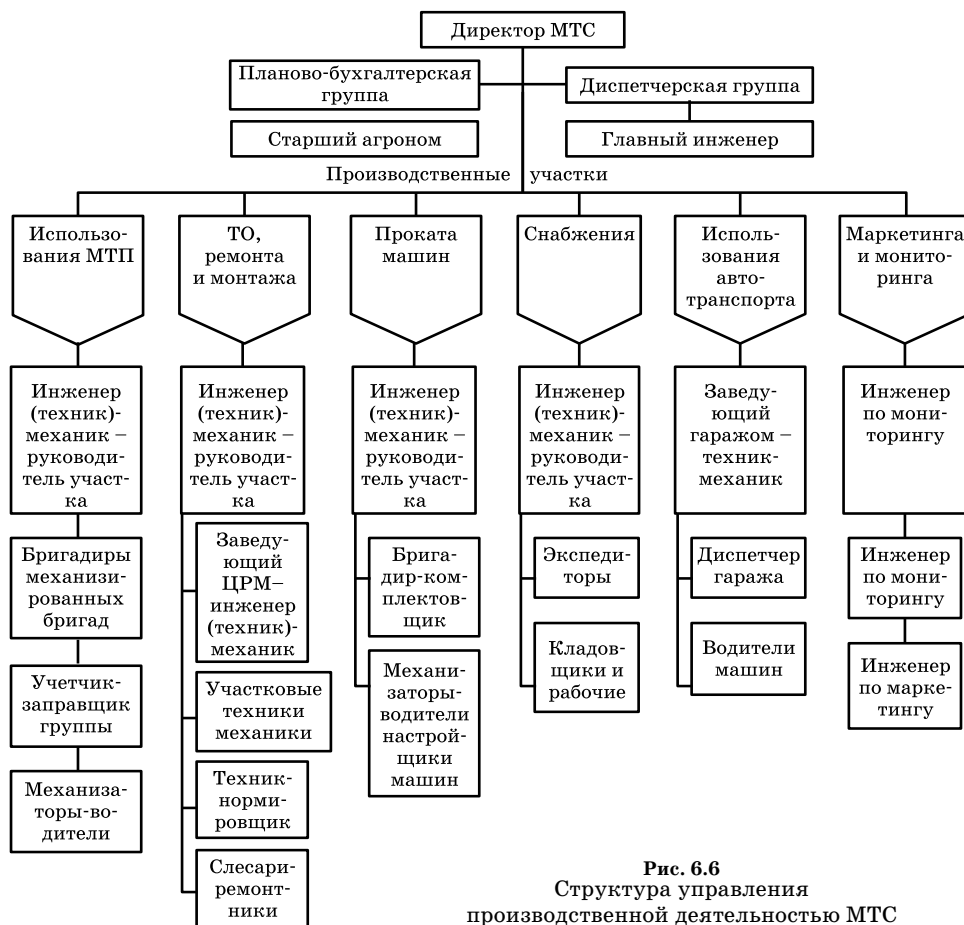


Рис. 6.6  
Структура управления  
производственной деятельностью МТС

Назначение инженерной службы МТС — организация эффективного использования имеющихся средств механизации, обеспечение их высокой технической готовности. Техника для МТС является источником основного дохода, поэтому она должна как можно дольше находиться в полной технической готовности и выполнять максимальные объемы механизированных работ. Это во многом определяет роль и значение инженерной службы в целом, а также структурный состав ее подразделений и их соответствие производственному профилю предприятия и его экономическим интересам. Организационная структура инженерной службы предусматривает четкую специализацию инженерного труда.

*Участок маркетинга и мониторинга* предназначен для мониторинга использования техники, выполнения механизированных работ в хозяйствах всех форм собственности, их анализа и обоснования рациональных организационных форм и методов выполнения механизированных работ. На участке разрабатывают стратегию рационального использования, технического обслуживания и хранения машинного парка и рекомендуют ее соответствующим профильным подразделениям, а также разрабатывают текущие и перспективные планы производственной деятельности МТС, целенаправленно наращивают ее экономический потенциал, формируют заказы на выполнение механизированных работ, определяют и обосновывают льготы и стимулы для хозяйств, пользующихся услугами МТС.

*Участок использования машинно-тракторного парка (МТП)* обеспечивает непосредственную организацию работы МТП и получение от нее максимального дохода. Здесь выполняются все виды механизированных работ согласно договорным обязательствам с соблюдением агротехнических сроков и высокого качества. Специалисты участка разрабатывают планы и графики работы техники, маршруты ее движения, участвуют в заключении договоров с заказчиками, четко отражая в них бытовые условия механизаторов, охрану техники и эксплуатационных материалов, изучают и внедряют в производство передовой опыт использования машин, эффективные технологии, приемы и методы выполнения механизированных работ.

*Участок использования транспортных средств* предназначен для организации использования транспортных средств и получения от их работы максимального дохода. Транспортный парк участка обеспечивает технологические нужды производственных подразделений МТС, выполняет все виды основных сельскохозяйственных грузоперевозок согласно договорным обязательствам в строго предусмотренные сроки. Специалисты разрабатывают планы, графики и маршруты движения машин, определяют условия перевозки, погрузки и разгрузки, бытовые условия для водителей, командированных на работу в хозяйства и технологические комплексы, изучают новые достижения в сфере грузоперевозок и использования транспортных средств, внедряют эффективные технологии, приемы и методы выполнения транспортных работ.

*Участок проката сельскохозяйственной техники* служит для организации механизированных работ в фермерских и коллективных хозяйствах с помощью заказного или оперативного проката тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин. Прокат техники предназначен для обес-

печения сельских товаропроизводителей средствами механизации по их потребности и на взаимовыгодных условиях. Специалисты участка на основании заказов составляют планы и графики работы имеющейся техники, ее своевременного предоставления заказчикам и возврата в МТС, разрабатывают и оперативно реализуют планы агрегатирования, технического обслуживания и ремонта в полевых условиях машин, находящихся у заказчиков, изучают и внедряют в производство передовые достижения в сфере организации проката сельскохозяйственной техники.

*Участок технического обслуживания и ремонта машин* предназначен для поддержания машинного парка МТС в работоспособном состоянии в течение всего срока эксплуатации. Специалисты участка (своими силами и с привлечением потенциала других участков и специализированных сервисных предприятий) организуют и проводят диагностику, техническое обслуживание и ремонт всех средств механизации, находящихся в МТС, планируют и разрабатывают графики проведения ремонтно-обслуживающих работ всех видов техники и обеспечивают ими структурные подразделения МТС. При наличии достаточного ремонтно-обслуживающего потенциала на участке выполняются заказы на договорных условиях, изучаются и внедряются в собственное производство наиболее эффективные технологии и приемы выполнения ремонтно-обслуживающих работ, постоянно укрепляется и совершенствуется потенциал стационарной ремонтно-обслуживающей базы и мобильных сервисных средств.

*Участок снабжения* в соответствии с заявками, утвержденными директором МТС, снабжает все структурные подразделения техникой, оборудованием, запасными частями, ремонтно-эксплуатационными материалами, инструментом и приборами, обеспечивает качественное хранение товарно-материальных ценностей. На участке изучается, обобщается и реализуется передовой опыт материально-технического снабжения и наиболее эффективные достижения.

*Главный инженер* МТС руководит деятельностью всех структурных участков инженерной службы, координирует их взаимодействие и технологическую взаимосвязь, разрабатывает и ставит перспективные задачи, организует и контролирует их выполнение.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В МТС

В действующих МТС созданию структурных подразделений по материально-техническому снабжению не уделяется должного внимания. Во многих МТС они отсутствуют, и функции планового материально-технического обеспечения выполняют различные сотрудники, чаще всего главный инженер. Многие снабженческие вопросы при этом решаются поверхностно, в основном путем многократных повторов, связанных с дополнительными финансовыми расходами.

Подразделение по материально-техническому обеспечению отсутствовало и в советских МТС, что было одним из их главных организационных недостатков. Снабжением вынуждены были заниматься главный инженер, заведую-



Рис. 6.7  
Организационная структура участка материально-технического обеспечения МТС

щий мастерской, инженер-контролер, инженер по сельхозмашинам и другие инженеры, обычно отлучавшиеся по снабженческим делам со своих рабочих мест на несколько дней и не исполнявшие в это время своих прямых обязанностей. Снабженческая «карусель» приводила к тому, что одни виды материалов и запасных частей присутствовали на складах в изобилии, а других не хватало или не было вовсе. Поэтому организация участка материально-технического обеспечения в МТС — исключительно важное и прогрессивное решение в совершенствовании системы инженерно-технического обеспечения. Основная цель участка — снабжение всех подразделений инженерной службы необходимым ассортиментом техники, оборудования, материалов, запасных частей, инструмента, приборов в требуемые сроки и в нужном количестве, а за счет этого — поддержание высокой технической готовности и работоспособности средств механизации [45, 38].

Участок материально-технического обеспечения представлен небольшим количеством специалистов и рабочих (рис. 6.7) и решает следующие задачи:

- рассчитывает совместно со специалистами других (технологических) участков потребность МТС в технике, оборудовании, материалах, запасных частях, инструменте, приборах, разрабатывает и утверждает годовой, квартальный и месячный план снабженческой деятельности;
- обеспечивает получение товарно-материальных ценностей, их доставку и надежное складирование в МТС, сдает в ремонт на заводы, РТП и обменные пункты машины, агрегаты, узлы, получает их обратно и доставляет на МТС;
- приобретает согласно заявкам технику, оборудование, запасные части, эксплуатационные и ремонтные материалы, приборы, инструмент и передает их заказчикам;
- организует хранение имеющихся на складе и поступающих товарно-материальных ценностей, своевременно реализует сверхнормативные запасы;
- обеспечивает прочные производственные связи с изготовителями техники, оборудования, запасных частей и материалов, своевременно представляет заявки и контролирует ход их выполнения;
- поддерживает постоянную связь с технологическими участками МТС, обеспечивает выполнение их заявок в минимальные сроки.

Для нужд МТС достаточно пяти–семи человек, чтобы успешно решать задачи по материально-техническому обеспечению предприятия и полностью освободить специалистов других технологических участков от непрофильных снабженческих функций.

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ИНЖЕНЕРНОЙ СЛУЖБЫ МТС

Для своевременного и качественного выполнения сервисных работ каждое структурное подразделение инженерной службы должно иметь соответствующие стационарные сооружения с необходимым технологическим оборудованием, а также мобильные технические и транспортные средства для выполнения ряда сервисных работ в полевых условиях. Общий состав инженерных сооружений, которыми должна располагать МТС, представлен на рисунках 6.8 и 6.9.

При формировании материально-технической базы инженерной службы МТС следует учитывать, что выбор типовых или нетиповых инженерных объектов для нового строительства или реконструкции должен быть основан на ряде требований:

- объекты и сооружения, предназначенные для хранения, технического обслуживания, ремонта машинно-тракторного и автомобильного парков, необходимо эксплуатировать с использованием новейших технологий;

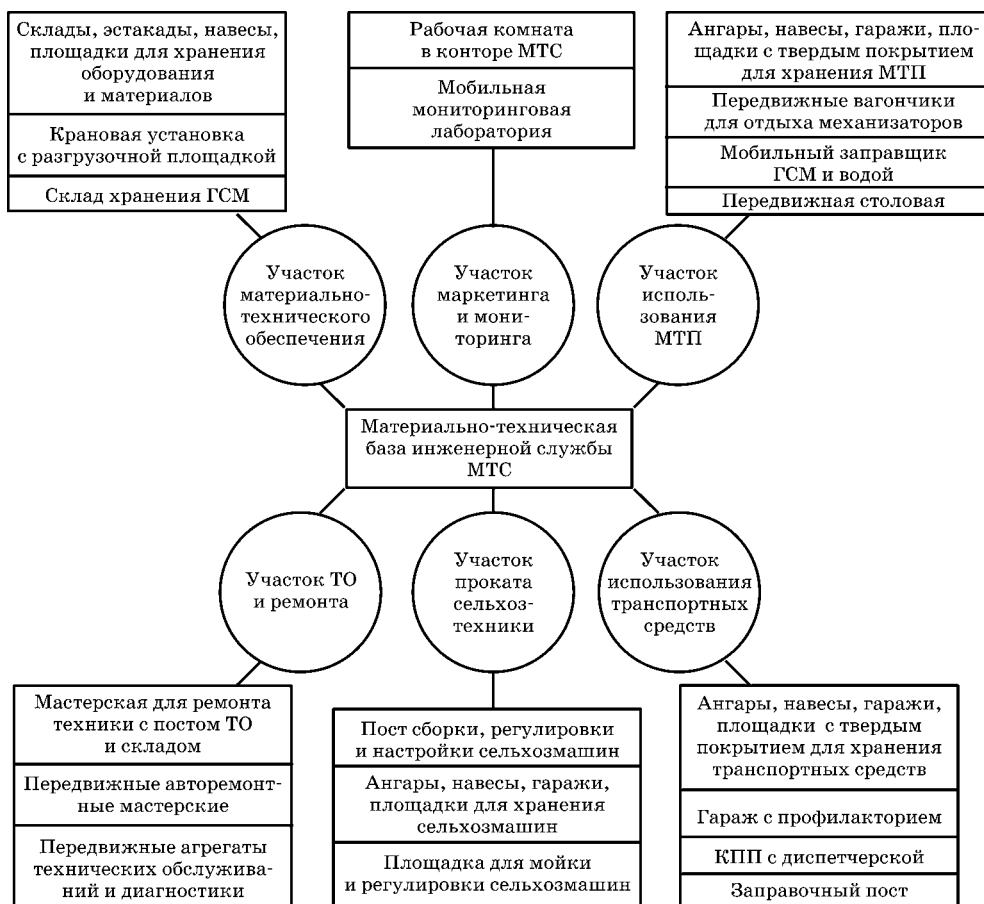


Рис. 6.8

Структура материально-технической базы инженерной службы МТС

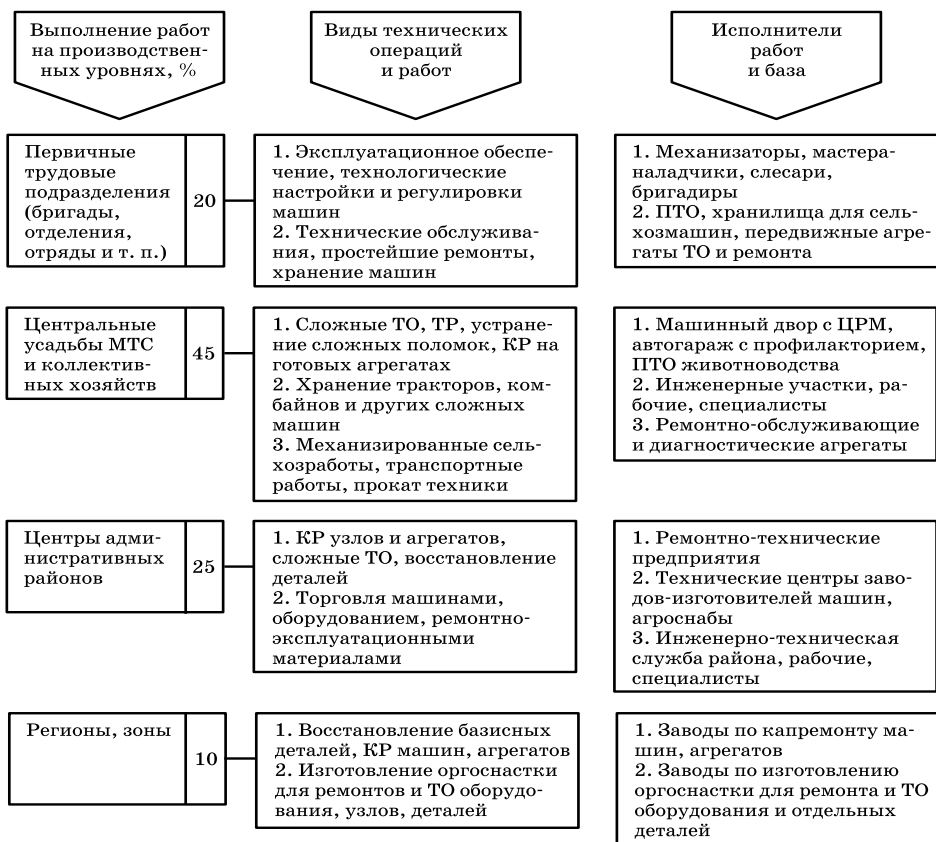


Рис. 6.9  
Организационная схема многоуровневого выполнения ремонтно-обслуживающих работ в условиях МТС



Рис. 6.10  
Основные принципы своевременного и качественного ремонта сельскохозяйственной техники

- мощность ремонтно-обслуживающих объектов должна обеспечивать своевременное обслуживание и ремонт имеющейся в МТС техники с учетом дальнейшего роста ее количества в ближайшие 10–15 лет;
- выбор ремонтно-обслуживающих сооружений и объектов МТС должен быть обоснован технико-экономическим расчетом, в котором предусматриваются оптимальное время проведения обслуживания и ремонтов и минимальная стоимость сервисных работ.

Практический опыт показал целесообразность кооперации при выполнении ремонтно-обслуживающих работ между владельцами техники и специализированными районными и региональными сервисными предприятиями. Мощность собственной ремонтно-обслуживающей базы, которую необходимо создавать в МТС, следует рассчитывать на годовую трудоемкость работ, составляющую примерно 65% от общей трудоемкости (рис. 6.10). Остальной объем работ (35%) будут составлять операции высокой технологической сложности, их лучше делегировать районным и региональным ремонтно-техническим предприятиям и заводам-изготовителям (через дилерские центры).

#### ИНЖЕНЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ В МТС

Одним из новых способов повышения эффективности управления производством является система инженерного мониторинга. Основное назначение этой системы — своевременное информационное обеспечение руководителей инженерно-технических работ данными объективной оценки состояния дел в использовании техники, ее обслуживании и ремонте, разработка рекомендаций по предупреждению негативных явлений и устранению их последствий в производственных процессах, связанных с взаимодействием техники и окружающей среды.

Основная управленческая деятельность руководителей МТС базируется на мониторинговой информации о различных технических и технологических процессах, событиях и фактах. Эти сведения могут быть представлены в форме сводок, отчетов, графиков, планов, предложений, актов и т. п., которые, как правило, хранятся в памяти компьютеров и печатаются по мере необходимости. На любом уровне управления отсутствие надежной информации лишает руководителя ориентиров и является одной из причин ошибочных решений. Эффективность управления в большой степени зависит от качества информации. Основными требованиями, которые характеризуют информацию как качественную, являются ее полнота, своевременность, точность, краткость и обоснованность. Для подготовки информации в структуре инженерной службы предусматривается мониторинговый участок, выполняющий ряд общепроизводственных и специальных функций:

- сбор и обработку первичной информации, характеризующей влияние средств механизации и технологии на результаты деятельности МТС и сельхозтоваропроизводителей;
- разработку прогнозов и предложений для руководителей и специалистов сервисных структур по эффективному использованию средств механизации, недопущению ее негативного воздействия на окружающую среду;

- участие в обосновании экологических, эргономических и агротехнических требований к средствам механизации, их рабочим органам и механизированным технологиям;
- наблюдение и регистрацию факторов, отрицательно воздействующих на количество и качество производимой продукции, на здоровье человека и окружающую среду;
- подготовку информации, характеризующей техническое состояние средств механизации, экологическую обстановку, уровень положительных и отрицательных воздействий средств механизации и новых технологий на окружающую среду и человека. Информация предназначена для специалистов МТС, заводов-изготовителей сельскохозяйственной техники, руководителей;
- участие в экспертизах соответствия экологической безопасности внедряемых в производство машин, инженерно-технических сооружений и новых технологий уровню производственных требований;
- оценку степени влияния государственной политики, способов инвестирования средств в АПК и организацию производства на развитие механизированных процессов и технологий.

Представленный перечень основных функций мониторингового участка МТС — приблизительный; в процессе работы его необходимо уточнять и дополнять. Сотрудники участка, руководствуясь этим перечнем, могут положительно воздействовать на организационно-технологический процесс. Специалист по маркетингу не имеет прямого отношения к сфере инженерно-технического обеспечения, а взаимодействует с инженерно-техническими работниками по вопросам загрузки техники, поиска заказчиков, реализации ряда сервисных услуг и др. Функции этого специалиста утверждаются

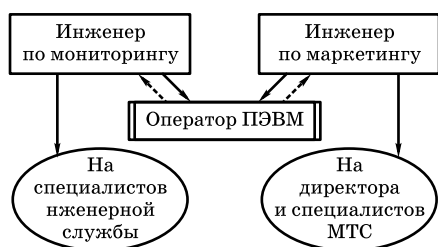


Рис. 6.11  
Структурная схема участка мониторинга и маркетинга

директором МТС и носят общепроизводственный характер. Схема комплектования участка мониторинга и маркетинга представлена на рисунке 6.11.

Поскольку мониторинговый участок является частью системы управления МТС, его структура должна быть увязана со структурами основного производства и управления и при этом ориентирована на взаимодействие с окружающей средой.

Направление сбора и мониторинга информации определяется целью инженерного обеспечения сельскохозяйственного производства: выполнить заданный объем работ в агротехнические сроки с требуемым качеством, минимальными затратами и без ущерба для окружающей среды. В современных условиях большое значение имеет полнота информации о внешней среде. Предметом мониторинга должны быть:

- действующее законодательство, правительственные решения, приказы, распоряжения и инструкции вышестоящих органов управления;
- демографические и социальные тенденции развития района базирования МТС;



- экономические тенденции развития страны, области (края), административного района;
- уровень развития техники и тенденции развития технологических процессов;
- факторы производства (трудовые ресурсы, земля, техника, ремонтно-эксплуатационные материалы, обслуживающая база и т. д.);
- спрос на инженерное обеспечение производства, его качество, своевременность, надежность;
- положение дел в обслуживаемых коллективных и фермерских хозяйствах, внедрение ими новых разработок в сфере технического сервиса.

При создании участка необходимо учитывать специфические принципы мониторинга:

- непрерывность наблюдения за объектами, строгую периодичность снятия информации о происходящих изменениях систем, процессов и т. п.;
- сопоставимость показателей, применяемых для оценки изменений по объектам и во времени;
- сочетание анализа, оценки его промежуточных и конечных результатов, прогнозов ближайших и отдаленных последствий социально-экономического характера;
- развитие системы мониторинга путем обогащения методического инструментария, технического оснащения, расширения наблюдаемых процессов, увеличения их количества.

Таким образом, мониторинговый участок создается на общих и некоторых специфических принципах организации. Важнейшими из них являются:

- упрощенная организационная структура участка, отражающая специфику производственной деятельности МТС, особенности построения ее органов управления, а также влияние внешней среды на деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и МТС;
- оперативность и своевременность оценки, анализа, разработки предложений по важнейшим аспектам деятельности техники, состояния окружающей среды и человека при выполнении МТС плановых видов работ и отдельных технологических процессов;
- последовательное и непрерывное наблюдение за техникой, механизированными технологическими процессами, формирование объективной информации и представление ее аппарату управления и специалистам соответствующих отраслей производства;
- прогнозирование производственных процессов в их взаимосвязи с окружающей средой, средствами механизации, требованиями защиты здоровья механизаторов, улучшением взаимоотношений МТС, заказчиков работ и повышения эффективности сельскохозяйственного производства;
- разработка обоснованных предложений и рекомендаций специалистам МТС, коллективных и фермерских хозяйств, руководителям различных уровней производства по повышению эффективности использования техники, сохранению окружающей среды и здоровья человека.

Информация, подготовленная на мониторинговом участке для специалистов МТС, должна базироваться на новейших средствах измерения пер-

вичных технологических процессов, научно обоснованных методиках оценки полученных показаний и явлений. Представляют практический интерес научные исследования с целью повышения эффективности обработки входящей информации и разработки предложений и рекомендаций. Значение мониторинговой информации в системе управления производственными процессами будет постоянно возрастать.

#### УПРАВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ СЛУЖБОЙ РАЙОНА

Управление инженерной службой района со стороны районного руководства ограничивается контрольными функциями. Это в большей мере относится к инженерной службе государственной инспекции технического надзора за использованием тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин (гостехнадзор). В настоящее время федеральные и региональные власти особое внимание уделяют развитию на районном и межрайонном уровнях системы информационно-консультационной службы, ее инженерных подразделений. Эта структура, как и другие негосударственные подразделения, должна работать с сельскохозяйственными и сервисными предприятиями на договорной основе, оказывая им информационные и консультационные услуги, помогающие формировать эффективную технологическую, техническую и кадровую политику.

#### 6.2.3.

#### РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

В каждом регионе (области, крае) созданы и функционируют соответствующие управленческие структуры АПК (управления, департаменты, министерства и т. п.). В их составе предусмотрен соответствующий штат инженерно-технических специалистов, чаще всего в виде отдела управления механизации. В разных регионах организационная структура, численный состав, а иногда и функции этого подразделения существенно различаются. Региональная инженерная служба рассматривается как единое целое, включающее управляющие инженерные подразделения, предприятия инженерного и материально-технического сервиса, службу гостехнадзора, информационно-консультационные, научные и учебные учреждения.

Инженерная служба регионального уровня взаимосвязана с низовыми структурами — инженерными службами на уровне района и хозяйства. Ее подразделения создаются по принципу функциональной специализации, а по вертикали их функции увязываются с функциями низовых инженерных подразделений и специалистов. Поэтому отдел механизации желательно формировать из функционально специализированных подразделений, которые осуществляют производственное взаимодействие с низовыми инженерными службами административных районов, хозяйств и МТС (рис. 6.12).

Основными задачами инженерной службы региона являются:

- разработка и реализация технической политики региона в области механизации и электрификации сельскохозяйственного производства;
- организация эффективного использования средств механизации в полеводстве, животноводстве и других отраслях АПК;

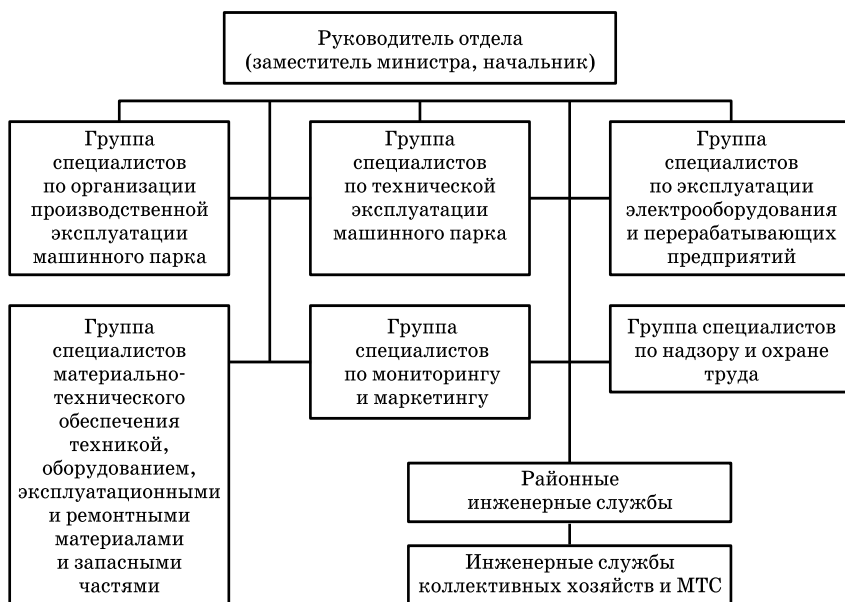


Рис. 6.12

Схема отдела механизации на региональном уровне

- обеспечение своевременного и качественного проведения ремонта, технического обслуживания и хранения средств механизации в хозяйствах и МТС всех форм собственности;
- своевременная подготовка, укрепление и совершенствование ремонтно-обслуживающей базы;
- разработка и внедрение передовых, научно обоснованных форм и методов организации ремонтно-обслуживающих работ на специализированных предприятиях, в хозяйствах и МТС;
- разработка и внедрение передовых, научно обоснованных технологий ремонтно-обслуживающих работ и снижения их себестоимости;
- организация эффективного сервисного обеспечения работающих машин и оборудования в полевых условиях, на животноводческих фермах и перерабатывающих предприятиях;
- внедрение эффективных производственных процессов, обеспечивающих существенное повышение технической готовности машинного парка, рост доходов сервисных предприятий всех производственных уровней.

Переход производителей и потребителей сельскохозяйственной техники к рыночным отношениям, реформирование коллективных и создание фермерских хозяйств предъявляют новые, более высокие требования к системе инженерно-технического обеспечения АПК. Расчеты показывают, что затраты на укрепление инженерных служб всех производственных уровней многократно окупаются за счет повышения надежности техники, своевременного выполнения механизированных работ и сокращения потерь сельскохозяйственной продукции.

### 6.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЕРЖАННОЙ ТЕХНИКИ

Формирование вторичного рынка сельскохозяйственной техники, поддержание энергетических параметров парка машин имеющейся и постоянно модернизируемой техникой является альтернативой полного обновления парка машин новыми образцами. Модернизация сельского хозяйства невозможна без эффективного вторичного рынка техники, необходимость которого диктуется высокой степенью экономической дифференциации сельхозтоваропроизводителей.

В настоящее время лишь 15–20% сельхозпредприятий финансово благополучны. Они осваивают современные технологии и высокопроизводительную технику новых поколений, как правило, зарубежные. Высокий уровень производства в таких хозяйствах возможен только при ускоренной смене поколений машинно-технологических ресурсов. Для этого по завершении гарантийного срока и периода ускоренной амортизации (четыре–пять лет) следует реализовать технику на вторичном рынке. После восстановительного ремонта такие машины перепродаются с предоставлением новых гарантийных обязательств новым владельцам-пользователям — хозяйствам «среднего класса» для повторной эксплуатации на завершающем жизненном цикле машины до 10–15-летнего «стажа». Какая-то часть этих машин найдет на третьем этапе применение в хозяйствах невысокого достатка. Отечественная техника, как правило, может менять пользователя (средние и слабые хозяйства) не более двух раз. Участниками вторичного рынка сельскохозяйственной техники являются: коллективные предприятия различных форм собственности (ООО, ОАО, ЗАО и др.), личные подсобные хозяйства (ЛПХ), крестьянские (фермерские) хозяйства (КФХ). Их функции на рынке — продажа и приобретение поддержанной и восстановленной техники.

Возможные функции предприятий технического сервиса на вторичном рынке сельскохозяйственной техники: розничная и оптовая купля-продажа, восстановление, техническое обслуживание и ремонт в гарантийный и послегарантийный периоды.

Зарубежные фирмы присутствуют на рынке поддержанной сельхозтехники в качестве продавцов; возможно также участие предприятий несельскохозяйственного профиля и физических лиц. Любой из участников рынка может быть продавцом, покупателем или посредником.

Концепция развития отечественного вторичного рынка сельхозтехники включает три базовых положения [41]:

- институциональные преобразования с созданием структуры для построения эффективной рыночной среды и производственного аппарата в целях формирования рынка и функционирования парка вторичной техники;
- определение участия государства в этом процессе и разработка мер его вовлечения;
- создание стимулирующего механизма логистики вторичной техники и достижение экономической эффективности модернизации машин.

Необходимость объединительной структуры для многих участников рынка вторичной техники обусловлена их разобщенностью и низкой эффектив-

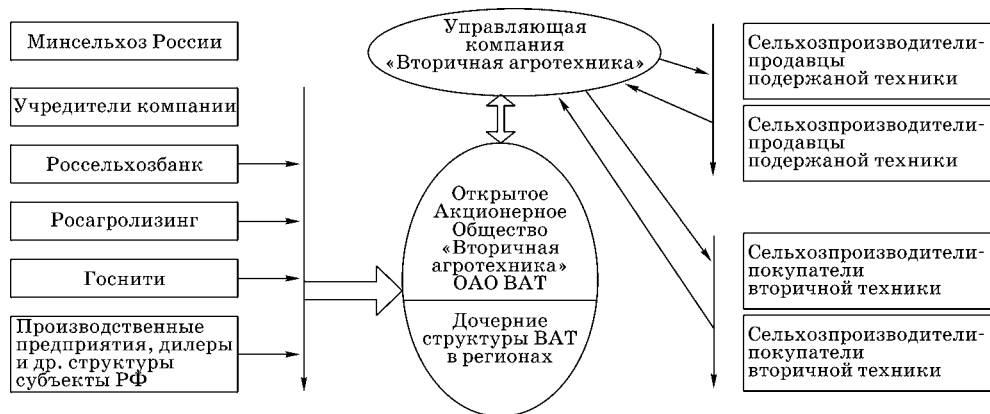


Рис. 6.13  
Структура управляющей компании «Вторичная агротехника»

ностью действий. Интеграционная структура может иметь различную форму собственности и организации процесса.

*Пример.* Создание акционерного общества открытого типа — ОАО «Вторичная агротехника» с оперативной управляющей компанией (рис. 6.13).

Предполагаемый состав учредителей: финансовая структура, например Россельхозбанк, — для обеспечения деятельности компании финансовыми ресурсами; лизинговая структура, например «Росагролизинг», — для обеспечения стимулирующих условий реализации продукции — вторичных машин; научное учреждение, например ГОСНИТИ, — для формирования и осуществления научно-технической, рекламной и информационной политики, а также система производственных и дилерских предприятий — для формирования фонда вторичной техники в режиме *трейд ин* (сбор, восстановление, логистика, реализация) или по иным механизмам с обязательным определением гарантийных обязательств на свою продукцию [41]. Создание такой структуры позволит Россельхозбанку и «Росагролизингу» решать проблемы с имеющейся у них в залоге «зависшей» возвратной техникой — результатом наличия в сельском хозяйстве неплательщиков по кредитам и лизингу.

Необходимо, чтобы выделяемые государством сельскому хозяйству субсидии на технику — субсидирование кредитов, лизинга и т. п. — распространялись и на вторичную технику. Этими стимулами в первую очередь должны пользоваться бедные сельхозтоваропроизводители — основные потребители поддержанных машин, которые в настоящее время ограниченно могут пользоваться господдержкой из-за отсутствия надежных гарантий платежеспособности. Для таких хозяйств надо разработать механизмы господдержки при покупке вторичной техники, например, с использованием системы страхования и др.

Экономический механизм функционирования вторичного рынка техники во многом аналогичен рынку новой техники. Различия заключаются в основном в налогообложении. Поддержанная машина в отличие от новой в процессе оборота покупается дважды (сначала в виде ремфонда, затем готового изде-

лия). Поэтому налоговые органы допускают двойное налогообложение по НДС — при покупке машины у старого владельца и продаже новому пользователю (владельцу). Это значительно удорожает вторичную технику. Двойное налогообложение имеет место и применительно к восстановленным запасным частям и агрегатам машин, что тормозит развитие данного вида производства.

Потенциальный объем продукции на вторичном рынке будет определяться платежеспособным спросом, который должен быть скорректирован наличием подержанных машин (ремфондом). Фонд подержанных машин в настоящее время может формироваться из двух источников:

- списанные в сельском хозяйстве машины, которые составят большую часть ремфонда;
- возвратные машины Россельхозбанка и «Росагролизинга»; при среднегодовом возврате 3–5% от количества реализуемых новых машин (тракторов — около 3,5 тыс., зерноуборочных комбайнов — 2,2 тыс., грузовых автомобилей — 1,2 тыс. в год) их число составит 150, 100, 50 шт. соответственно.

Если в ремфонд будет направляться около половины списываемых машин (ежегодно около 15–20 тыс. тракторов, зерноуборочных комбайнов и др.), то вторичный рынок по количеству поставляемых машин будет сопоставим с рынком новой техники.

Мировой опыт вторичного рынка подтверждает экономическую выгоду многократной перемены владельцев в процессе жизненного цикла машин. Как показывают расчеты, развитие вторичного рынка техники в современном российском сельском хозяйстве позволяет:

- ускоренно наращивать парк машин в связи с ростом объемов работ в процессе модернизации отрасли;
- поддерживать достаточный энергетический ресурс техники у сельхозтоваропроизводителей (СХТП) с низкими технологическими и финансовыми параметрами.

С учетом обобщения опыта регионов, а также исследований ученых ГОСНИТИ, ВНИИЭСХ и других институтов были сформированы следующие принципы организации вторичного рынка сельскохозяйственной техники:

- проведение мониторинга и отбор техники, имеющей спрос на вторичном рынке;
- организация партнерских отношений всех участников вторичного рынка;
- равенство участников и возможность выбора услуг;
- разделение финансовых рисков с соответствующим распределением доходов;
- кооперация работ по совершенствованию системы вторичного использования техники;
- выбор оптимальных схем восстановления и сбыта продукции на вторичном рынке;
- подбор ремонтных и базовых заводов для восстановительного производства.

Во вторичном рынке заинтересованы сельскохозяйственные предприятия всех видов: товаропроизводители, не имеющие финансовых возможно-

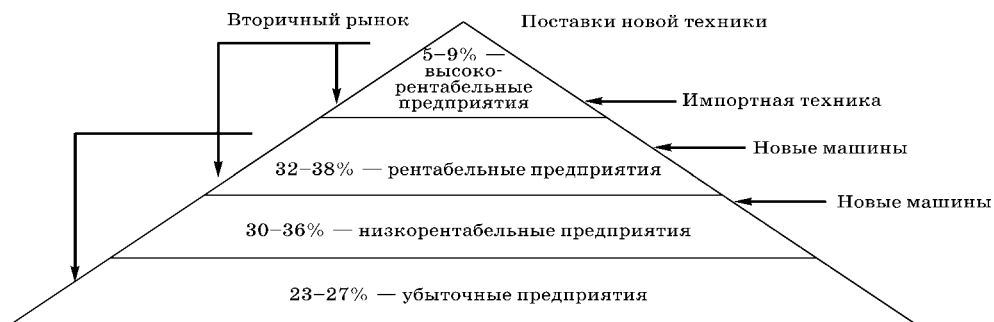


Рис. 6.14  
Наполнение вторичного рынка сельскохозяйственной техникой

стей для приобретения дорогостоящей новой техники, и благополучные хозяйства, которым необходимо обновить машины. Вторичный рынок необходим и ремонтным предприятиям, у которых появляется возможность ввода в действие неиспользуемых производственных мощностей и увеличения объема услуг. На рисунке 6.14 показаны источники наполнения вторичного рынка сельскохозяйственной техникой.

На рисунке 6.15 показана схема взаимодействий предприятий и заказчика на региональном вторичном рынке техники. Возможны и другие схемы с учетом финансового положения хозяйств.

На региональном уровне возможно создание фондов ремонта сельхозтехники, которые будут оплачивать ремпредприятию выполненные работы, а хозяйство будет рассчитываться с фондом в рассрочку. Ремонтное предприятие, восстанавливающее подержанную технику, должно устанавливать гарантийный срок эксплуатации без отказов, обеспечивать гарантийный и постгарантийный ремонт, поставку запасных частей.

Восстановленная техника должна пройти предпродажную подготовку на ремонтно-техническом предприятии. Ее цена на вторичном рынке не должна

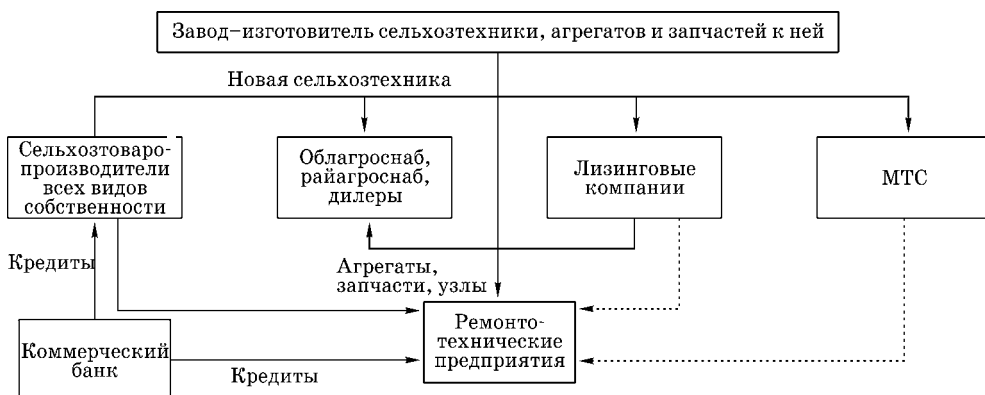


Рис. 6.15  
Взаимодействие контрагентов на вторичном рынке региона

Таблица 6.3

## Наличие техники в 2008 г. и прогноз парка машин с учетом продаж техники на вторичном рынке

Наличие техники, тыс. шт.	2008	2015	2020
тракторы	525,6	650,0	900,0
зерноуборочные комбайны	140,2	190,0	250,0
кормоуборочные комбайны	32,2	40,0	60,0
грузовые автомобили	248,7	400,0	750,0

превышать 50–70% первоначальной стоимости в зависимости от срока службы базовой машины, гарантированного ресурса, объема и качества восстановительных работ.

В таблице 6.3 показано наличие техники в 2008 г. и прогноз парка машин на 2015 и 2020 гг. с учетом продаж на вторичном рынке.

Изучение зарубежного опыта и проведенные исследования показали, что реальным регулятором работы ремонтных и торгово-снабженческих предприятий на вторичном рынке может стать товарная биржа. Ее цель — интеграция в АПК необходимой информации, связанной с организацией и регулированием биржевой торговли подержанной техникой, узлами, агрегатами и запасными частями, что значительно упростит поиск поставщиков и потребителей, будет формировать реальные цены на подержанные ресурсы, представит участникам биржевой торговли определенные гарантии по исполнению биржевых сделок.

Товарная биржа вторичных ресурсов, организованная в масштабе АПК России, оснащенная современными электронными средствами, будет иметь большое значение для многих сельхозтоваропроизводителей, ремонтных предприятий и заводов-изготовителей. В настоящее время ГОСНИТИ активно работает над созданием биржи восстановленной сельскохозяйственной техники, узлов, агрегатов, запасных частей, ремонтно-технологического оборудования и оснастки.

#### 6.4. РЕМОНТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АПК

Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве предусматривает три стратегии:

- ремонт и обслуживание по потребности после отказа —  $C_1$ ;
- стратегия, регламентированная в зависимости от наработки (календарного времени) по сроку и содержанию ремонтно-обслуживающих воздействий, —  $C_2$ ;
- по техническому состоянию с периодическим или непрерывным контролем (диагностированием) —  $C_3$ .

Каждая из этих стратегий имеет преимущества и недостатки (табл. 6.4).

При стратегии  $C_1$  обеспечивается наиболее полное использование ресурса машины и ее элементов, но снижается надежность (безотказность), увели-



чиваются простои машин по техническим причинам и, соответственно, потери. Данная стратегия реализуется при устранении последствий случайных отказов, которые не удалось предотвратить.

В прошлом столетии доминировала регламентированная планово-предупредительная стратегия  $C_2$ . В последние два–три десятилетия, по мере создания доступных средств диагностирования, все большее распространение во всех отраслях (металлургическом производстве, транспорте, сельском хозяйстве и др.) получает система назначения предупредительных ремонтно-обслуживающих работ по результатам оценки технического состояния  $C_3$ .

Применение той или иной стратегии обуславливается большим количеством факторов, таких как стоимость и безотказность машин, насыщенность парка, срочность выполняемых сельскохозяйственных работ, развитость системы технического сервиса, наличие и стоимость современных средств диагностирования, уровень подготовки механизаторов и слесарей.

Концепция технического обслуживания и ремонта машин в современных условиях, разработанная учеными ГОСНИТИ, максимально ориентирует на стратегию назначения ремонтно-обслуживающих работ по состоянию с периодическим или непрерывным контролем, т. е. стратегию  $C_3$ . Эта стратегия опирается на информацию, полученную на реальном опыте, что позволяет научно обосновать регламент назначения работ и осуществить про-

Таблица 6.4

Стратегии технического обслуживания и ремонта [74]

Стратегия назначения ТО и ремонта	Преимущества	Недостатки	Область применения
По потребности после отказа	Полное использование технического ресурса составной части	Частота отказов за срок службы составной части максимальна	При небольших простоях и издержках, вызванных отказом составной части (ремня вентилятора, лампы фары), случайных отказах
Регламентная	Небольшая частота отказов составной части за срок службы	Недоиспользование ресурса составной части и соответственно увеличение расхода запасных частей	При значительных простоях и издержках, вызванных отказом составных частей, когда отсутствует возможность безразборного контроля их состояния (наименее долговечные детали, заменяемые (регулируемые) при ремонте, ТО)
По состоянию (по результатам диагностирования):			
при прогнозировании по среднему статистическому изменению параметра	Частота отказов составной части за срок службы 3–7%	Уменьшение ресурса контролируемых элементов на 5–30% и соответственное увеличение расхода запасных частей	При значительных простоях и издержках, вызванных отказом составных частей, когда имеется возможность периодического и непрерывного экономически обоснованного контроля (регулируемые соединения топливной системы, системы зажигания и т. п.)
при прогнозировании по реальному изменению параметра	Частота отказов составной части за срок службы 1–3%	Необходимость в информации о наработке и значении параметров в прошлом	Для определения и полного использования остаточного ресурса агрегатов машин. Используется для установления регламента ТО и ремонта

филактические операции с наибольшей эффективностью, уменьшить расходы за счет наиболее полного использования остаточного ресурса заменяемых узлов и деталей. Основными управляющими переменными стратегии  $C_3$  являются допустимое значение контролируемого параметра  $UD$  или его допустимое отклонение в долях предельного  $D$  и межконтрольная наработка  $t_M$  [5]. Их оптимизацию осуществляют путем определения показателей динамики контролируемого параметра, установления вероятности отказа  $Q(D, t_M)$ , фактического значения используемого ресурса или наработки до отказа  $T_\phi(D, t_M)$ , числа проверок  $K_\Pi(D, t_M)$  и непрерывных издержек  $C_H$ , связанных с ухудшением работы составной части, в зависимости от  $D$  и  $t_M$ .

Целевая функция оптимизации  $D$  и  $t_M$  имеет вид:

$$G = \frac{A \cdot Q(D, t_M) + C \cdot [1 - Q(D, t_M)] + B \cdot K_\Pi(D, t_M) + C_H}{T_\phi} \quad (6.1)$$

$$0 \leq D \leq 1, 0 \leq T_M \leq T_\phi,$$

где  $A, C, B$  — средние дискретные издержки (руб.), связанные соответственно с устранением последствий отказа, предупредительным восстановлением элемента по рассматриваемому параметру и диагностированием элемента.

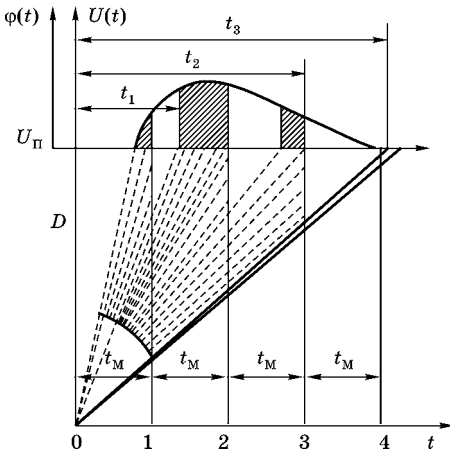


Рис. 6.16

Влияние допускаемого отклонения параметра  $D$  и межконтрольной наработки  $t$  на вероятность отказа (заштрихованные площади) и предупредительное восстановление (незаштрихованные площади) элемента

являющихся техническими требованиями на обслуживание, диагностирование и ремонт.

Достижение параметром предельного значения  $U_\Pi$  обуславливает отказ элемента по параметру. Если при  $D = U_\Pi$  плотность распределения ресурса  $\phi(t)$ , то вероятность отказа в  $i$ -м межконтрольном периоде

Прогнозирование остаточного ресурса  $t_{ост}$ , а также разработка правил и приемов определения вида и объема ремонта агрегатов или машин в целом могут быть выполнены в соответствии с выражением (6.1), в котором  $D$  меняется на  $t_{ост}$ , а вероятность отказа рассчитывается методом индивидуального прогнозирования изменений контролируемого параметра данного элемента. Использование той или иной стратегии при обслуживании машин зависит от целого комплекса условий, характеризующих не только их конструктивные особенности, но и всю совокупность производственных отношений и экономических условий, имеющих место в АПК.

На рисунке 6.16 показаны вероятности отказа при линейном изменении параметра в зависимости от управляющих показателей  $D$  и  $t_M$ , являющихся техническими требованиями на обслуживание, диагностирование и ремонт.

$$q_i = (D, t_M) \int_{t_{i-1}}^{i-t_M} \varphi(t) dt,$$

где  $t_{i-1} = (U_{II} i D) \cdot (i-1) \cdot t_M$ ;  $i = 1, 2, \dots, n_i$ .

При  $i = 1$  величина  $t_{i-1} = 0$ . Отказы наблюдаются при условии, что верхний предел интеграла больше нижнего. С увеличением  $i$  эта разность убывает. Последний эксплуатационный период, в котором будет наблюдаться отказ,

$$n_1 = \left[ \frac{1}{1 - \frac{D}{U_{II}}} \right].$$

Квадратные скобки указывают на то, что следует брать целую часть числа.

Выше рассмотрен относительно простой случай, учитывающий небольшое количество аргументов целевой функции. Более сложный вариант целевой функции предусматривает учет изменения параметра, поиск его допустимых значений при текущем, среднем и капитальном ремонте и оптимальных пробегах между ремонтами, учет степени восстановления номинального значения параметра при ремонте, коэффициентов вариации соответственно предельному значению параметра, обуславливающему постепенный отказ, средних издержек, связанных с приобретением и списанием составной части, и др.

Распространение стратегии  $C_3$  в настоящее время объясняется также тем, что она ориентирована на запросы индивидуального пользователя машин, которого интересуют не расходы и выгоды «в среднем», а решения по вполне конкретной машине в определенное время. Заказчик технических услуг будет дополнительно платить за диагностику лишь при условии, что эти затраты перекроются за счет более расчетливого и целенаправленного ремонта и обслуживания.

#### ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ АПК

Большое значение для успешной реализации стратегии  $C_3$  имеет качество и эффективность диагностирования состояния техники. Некачественная диагностика является причиной отказов в межремонтный период, необоснованных простоев и сводит на нет все преимущества стратегии  $C_3$ . Средства диагностирования делят на два класса по способу проведения и установления диагноза: первый класс — механические, электромеханические средства; второй — автоматизированные (электронные).

Эти средства имеют общие диагностические параметры и основаны на одних и тех же физических принципах. При инструментальной диагностике количественная оценка фактических значений диагностических параметров осуществляется с помощью измерительных преобразователей. Технические средства *первого класса* представляют собой диагностические комплекты, предназначенные для использования в полевых условиях, ремонтных мастерских, на пунктах и станциях технического обслуживания и других предприятиях, обслуживающих различные парки машин. Они позволяют проводить диагностику на основе большинства физических процессов, ис-

пользуемых при различных методах. Для средств *второго класса* из всех измерительных преобразователей используются только те, которые способны представлять измеряемую величину (диагностический параметр) в виде электрического сигнала. Технические средства второго класса позволяют:

1) измерять одновременно несколько параметров при контроле одного процесса, что повышает достоверность диагноза;

2) записывать быстропротекающие рабочие процессы и анализировать их элементы;

3) суммировать результаты измерений параметров при многократном повторении одного и того же процесса, что повышает надежность исходной диагностической информации;

4) автоматизировать процесс диагностирования;

5) вести специализированную базу данных по хранению и анализу диагностической информации, прогнозированию работоспособности и долговечности обслуживаемого парка машин.

Таким образом, различие между первым и вторым классами состоит в том, что в средствах диагностики первого класса отсутствуют, а в средствах второго класса неотъемлемой частью являются электронные специализированные или универсальные средства сбора первичной информации, ее промежуточной обработки, анализа и постановки диагноза с составлением перечня рекомендаций по дальнейшему управлению техническим состоянием диагностируемого объекта. Отдельные автоматизированные диагностические средства могут дополнительно вести базы данных с возможностью анализа накопленного статистического материала и последующего использования результатов анализа для совершенствования программного обеспечения в целях повышения точности диагнозов и прогнозов.

Комплекс КИ-12477-ГОСНИТИ позволяет подключать имеющиеся в средствах первого класса измерительные преобразователи с электрическим выходным сигналом, включает персональный компьютер, программное обеспечение, принтер, аналого-цифровые преобразователи, формы диагностических карт. Программное обеспечение позволяет диагностировать автомобили ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ и тракторы типа К-700 и Т-150.

Многофункциональная диагностическая и прогнозирующая система (ДИПС), разработанная коллективом специалистов (ВНИИЭП Министерства приборостроения, ГОСНИТИ, ЛСХИ и СибИМЭ), предназначена для комплексного диагностирования машин и механизмов — тракторов, зерноуборочных комбайнов, автомобилей, оборудования животноводческих ферм. ДИПС включает: измерительный блок, дистанционное управление, блок связи и измерительные преобразователи. Система включает 399 каналов, из них 355 измерительных. Выбор измеряемого диагностического параметра осуществляют «с клавиатуры». Измерение возможно на установившихся и переходных режимах работы. Для снятия параметров используют преимущественно накладные измерительные преобразователи, что значительно снижает трудоемкость диагностирования.

Диагностическая система КАД 300 предназначена для обнаружения неисправностей и регулировки бензиновых и дизельных двигателей автомоби-

лей. Система оснащена персональным компьютером, позволяющим проводить диагностику в диалоговом режиме в цифровом и графических форматах, обрабатывать и документировать сигнал газоанализатора, управлять процессом диагностирования с помощью клавиатуры и дистанционного пульта, поэтапно тестировать эффективную мощность двигателя, баланс мощности по цилиндрам, мощность механических потерь, относительную компрессию, напряжение и длительность искрового разряда, угол опережения зажигания или впрыска, а также осуществлять поиск неисправностей в системах зажигания и впрыска топлива по осциллограммам этих процессов. Система предусматривает совершенствование и расширение функциональных возможностей путем изменения и дополнения программного обеспечения.

Необходимо дальнейшее развитие технического диагностирования на основе разработки перспективных технических средств второго класса.

#### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В развитии диагностических систем большую роль играет разработка новых программ. Техническое состояние элементов конструкции машины определяют, последовательно выполняя проверки, входящие в программу диагностирования. Каждая проверка состоит из совокупности операций, применяемых к объекту. Состав проверок зависит от объекта диагностики, глубины диагностирования, применяемых диагностических средств.

#### ПОДСИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Рассматривая технологическую схему ремонта сельскохозяйственной техники (см. рис. 6.17), следует отметить, что процесс диагностирования, анализ неисправностей и принятие решений связаны с выполнением определенных действий по поиску и обработке информации. Эти действия опираются не только на результаты приборного диагностирования, но и на знания и опыт специалиста. В настоящее время данные процедуры не формализованы, их реализация носит субъективный характер.

Очевидно, что при диагностировании требуется анализ больших потоков информации. Внедрение в процесс хорошо отлаженного информационного обеспечения позволит значительно ускорить принятие решений за счет сокращения времени на обработку результатов диагностирования. В этих целях И. В. Матвейкин предлагает использовать базы данных (БД) и базы знаний (БЗ). На рисунке 6.18 показано их место в схеме управления техническим состоянием машины [45].

При формировании БД и БЗ необходимо произвести отбор и первичную обработку необходимой информации и организовать ее хранение. Алгоритм данной процедуры представлен на рисунке 6.19. При использовании БД и БЗ, как показали проведенные исследования, время на обработку информации уменьшается в 2 раза, что приводит к сокращению всего цикла технологического процесса в среднем на 20%. В большинстве случаев процесс принятия

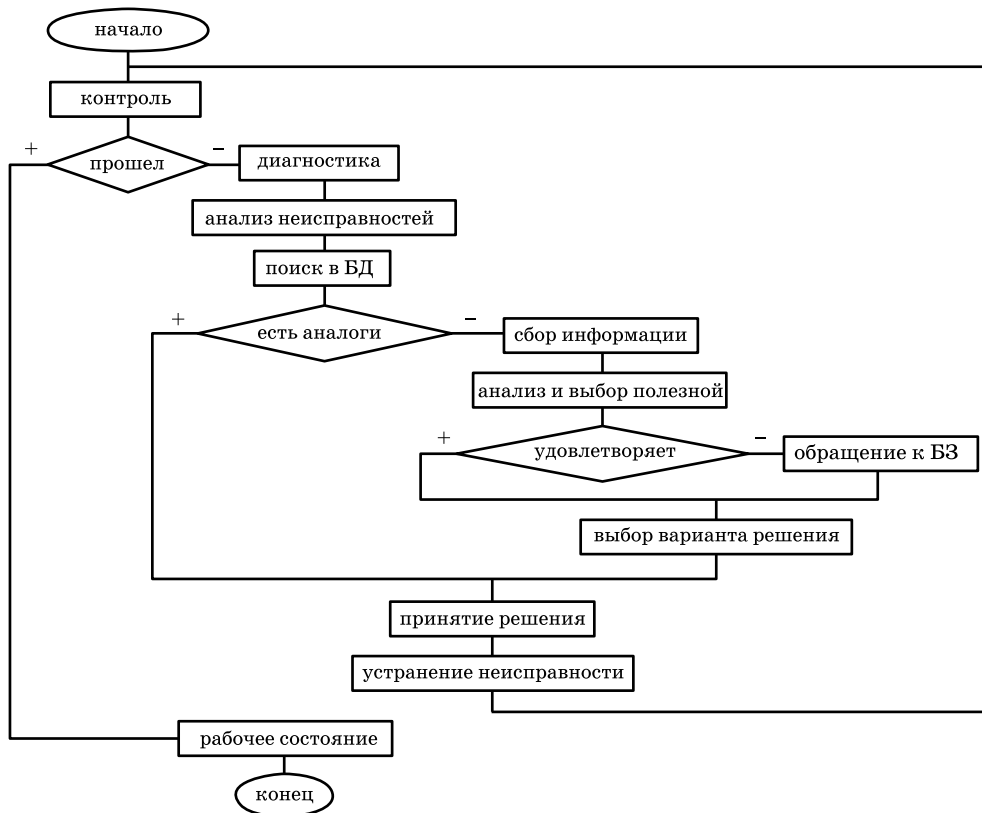


Рис. 6.17

Технологическая схема ремонта сельскохозяйственной техники

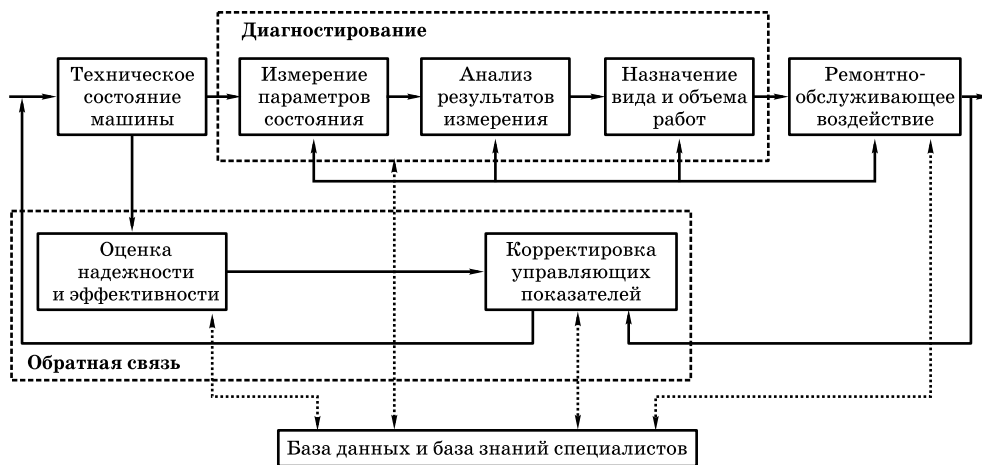


Рис. 6.18

Схема управления техническим состоянием машины

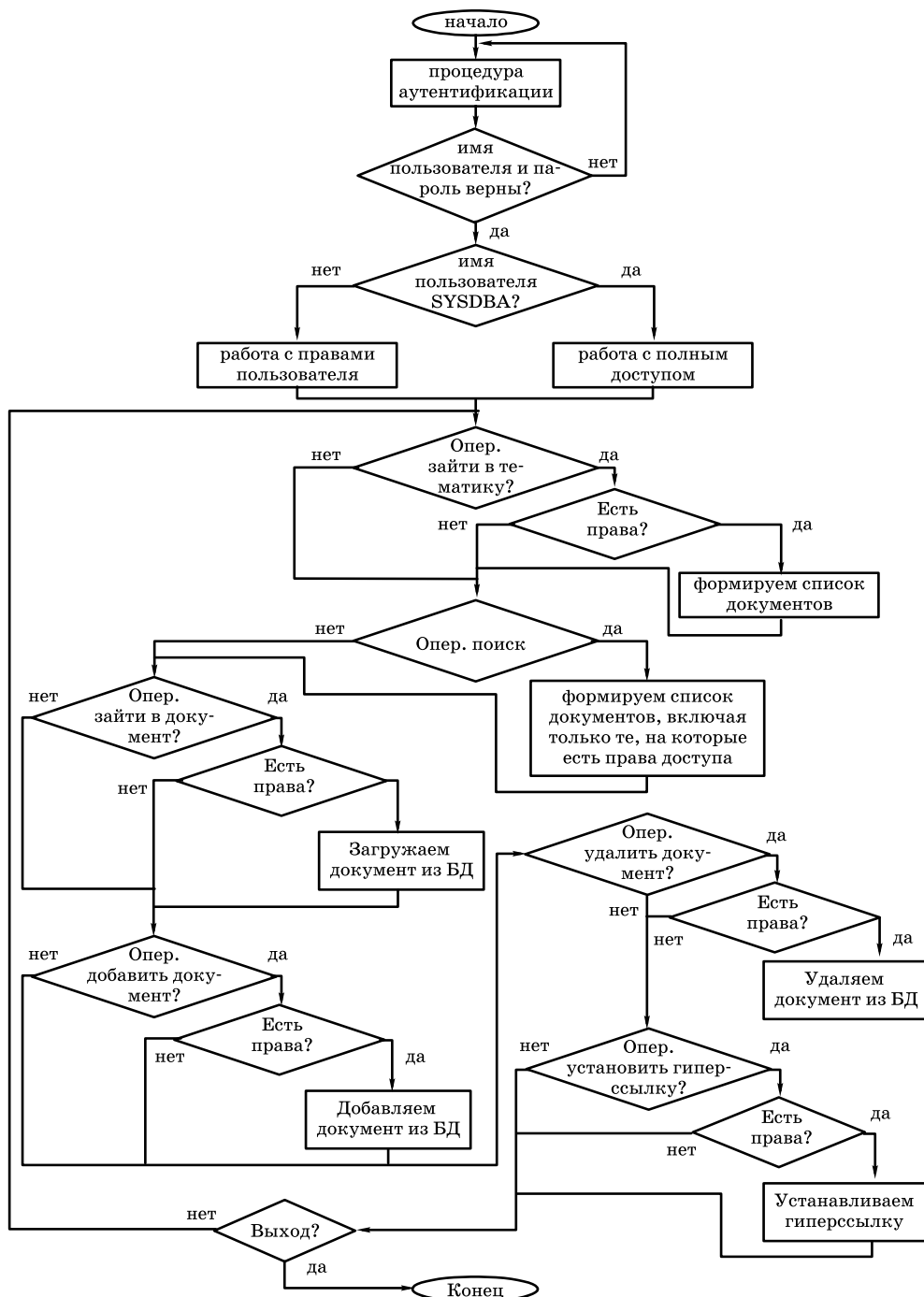


Рис. 6.19

Алгоритм работы подсистемы сбора, хранения и первичной обработки текстовой информации

решений связан с учетом множества параметров, условий, обстоятельств, причем таких, которые свободно выбираются лицом, принимающим решение (ЛПР), и таких, которые не могут им корректироваться.

В связи с этим процедура принятия решений следует рассматривать с использованием системного подхода, основываясь не на частных представлениях, а на понимании функционирования всей системы как единого целого. При этом необходимо учитывать, что каждый элемент системы обладает определенными свойствами и в процессе функционирования связан с другими элементами. Область влияния ЛПР достаточно велика, тем не менее варианты решения определяются главным образом параметрами системы или процесса. Факторы, влияющие на принятие решения, колеблются в диапазоне от крайне субъективных, определяемых компетентностью и осведомленностью ЛПР и проявляющихся в ускоренном выборе или затягивании решения, до таких объективных, как технические данные, характеристики, модели, методы и всевозможные вспомогательные средства. Проведенные исследования показывают, что при принятии технико-экономических решений часто решающими оказываются интуиция и жизненный опыт. В обычной практике ЛПР ориентируются лишь на общий имеющийся у них запас математических знаний, и лишь относительно немногие процедуры принятия решений полностью математически моделируются и обосновываются. По средствам, затраченным на обработку информации, принимаемые решения разбиваются на три группы:

- эмпирические;
- опирающиеся на некоторые количественные сравнительные оценки;
- принятые на основании модели, построенной с исчерпывающей полнотой.

Масштаб возможных ошибок находится в обратной зависимости относительно точности описания задачи и усилий, затраченных на выбор решения, и является наибольшим при эмпирических решениях.

Влияние исходной позиции ЛПР на эффективность результата решения задачи интерпретируется исходя из наглядных представлений. В этом случае используют графическое изображение на плоскости. Для простоты суждений ограничимся случаем с двумя ( $n - 2$ ) внешними состояниями при  $m$  вариантах решения. В прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладываются значения результата решения  $e_{i1}$ , соответствующие внешнему состоянию  $F_1$ , а по оси ординат — значение  $e_{i2}$ , соответствующее состоянию  $F_2$ , ( $i = 1, \dots, m$ ). Каждый вариант решения  $E_i$  соответствует точке  $(e_{i1}, e_{i2})$ ,  $i = 1, \dots, m$  на плоскости. Точку с координатами  $\max_i e_{i1}, \max_i e_{i2}$  назовем утопической точкой (УТ). Смысл этого названия в том, что координаты всех точек  $(e_{i1}, e_{i2})$ ,  $i = 1, \dots, m$ , соответствующих вариантам решений  $E_1, \dots, E_m$ , не могут быть больше, чем у точки УТ, и что УТ встречается среди этих  $m$  точек только в том идеальном случае, когда существует вариант решения, дающий максимальный результат для каждого из (двух) возможных внешних состояний. Аналогичное значение имеет и так называемая антиутопическая точка (АУТ), имеющая координаты  $(\min_i e_{i1}, \min_i e_{i2})$ . Координаты всех точек  $(e_{i1}, e_{i2})$ ,  $i = 1, \dots, m$ , соответствующих вариантам решений  $E_1, \dots, E_m$ , не могут быть меньше, чем у точки АУТ.



Отсюда следует, что все  $m$  точек  $(e_{i1}, e_{i2})$ ,  $i = 1, \dots, m$ , лежат внутри прямоугольника, стороны которого параллельны координатным осям, а противоположные вершины суть точки УТ и АУТ. Полученный прямоугольник (рис. 6.20) называется полем полезности решений. Теперь, чтобы сравнить варианты решений с точки зрения их качества, назовем вариант  $E_i$  не худшим, чем вариант  $E_j$ , если для соответствующих точек  $(e_{i1}, e_{i2})$  и  $(e_{j1}, e_{j2})$  выполняются неравенства  $e_{i1} \geq e_{j1}$  и  $e_{i2} \geq e_{j2}$ , причем  $E_i$  считается лучшим, чем  $E_j$ , если хотя бы одно из этих двух неравенств является строгим.

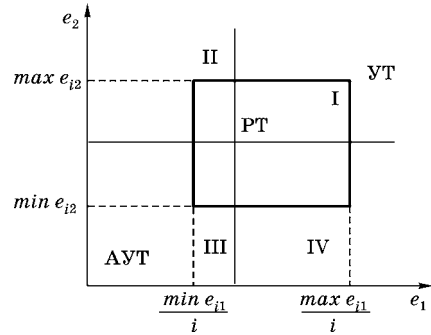


Рис. 6.20  
Поле выбора решений

Очевидно, что при таком определении не любые два варианта решений допускают сравнение в том смысле, что один из них оказывается лучше другого. Может случиться, что для точек  $(e_{i1}, e_{i2})$  и  $(e_{j1}, e_{j2})$ , соответствующих вариантам  $E_i$  и  $E_j$ , выполняются, например, неравенства  $e_{i1} > e_{j1}$  и  $e_{i2} < e_{j2}$ .

Это означает, что на множестве вариантов решений установлено отношение частичного порядка. Отношение обладает рядом свойств, хорошо видных на рисунке 6.20. Выберем в поле полезности произвольную точку, которую назовем рассматриваемой (РТ). С помощью прямых, параллельных координатным осям, разобьем плоскость на четыре части и обозначим их I, II, III, и IV. В рассматриваемом двумерном случае каждая из этих частей имеет вид (бесконечного) прямоугольника; в случае произвольной размерности они превращаются в так называемые конусы. Все точки из конуса I с точки зрения введенного выше частичного порядка лучше, чем РТ, поэтому конус I является конусом предпочтения. Соответственно все точки из конуса III хуже РТ, и область III является антиконусом. Таким образом, оценка качества точек из этих двух конусов по сравнению с точкой РТ проста и однозначна. Оценка же точек в конусах II и IV неопределенна, поэтому их называют областями неопределенности. Для этих точек оценку можно получить только с помощью выбранного критерия принятия решения. В случае  $m$  вариантов решений  $E_1, \dots, E_m$  и  $n$  внешних состояний  $F_1, \dots, F_n$  критерий принятия решения представляется в виде:

$$\max K(e_{i1}, \dots, e_{in}), i = 1, \dots, m$$

или

$$\min K(e_{i1}, \dots, e_{in}), i = 1, \dots, m.$$

Функция  $n$  переменных  $K$  характеризует соответствующий критерий и одновременно задает оценочную функцию. Для анализа критерия рассмотрим функцию  $K$ , полагая  $e_{i1} = x_1, e_{i2} = x_2, \dots, e_{in} = x_n$ , на всем  $n$ -мерном пространстве  $R^n$ . Тогда каждому значению действительного параметра  $k$  посредством равенства

$$K(x_1, \dots, x_n) = k$$

ставится в соответствие некоторая гиперповерхность в пространстве  $R^n$ , называемая поверхностью уровня, соответствующей значению  $k$ . В двумерном случае полагаем  $e_{i1} = x_1 = u$  и  $e_{i2} = x_2 = v$ , отождествляя тем самым  $e_{i1}$ -ось с  $u$ -осью, а  $e_{i2}$  — с  $v$ -осью, и с помощью равенства

$$K(u, v) = k$$

получаем на плоскости  $(u, v)$  кривую, называемую линией уровня, соответствующей значению  $k$ . При фиксированном  $k$  уравнение  $K(u, v) = k$  определяет функциональную зависимость между переменными  $u$  и  $v$ , называемую функцией предпочтения. Так же называется и соответствующая кривая на плоскости  $(u, v)$ .

Таким образом, в условиях неполной информации решение, сознательно или неосознанно, принимается в соответствии с какой-либо оценочной функцией описанного типа. Как только это бывает признано явно, следствия решений становятся лучше обозримыми, что позволяет улучшить их качество. При этом оценочные функции всегда следует выбирать с учетом количественных характеристик ситуации, в которой принимаются решения.

#### ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ПОИСКА ОТКАЗОВ

Наиболее перспективным является вероятностный метод поиска отказов. В основе метода лежит учет множества связей между определяемыми параметрами и измеряемыми диагностическими параметрами. Аналитически описать функциональную связь двух множеств практически невозможно, поэтому применяется экспертная система с логикой Байеса путем учета функциональных и статистических связей между  $i$ -м структурным и  $j$ -м диагностическим параметрами [75].

Чтобы рассмотреть процесс определения технического состояния, апостериорную («после опыта») вероятность неисправности при наличии качественного признака (диагностического) признака выражают следующей зависимостью:

$$P(H/K_{\Pi}) = \frac{P(K_{\Pi}/K) * P(H)}{P(K_{\Pi})}, \quad (6.2)$$

где  $P(K_{\Pi}/H)$  — условная вероятность появления качественного признака технического состояния при наличии неисправности;  $P(H)$  — априорная вероятность появления данной неисправности;  $P(K_{\Pi})$  — вероятность появления качественного признака.

Формулы алгоритма поиска неисправностей при

$$P(H) = p, P(K_{\Pi}/H) = p^+, P(K_{\Pi}/\text{не}H) = p^- \quad (6.3)$$

имеют вид:

$$P(K_{\Pi}) = p^+ p + p^- (1-p); P(H/K_{\Pi}) = \frac{p^+ p}{p^+ p + p^- (1-p)}; \quad (6.4)$$

$$P(\text{все } K_{\Pi}/H) = \prod_{j=1}^n p^+; P(\text{все не}K_{\Pi}/H) = \prod_{j=1}^m p^-. \quad (6.5)$$

Уравнение Байеса имеет вид:

$$P(H/\text{все } K_{\Pi}) = \frac{p \prod_{j=1}^n p^+}{p \prod_{j=1}^n p^+ + (1-p) p \prod_{i=1}^m p^+}; \quad (6.6)$$

$$P(H/\text{все не } K_{\Pi}) = \frac{p \left( 1 - \prod_{j=1}^n p^+ \right)}{1 - \left[ p \prod_{j=1}^n p^+ + (1-p) \prod_{i=1}^m p^- \right]}. \quad (6.7)$$

Цена свидетельства (сумма максимальных изменений вероятностей при наличии неисправности) определяется по формуле

$$\text{ЦС} = \sum_{i=1}^n |P(H_i/K_{\Pi}) - P(H_i/\text{не } K_{\Pi})|, \quad i=1, \dots, n, \quad (6.8)$$

где  $p, p^+, p^-$  — соответственно априорная («до опыта») вероятность неисправности (отказа), условная вероятность качественного признака при наличии неисправности и то же при отсутствии неисправности;  $P(\text{все } K_{\Pi}/H)$  — вероятность всех качественных признаков при наличии определенной неисправности;  $P(\text{все не } K_{\Pi}/H)$  — вероятность отсутствия всех качественных признаков при наличии определенной неисправности;  $P(H/\text{все } K_{\Pi})$  — полная вероятность определенной неисправности при наличии всех качественных признаков (уравнение Байеса);  $P(H/\text{все не } K_{\Pi})$  — полная вероятность определенной неисправности при отсутствии всех качественных признаков.

Критерием наличия неисправности является максимальное значение цены свидетельства, обычно принимаемое не менее 0,9.

Формат для данных, используемых в экспертной системе, содержит сведения о конкретной неисправности:

- 1) название неисправности;
- 2)  $P(H)$ ;
- 3) число качественных признаков;
- 4)  $[k, P(K_{\Pi}/H), P(K_{\Pi}/\text{не } H)]$ .

Первый элемент — название неисправности. Второй  $P(H)$  — априорная вероятность того, что неисправность имеется у взятого случайным образом дизеля, находящегося в эксплуатации. При байесовском подходе это априорная вероятность рассматриваемой неисправности. Третий элемент ( $k$ ) — число качественных признаков или измеряемых параметров, которые могут быть использованы либо как признаки данной неисправности, либо как противоречащие ей признаки. Последним (в квадратных скобках) идет ряд троек, соответствующих каждому из применимых качественных признаков или измеряемых параметров технического состояния. Первым элементом тройки является номер качественного признака, который рассматривается в данный момент. Второй элемент тройки — вероятность, что этот качественный

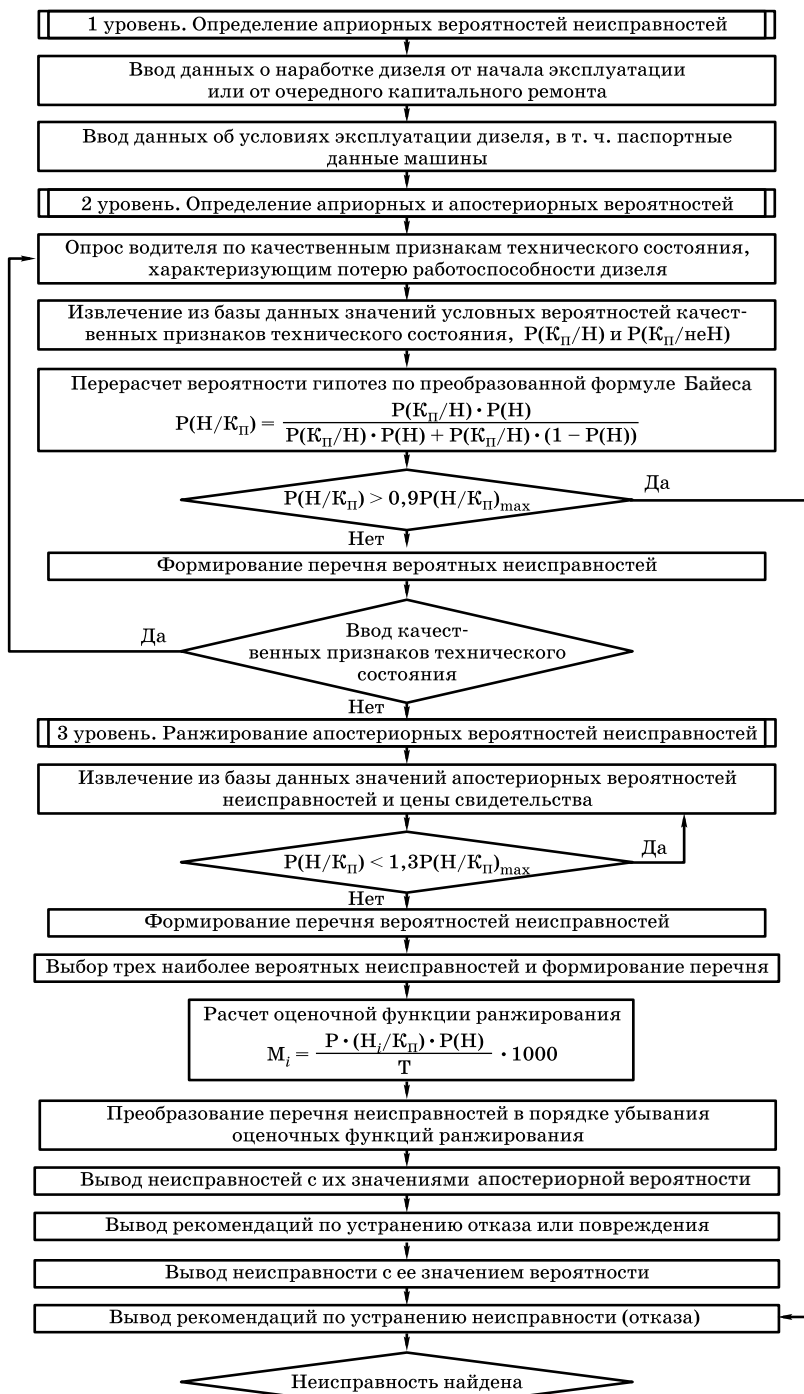


Рис. 6.21  
Алгоритм диагностирования дизеля

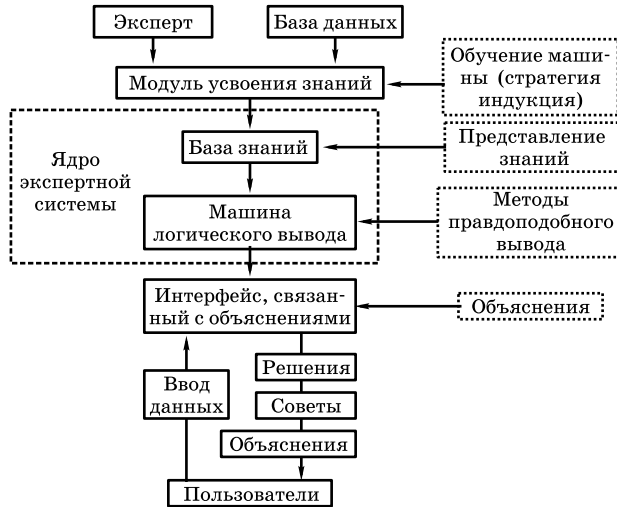


Рис. 6.22  
Структура экспертной системы

признак будет наблюдаться при условии, когда в агрегате имеется рассматриваемая неисправность. Третий элемент — вероятность того, что данный качественный признак будет наблюдаться при условии, что в агрегате данной неисправности нет.

На рисунке 6.21 приведен алгоритм диагностирования дизеля экспертной системой. На рисунке 6.22 показана структура экспертной системы [75].

При поиске дефекта в процессе диагностирования необходимо решать вопрос о моменте его прекращения. В электрических, электронных, радиоэлектронных системах допускается условие ординарности потока отказов, т. е. поиск прекращают при обнаружении неисправного элемента. В механических системах происходит накопление дефектов, и вероятность ординарности потока отказов очень мала. Наиболее вероятным оказывается присутствие одновременно двух или трех неисправных элементов (табл. 6.5). Поэтому при обнаружении неисправного элемента проверку необходимо продолжить в соответствии с программой до полного выявления состояния системы.

Таблица 6.5

Вероятность потока отказов

Число неисправных элементов	1	2	3	4	5	6	$\Sigma P(A_i) = 1,0$
Вероятность	0,15	0,41	0,36	0,06	0,02	0	

Разработка программы является сложной задачей. Эффективность программы в значительной мере зависит от наличия достоверной априорной информации о состояниях объекта, опыта работы с техническими средствами. Порядок проверок в основном определяется возможностями технических средств и используемыми методами диагностирования.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Восстановление изношенных деталей позволяет значительно снизить затраты на ремонт машин и оборудования, повысить его надежность. Опыт передовых предприятий показывает, что восстановление изношенных деталей современными прогрессивными технологиями позволяет значительно сократить простои машин и оборудования, увеличить межремонтный срок службы, уменьшить расход запасных частей [38].

Сельскохозяйственное производство оснащено машинами и оборудованием, отличающимися большим разнообразием по назначению и конструктивному исполнению. Номенклатура деталей насчитывает тысячи наименований, существенно различающихся по назначению, конструкции, материалам, условиям эксплуатации, методам восстановления и упрочнения. Отечественными учеными разработаны прогрессивные технологии восстановления и упрочнения, позволяющие эффективно компенсировать износ и многократно повысить ресурс восстанавливаемых деталей.

### МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ

В последние годы учеными РГАЗУ и ОрелГАУ проводится много исследований в области развития метода микродугового оксидирования (МДО), являющегося разновидностью метода плазменной электролитической анодной обработки (оксидирования). Микродуговое оксидирование — экологически чистая технология электроплазмохимического преобразования поверхностного слоя деталей из алюминиевых сплавов в высокотемпературные модификации оксидов алюминия  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фаз.

МДО позволяет создавать на поверхности изделия керамические многофункциональные покрытия, отличающиеся высокой износостойкостью и прочностью сцепления, теплостойкостью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред. Простота технологического оборудования, экологически чистые электролиты, отсутствие специальных требований к подготовке поверхности перед нанесением покрытий определяют перспективность метода МДО в машиностроении, а также для восстановления и упрочнения изношенных деталей.

Под руководством докторов технических наук А. Н. Батищева и Ю. А. Кузнецова сотрудниками РГАЗУ и ОрелГАУ разработаны технологии восстановления и упрочнения деталей из алюминиевых сплавов АК7ч ГОСТ 1583, АОЗ-7 ГОСТ 14113, АД1 (1013), АМг2 (1520), Д16 (1160) по ГОСТ 4784, а также из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5632.

### СВЕРХЗВУКОВОЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ

Обнинским центром порошкового напыления разработано и производится оборудование ДИМЕТ для нанесения металлических покрытий. В оборудовании реализован газодинамический способ формирования металлических покрытий, заключающийся в том, что в нем используется только кине-

тическая энергия твердых частиц. Способ разработан на основе открытого в 1980-х гг. эффекта закрепления твердых частиц, движущихся со сверхзвуковой скоростью, на поверхности при соударении с ней. Нанесение покрытий включает нагрев сжатого газа (воздуха), подачу его в сверхзвуковое сопло и формирование в этом сопле сверхзвукового воздушного потока, подачу в этот поток порошкового материала, ускорение этого материала в сопле сверхзвуковым потоком воздуха и направление его на поверхность обрабатываемого изделия. Сверхзвуковое газодинамическое напыление имеет ряд преимуществ по сравнению с наиболее близкими к нему газотермическими методами:

1) для формирования покрытий используется негорючий сжатый газ — воздух, покрытие наносится в воздушной атмосфере при нормальном давлении;

2) при нанесении покрытий оказывается незначительное тепловое воздействие на порошковый материал и покрываемое изделие, так что они не подвергаются окислению и термическим деформациям;

3) покрытия имеют высокую адгезию, когезию, плотность и низкую пористость;

4) технология нанесения покрытий экологически безопасна (отсутствуют высокие температуры, опасные газы и излучения, нет химически агрессивных отходов, требующих специальной нейтрализации);

5) оборудование отличается простотой эксплуатации, компактностью, может встраиваться в автоматизированные рабочие посты;

6) возможно использование оборудования в полевых условиях.

Пористость газодинамических покрытий, определяемая как процентное отношение объема пустот в покрытии к общему объему покрытия, может изменяться в достаточно широких пределах. Измерения показали, что пористость газодинамических покрытий составляет 3–7%, что существенно меньше пористости покрытий, получаемых дуговой металлизацией, и сравнима с пористостью детонационных покрытий.

Оборудование серии ДИМЕТ предназначено для нанесения алюминиевых, медных, цинковых, никелевых и баббитовых покрытий, оно не имеет аналогов ни в России, ни за рубежом. Конструкция защищена патентами России, США, Канады, Китая, Кореи, Европатентом.

#### ГАЗОТЕРМИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫМ ПЛАМЕНЕМ

Газопламенное напыление традиционно производится при помощи ацетилено-кислородного пламени. Одним из перспективных энергоносителей для газопламенного напыления является водородно-кислородная смесь, получаемая электролизом воды. В настоящее время водород рассматривается как наиболее перспективный вид горючего, универсальный теплоноситель и аккумулятор энергии. По сравнению с традиционными углеводородными энергоносителями водород имеет более высокую (примерно в 3 раза) удельную теплоту сгорания и не загрязняет окружающую среду при горении.

При напылении используют самофлюсующиеся тугоплавкие порошки на никелевой основе ПРНХ17С4Р4. Исследование поверхностей, восстановленных

с использованием различных газов (ацетиленовое и водородно-кислородное пламя), показало, что микротвердость покрытия, напыленного ацетиленовым пламенем HV 534, в 2 раза ниже, чем у аналогичного покрытия, полученного с помощью водородно-кислородного пламени HV 1043.

Применение электролизно-водных генераторов в качестве источника водородно-кислородной смеси имеет следующие достоинства:

1) аппараты взрывобезопасны при хранении и работе. Время от включения холодного аппарата до выхода на рабочий режим составляет 1–5 мин в зависимости от окружающей температуры и требуемого расхода газа;

2) производительность аппарата автоматически поддерживается равной расходу газа на горелку, поэтому масса взрывающегося вещества (водородно-кислородной смеси) в работающем аппарате невелика;

3) напыление отличается экологической чистотой, так как продуктом горения является водяной пар;

4) затраты на горючие газы при восстановлении деталей в 3–4 раза ниже по сравнению с традиционным газопламенным напылением.

#### КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Перспективным направлением являются научные исследования в области разработки комбинированных технологий восстановления (МГАУ, РГАЗУ, ОрелГАУ и др.). Такие технологии, с одной стороны, позволяют свети к минимуму недостатки, с другой — сочетают достоинства нескольких способов восстановления. Комбинированные технологии разработаны для изношенных деталей из алюминиевых сплавов и коррозионностойких сталей. По износу детали делят на три группы:

- детали, работающие при небольших контактных нагрузках, с износом до 0,6 мм;
- детали, работающие при небольших и средних контактных нагрузках, с износом от 0,6 до 3,0 мм;
- детали с износом свыше 3,0 мм.

Для деталей первой группы рекомендуется комбинированная технология восстановления и упрочнения — газопламенное напыление (ГПН) с последующим упрочнением МДО. Напыление производят порошковыми газопламенными горелками «Искра-1» и «Искра-1В» фирмы ТЕРМИКА. Первоначально напыляют подслоя порошка ПТ-Ю5Н толщиной 0,1–0,2 мм, затем основной слой — из алюминиевого порошка САС толщиной 0,15–0,3 мм. Сцепляемость основного напыленного слоя зависит от фракции порошка и шероховатости подслоя. Оптимальные фракции порошка  $D$  составляют 60–100 мкм, шероховатость поверхности подслоя  $Rz$  — 60–120 мкм. Упрочнение МДО проводят с применением электролита состава № 2, который включает гидроксид калия (КОН) — 4–6 г/л,  $H_3BO_3$  — 20–25 г/л, крахмал — 6–12 г/л. Толщина упрочненного слоя достигает 0,125 мм, микротвердость — 11 ГПА.

Детали второй группы рекомендуется восстанавливать комбинированной технологией — сверхзвуковым газодинамическим напылением (ГДН) с последующим упрочнением МДО. Сверхзвуковое ГДН производят при дав-



лении воздуха 0,7 МПа, температуре 400°C и дистанции напыления 10–15 мм. Для напыления используют порошок на основе алюминия А-80-13 фракцией 30–50 мкм. МДО осуществляют при плотности тока 18–22 А/дм<sup>2</sup>; продолжительность оксидирования 100–120 мин. В электролит состава № 3 входят КОН — 2,9–3,6 г/л, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> — 4–6 г/л. Толщина упрочненного слоя достигает 0,135 мм, микротвердость — 16 ГПа.

Для деталей третьей группы рекомендуется постановка алюминиевой дополнительной ремонтной детали, упрочненной МДО. Для упрочнения используют электролит состава № 1, содержащий КОН — 1,8–2,1 г/л, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> — 14–18 г/л. Плотность тока составляет 25–30 А/дм<sup>2</sup>, продолжительность обработки 100–110 мин. Толщина покрытия достигает 0,115 мм, микротвердость — 8 ГПа.

Коррозионная стойкость покрытий с обработкой МДО повышается в 1,4–1,6 раза, износостойкость — до 5 раз по сравнению с аналогичными характеристиками стали 12Х18Н10Т. Покрытия, полученные диффузионной металлизацией, позволяют значительно повысить износостойкость и коррозионную стойкость восстановленных деталей. Однако их широкое применение на ремонтных предприятиях сдерживается по ряду причин, из которых главной является незначительная толщина покрытий (0,01–0,1 мм).

Академик РАСХН М. Н. Ерохин и доктор технических наук С. П. Казанцев разработали теорию получения диффузионных боридных слоев на электролитическом железе и на ее основе создали комбинированную технологию восстановления и упрочнения деталей в соединениях «вал–втулка» железоборидными покрытиями, обладающую преимуществами электролитического железнения и диффузионных покрытий. Новая технология позволяет получить толщину упрочненного слоя, в 10 раз превышающую толщину слоев, полученных известными способами восстановления диффузионной металлизацией. Износостойкость пар трения увеличивается в 2,2–7 раз. Ресурс топливных насосов УТН-М с восстановленными плунжерными парами и упрочненным сопряжением «пятка плунжера–болт толкателя» в 1,7 раза превышает ресурс серийных. Разработаны технологические процессы восстановления и упрочнения плунжерных пар топливных насосов УТН-М, золотников гидрораспределителей Р-75 и гильз гидрораспределителей коробки передач тракторов Т-150К.

В развитии технологий восстановления большое значение имеет разработка перспективных конструкционных и ремонтных материалов. Способы восстановления посадочных мест полимерными материалами отличаются простотой, низкой энергоемкостью и себестоимостью, однако не все выпускаемые в настоящее время полимеры соответствуют предъявляемым требованиям. Коллектив ученых во главе с профессором Р. И. Ли создал полимерные композиционные материалы различного назначения с широким спектром потребительских свойств. На основе проведенных исследований разработана технология восстановления неподвижных соединений в тяжело нагруженных подшипниковых узлах полимерным композиционным материалом на основе герметика АН-112. На состав полимерной композиции получен патент на изобретение РФ № 2430945.

Многие детали машин работают в условиях ударных и динамических нагрузок. Адгезив, используемый для фиксации таких деталей, должен иметь большую ударную прочность и высокий предел выносливости. Для повышения ударной прочности и трещиностойкости, а также уменьшения модуля упругости акрилового адгезива АН-105 проведена его модификация эластомером Ф-40. На состав разработанной полимерной композиции получен патент на изобретение РФ № 2418025.

Интересным направлением являются исследования в области разработки нанотехнологий. Для восстановления деталей Саратовский ГАУ предлагает полимерные композиции с использованием наноразмерных порошков сплава железа с никелем.

Создание принципиально новых конструкционных материалов, разработка перспективных технологий упрочнения и восстановления деталей позволят существенно повысить технический уровень машин и оборудования, используемых в сельскохозяйственном производстве.

### Контрольные вопросы

1. Структура инженерно-технической системы сельского хозяйства.
2. Принципы построения инженерной службы.
3. Современное состояние машинно-тракторного парка АПК.
4. Структура ремонтно-обслуживающей базы АПК.
5. Структура организации инженерной службы коллективного хозяйства.
6. Материально-техническая база инженерной службы коллективного хозяйства.
7. Задачи инженерно-технической службы районного и межрайонного уровней.
8. Организационная структура инженерной службы МТС.
9. Материально-техническая база МТС.
10. Инженерный мониторинг в МТС.
11. Направления развития МТС.
12. Управление инженерной службой района.
13. Региональная инженерно-техническая служба: структура и задачи.
14. Цель и задачи организации рынка подержанной техники.
15. Основные принципы организации, функционирования и развития рынка подержанной техники.
16. Источники наполнения вторичного рынка сельскохозяйственной техники.
17. Взаимодействие контрагентов на вторичном рынке региона.
18. Три стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Достоинства и недостатки.
19. Основные управляющие переменные стратегии С<sub>3</sub>.
20. Роль технических средств диагностирования в реализации стратегии С<sub>3</sub>.
21. Технологии восстановления изношенных деталей и перспективы их развития.

## УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

### 7.1.

#### УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Н**аучно-технический прогресс в развитии микроэлектроники, информационной и телекоммуникационной техники, создание глобальных систем позиционирования и геоинформационных систем заложили фундаментальные основы для разработки и реализации дифференцированных в пространстве и времени агротехнологий. Этот инновационный технологический комплекс получил название *точное сельское хозяйство* (Precision Agriculture).

Основополагающими принципами реализации технологий точного сельского хозяйства являются: сбор массива достоверных исходных экспериментальных данных об объекте; система менеджмента данных на основе новых методологических подходов анализа и синтеза; обработка и трансляция информации для использования в системе управления техническими средствами и агротехнологиями [77].

Реализация стратегии точного сельского хозяйства направлена на повышение эффективности аграрной отрасли, снижение технологических затрат и себестоимости продукции и создание реальных условий для соблюдения установленных экологических требований и нормативов в рамках производственного процесса. Реализация стратегии точного сельского хозяйства требует высокого уровня профессиональной подготовки и владения информационными технологиями, что заметно повышает привлекательность и престиж сельскохозяйственных профессий.

Наиболее распространенная сегодня концепция сельскохозяйственного производства базируется на «уровнительных» системах землепользования, не учитывающих пространственной и временной вариабельности параметров плодородия поля, природных и технических факторов риска. Опыт стран с высокоразвитым сельским хозяйством свидетельствует о возрастающих масштабах разрушения и загрязнения окружающей среды, высокой зависимости величины и качества урожая от различных факторов, прежде всего погодных условий, об устойчивом росте затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции [37].

Применение агротехнологий без учета внутрипольной вариабельности параметров плодородия почв и действия факторов риска приводит к нарушению

равновесия агроэкосистем. Неадаптивные технологии применения удобрений и других средств химизации, базирующиеся на «уравнительных» принципах, обеспечивают их окупаемость только в пределах 40–50% от оптимальной. Установлено, что чем хуже почвенно-климатические и погодные условия, тем в большей мере неадаптивность сельскохозяйственного производства снижает его эффективность, повышает риск загрязнения и разрушения природной среды.

Особенность современных прогрессивных технологий состоит в освоении методов управления производственными процессами. В настоящее время большинство отечественных сельхозтоваропроизводителей используют двухцикличные технологии типа «посеял–убрал», не управляя процессом в период вегетации растений и созревания урожая.

Современной наукой, передовой зарубежной и отечественной практикой доказано, что значительно повысить эффективность производства можно при положительном воздействии на сельскохозяйственные объекты именно в процессе их выращивания и использования. Значительная часть инноваций связана с применением космомониторинга и геоинформационных систем, а также мониторинга посевов в режиме онлайн. Даже при более простых и распространенных методах управления производственным процессом без высоких затрат и при имеющихся инструментах (техника, средства химизации, сорта и т. д.) можнократно поднять эффективность использования трудовых, материально-технических, энергетических, биологических и финансовых ресурсов [93].

Процесс образования сухой массы у культурных растений проходит несколько фаз, в течение которых развитие массы надземных органов и индекс листовой поверхности, а вследствие этого и возможная урожайность, достигают разных величин. На эти процессы воздействуют многие факторы, которые могут снижать или повышать урожайность. В первую очередь это почвенно-климатические условия данной местности и погода в конкретном году. Кроме того, в посевах культур проявляются разнообразные эффекты конкуренции между органами отдельного растения, между растениями в посевах данной культуры и с другими видами растений (сорняками, вредителями, возбудителями болезней). Учитывая состояние всходов, необходимо планировать агротехнические меры таким образом, чтобы уменьшить (а по возможности и исключить) вредную конкуренцию, смягчить отрицательное и усилить положительное воздействие тех или иных факторов на урожайность.

*Под управлением производственными процессами* понимается совокупность согласованных растениеводческих мер, которые с учетом зоны выращивания, погодных условий и состояния посевов целенаправленно проводятся для получения оптимальной структуры посевов и реализации специфической для данной местности потенциальной урожайности сорта при оптимальной интенсивности возделывания и минимизации экологического ущерба.

*Управление посевами* — это комплекс мер, основанных на знании и опыте хозяйствования в определенных природных условиях [77]. Управление посевами включает: применение удобрений, регулирование роста растений, борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, т. е. тех действий, которые по существу и являются технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Однако разнообразие местных и погодных условий диктует различные

схемы управления посевами. Даже в одном хозяйстве для каждого поля, в зависимости от меняющихся условий в разные годы, необходимо принимать различные решения. На основе информации о компонентах урожайности данной культуры данного сорта, формирования урожайности в разных фазах развития следует, исходя из состояния посевов на данном поле, определять тактику управления ими для достижения высокой урожайности.

Как правило, управление посевами тем легче, чем ближе к нижнему пределу, оптимальному для данной местности и сорта, густота стояния посевов после всходов и в начале вегетации. Доступная влага и длительность вегетации также влияют на возможность управления посевами. Все внимание должно быть направлено на максимальное образование у растений продуктов уборки (зерен, масла семян и др.) при их высоком качестве с одновременным ограничением развития до необходимой величины других органов — листьев, стеблей, корней. Для этого, например, действия по управлению посевами зерновых производятся так, чтобы, исходя из оптимальных норм высева для данной местности, умеренной первой дозы азота с учетом  $N_{\min}$  в почве и состояния посевов на начальной фазе развития, образовалась умеренная биологическая масса для меньшего потребления влаги и снижения опасности развития заболеваний. Обеспеченность азотом в фазе выхода в трубку способствует развитию хорошо сформированных репродуктивных органов. Слишком раскустившееся растение требует дополнительно до 30% влаги для образования единицы зерна по сравнению с растениями, имеющими меньшее количество продуктивных стеблей. Конкуренция за влагу между большим количеством стеблей на ранних стадиях особенно сильно вредит в засушливых регионах. Оптимальный для данной местности срок посева и целенаправленные меры по защите растений на основе порога вредоносности должны быть такими, чтобы растения как можно полнее использовали вегетационный период для формирования всех компонентов урожайности.

Конкретные шаги (тактика) по управлению посевами зависят не только от местности и погодных условий. Проблема нынешних систем управления состоит в том, что при осуществлении тех или иных действий (обработка почвы, посев, внесение азота или регуляторов роста, применение гербицидов и фунгицидов) обычно предполагают, что посевы гомогенны, не учитывая их неоднородность и разных условий роста в пределах поля. Таким образом, необходимо управление посевами, дифференцированное по площади поля. Реализовать принципы дифференцированного управления позволяет внедрение технологий *точного земледелия*, суть которых заключается в выполнении сельскохозяйственных операций с учетом пространственной и временной изменчивости параметров плодородия почвы, состояния растений, природно-климатических условий. Эта система земледелия характеризуется комплексом качественно новых признаков, обуславливающих возможность управления производственными процессами на всех стадиях развития растений с целью более высокой реализации генетического потенциала новых сортов и гибридов растений, получения высококачественных и безопасных продуктов питания и сырья для перерабатывающей промышленности, снижения расхода энергии на каждую дополнительную единицу продукции.

## 7.2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Общепринятого определения точного земледелия пока нет. Приведем лишь некоторые трактовки этого термина.

*Точное земледелие* — совокупность технологий, технических средств и систем принятия решений, направленных на управление параметрами плодородия, влияющими на рост растений. Среди этих параметров могут быть содержание органического вещества, питательных элементов почвы, рельеф, наличие влаги в почве, засоренность посевов сорняками и другие [103].

*Точное земледелие* — совокупность технологических приемов для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей поля с учетом мелкокомасштабных различий природных условий для создания наиболее благоприятных условий для роста и развития культурных растений с учетом неоднородности поля по плодородию, распространению вредителей, болезней и сорняков, на основе концентрации технологических операций в пространстве поля, в оптимальные сроки и при рациональной дозировке с целью создать основу для экономически эффективного и экологически обоснованного землепользования [31].

*Точное земледелие* — управление продуктивностью посевов с учетом локальных особенностей внутри каждого поля. Другими словами, это оптимальное управление растениеводством на каждом квадратном метре поля для получения максимальной прибыли при экономии хозяйственных и природных ресурсов [39].

Основной предпосылкой быстрого развития точного земледелия стало создание в конце 1970-х гг. глобальных систем позиционирования, основанных на системе спутников, выведенных на околоземную орбиту в военных целях. Такая система позволяет круглосуточно определять координаты объектов в трехмерном пространстве в любом месте околоземного пространства с точностью до нескольких сантиметров. Первые попытки внедрения элементов точного земледелия в сельское хозяйство были предприняты в середине 1980-х гг. Впервые в США был применен разбрасыватель для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием карты применения удобрений, основанной на фотоснимках и координатной сетке поля.

В Европе используют термин Precision Agriculture в значении *точное сельское хозяйство*, а Precision Farming — *точное земледелие*. Эта терминология в последние годы распространилась и на динамично развивающееся животноводство: *точное животноводство* (Precision Livestock Farming) с его отраслями — *точное молочное скотоводство* (Precision Dairy Farming), *точное свиноводство* (Precision Pork Farming) и *точное птицеводство* (Precision Poultry Farming).

Основными этапами реализации технологий точного земледелия являются:

- сбор исходных данных (о хозяйстве, поле, культуре, регионе);
- система менеджмента данных (анализ информации и принятие решений);

- использование информации для управления элементами агротехнологий и техническими средствами.

Систему точного земледелия можно подразделить на четыре подсистемы [77]:

- 1) менеджмент организационно-методических мероприятий на основе автоматического сбора данных;
- 2) управление посевами с учетом неоднородности агроэкологических условий роста и развития культур в пределах отдельно взятого поля;
- 3) менеджмент машинно-транспортного и технологического обеспечения;
- 4) менеджмент рабочих процессов на основе использования робототехники (табл. 7.1).

Таблица 7.1

## Составные части (подсистемы) системы точного земледелия

Менеджмент организационно-методических мероприятий	Управление посевами с учетом неоднородности агроэкологических условий	Менеджмент машинно-транспортного и технологического обеспечения	Менеджмент рабочих процессов на основе использования робототехники
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Организация и экономика хозяйства</li> <li>■ Внутрихозяйственное опытное дело</li> <li>■ Администрация и управление</li> <li>■ Менеджмент качества</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Обработка почвы</li> <li>■ Посев</li> <li>■ Внесение удобрений</li> <li>■ Защита растений</li> <li>■ Орошение</li> <li>■ Уборка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Централизованный контроль и управление машинами</li> <li>■ Контроль местонахождения</li> <li>■ Планирование маршрутов с централизованной или индивидуальной организацией выполнения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Управление оборудованием</li> <li>■ Автоматическое управление вождением</li> <li>■ Сочетание управляемых и беспилотных машинно-тракторных агрегатов</li> <li>■ Комплексы беспилотных тракторов и комбайнов традиционной и специальной конструкции</li> </ul>
Менеджмент хозяйства	Менеджмент посевов	Менеджмент машин	Менеджмент работ

На основе постоянного совершенствования информационной техники, оптико-электронных датчиков (сенсоров) и оптических систем (камер) робототехники, моделей и программ программного обеспечения создаются предпосылки для возрастающего применения элементов точного земледелия в менеджменте хозяйств, управлении продуктивностью агроценозов и поголовьем животных с учетом требований охраны окружающей среды.

К элементам точного земледелия, которые в настоящее время находят практическое применение, относятся следующие:

- определение границ поля с использованием ГСП;
- дистанционное зондирование (аэро- или спутниковые фотосъемки);
- системы параллельного вождения агрегатов;
- локальный отбор проб в системе координат;
- составление карт электропроводности почв;

- составление карт урожайности;
- дифференцированное внесение удобрений, извести, средств защиты растений;
- дифференцированная механическая обработка почвы;
- дифференцированный посев;
- дифференцированное внесение азота и регуляторов роста;
- мониторинг фитосанитарного состояния посевов (сорняки, болезни, вредители);
- мониторинг урожайности с использованием ГСП;
- мониторинг качества урожая.

Из элементов точного животноводства широкое применение находят:

- идентификация и мониторинг характеристик отдельных особей (рацион кормления, удой, привес, температура тела, активность) с использованием современных информационных технологий, удовлетворение их индивидуальных потребностей в кормах в зависимости от продуктивности;
- автоматическое регулирование микроклимата в животноводческих помещениях и контроль эмиссии вредных газов;
- мониторинг состояния здоровья стада;
- мониторинг качества продукции животноводства;
- электронная база данных производственного процесса;
- роботизация процессов доения.

В последние годы ученые и специалисты-практики все больше рассматривают точное земледелие не только как технологию для учета неоднородности и изменчивости условий роста и развития культурных растений, но и как исходную точку, а в перспективе — решающую составную часть компьютеризованного производства сельхозпродукции, управляемого информационной системой на основе всех возможностей информационных технологий. При этом большое внимание уделяется достижению высокой экономической результативности агротехнологий, эффективному менеджменту информационного массива, вопросам охраны окружающей среды. На этой основе в перспективе будет формироваться единая комплексная компьютеризованная система менеджмента производственной деятельности для всего предприятия.

В хозяйствах Самарской, Белгородской, Курской, Ленинградской, Тюменской областей, Республики Татарстан уже имеется успешный опыт практического применения технологий точного земледелия. По данным Агрофизического научно-исследовательского института (АФИ) Российской академии сельскохозяйственных наук (Санкт-Петербург), благодаря дифференцированному внесению минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы в Ленинградской области сэкономили около 20% минеральных удобрений и получили урожайность на 15% выше, чем при обычном внесении той же техникой (на соседнем контрольном участке). Урожайность же достигла 60 ц/га (в пересчете на амбарную влажность — 14%).

Однако технологии точного земледелия в России распространяются недостаточно динамично из-за отсутствия некоторых условий:

- механизма приоритетного стимулирования товаропроизводителей, применяющих технологии точного земледелия;



- цифровых карт полей в большинстве хозяйств, дороговизны электронного картирования и обновления карт;
- доступных стационарных и передвижных референтных станций для повышения точности вычисления координат объекта, так как ряд технологических операций требует высокой точности (посев, междурядная обработка, подкормка и др.);
- в серийном производстве отечественной аппаратуры высокоточной навигации с погрешностью от 15 до 30 см (без взимания дополнительной платы за точность) и аппаратуры, позволяющей определять координаты с точностью до 3–5 см для высокоточной обработки высокорентабельных пропашных культур (возможно с дополнительной оплатой);
- отечественных импортозамещающих машин и оборудования для выполнения технологических операций (обработки почвы, посева, опрыскивания, подкормки, уборки) в системе точного земледелия, которые позволили бы значительно сократить затраты при использовании высокоточных технологий;
- системы обучения пользователей.

Для успешного внедрения технологий точного земледелия в России необходимо прежде всего создать условия для развития сельского хозяйства, сформировать современную техническую и технологическую политику.

### 7.3.

## ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

### 7.3.1.

#### ГЛОБАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Среди важнейших составляющих точного земледелия — глобальные спутниковые навигационные системы. Именно с их появлением открылась принципиальная возможность перехода от традиционных технологий к тем, в которых можно варьировать воздействия на агроэкосистему с учетом локальной изменчивости свойств почвенного покрова в пределах поля [101].

Основной действующей системой сегодня является спутниковая навигационная система GPS (Global Positioning System — система глобального позиционирования). В научных и практических специализированных изданиях, в официальных документах аббревиатуру GPS часто относят исключительно к американской системе NAVSTAR (Navigation Satellites Providing Time and Range), хотя изначально предполагалось, что так будут называть все глобальные спутниковые системы позиционирования. Система NAVSTAR, первоначально разработанная для нужд американского военного ведомства, на долгие годы стала законодателем в области новых навигационных технологий по всему миру и первой доступной гражданскому пользователю системой спутникового позиционирования. Она остается единственной полностью развернутой глобальной спутниковой системой и применяется во всем мире. Военные США могут использовать ее в полном объеме (например, для высокоточного наведения на цель оружия массового поражения и др.), а гражданские пользователи

во всем мире, включая пассажирские самолеты и корабли, по решению Министерства обороны США в любой момент могут быть лишены возможности принимать сигнал с американских навигационных спутников. Эта монополия не устраивает ни Россию, ни другие страны — Индию, Китай, Японию, страны Европы, которые разрабатывают собственные системы спутникового позиционирования. Поэтому в международных документах все системы, включая GPS, получили аббревиатуру GNSS (Global Navigation Satellites System — Глобальная навигационная спутниковая система). Американская же система NAVSTAR стала называться GPS NAVSTAR, а чаще просто GPS. В полном объеме она функционирует с середины 1990-х гг. и включает 24 орбитальных спутника, находящихся на геостационарных орбитах (примерно 17,5 тыс. км над уровнем моря), каждый из которых передает радиосигнал, содержащий данные о месторасположении, времени сигнала и основных параметрах спутника и наземных станций слежения, объединенных в общую сеть.

Передаваемые со спутников сигналы могут приниматься специальными GPS-приемниками (ресиверами). Получив информацию от нескольких спутников, приемник вычисляет свое положение в теоретической трехмерной системе координат, затем значения  $x$ - $y$ - $z$  конвертируются в координаты широты, долготы и высоты над уровнем моря. Для обеспечения точности вычислений GPS-приемник корректирует полученные со спутников данные с поправкой на скорость прохождения сигнала.

Все модели GPS-приемников являются универсальными, поэтому могут устанавливаться на любое оборудование и применяться там, где требуется определение координат на местности. Фермеры получают возможность использовать один и тот же ресивер на комбайне в период сбора урожая, а затем переставить его на трактор, поливочную машину и другую технику.

В России создается собственная Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС). В ней координаты объекта на поверхности земли определяются с помощью получения абонентским приемником данных от одного или нескольких спутников, входящих в спутниковую группу, и последующего вычисления приемником координат на основе полученных данных. Спутники системы размещены на трех орбитах; в полностью развернутой системе должно быть по восемь активных спутников на каждой орбите. Орбиты спутников круговые, высота 19 100 км, угол наклона  $64^\circ$ , период обращения каждого примерно 11 ч 15 мин. Сигналы со спутников передаются в непрерывном режиме без запроса, следовательно, их прием доступен любому пользователю, имеющему приемник. Передаются два набора сигналов — так называемые гражданский и военный, закрытый специальным кодом. Для полноценного функционирования системы необходимо иметь на орбите 24 работающих спутника и около 6 резервных. Также целесообразно наращивать наземный сегмент системы, что позволит повысить точность определения координат за счет дифференциальной коррекции. Для охвата территории России системой ГЛОНАСС требуется как минимум 18 работающих спутников. Дальнейшее развитие ГЛОНАСС связано с повышением точности навигационного определения, улучшением предоставляемого пользователям сервиса, повышением срока службы и надежности бортовой аппаратуры спут-

ников, улучшением совместимости с другими радиотехническими системами и развитием дифференциальных подсистем.

Европейская спутниковая навигационная система Galileo, в отличие от GPS и ГЛОНАСС, предназначена только для гражданского использования. Система должна быть полностью развернута к 2013 г., чтобы обеспечить пять основных функциональных сервисов: Open Service (открытый); Safety of Life Service (жизнь и безопасность); Commercial Service (коммерческий); Public Regulated Service (общественно управляемый); Search and Rescue Service (поисково-спасательный). В 2003 г. к системе Galileo присоединился Китай, в 2004 г. — Израиль. Результаты исследований показывают, что Galileo сможет обеспечить более высокую точность позиционирования по сравнению с GPS, поскольку, несмотря на использование того же диапазона частот, что и для GPS, при передаче сигналов Galileo используется более совершенная модуляция.

Наряду с перечисленными, в мире могут появиться и другие спутниковые навигационные системы. Китай намерен создать собственную глобальную многоспутниковую навигационную систему класса GPS, получившую наименование Compass. В этой стране уже эксплуатируется региональная навигационная система Beidou на базе трех геостационарных спутников (два основных и один резервный КА BD-Beidou), которые были запущены в 2000–2003 гг. Наряду с этим Китай подписал дополнительный протокол к двустороннему соглашению с Бразилией о продолжении совместной разработки спутников по исследованию ресурсов Земли. Рассматривается также возможность создания совместного бразильско-китайского предприятия для коммерциализации изображений, полученных обоими спутниками, а также строительства станций приема и обработки изображений.

Индия объявила о планах создания национальной спутниковой навигационной системы IRNS (Indian Regional Navigation System). В отличие от глобальных систем GPS, ГЛОНАСС, Galileo и Compass индийская система будет состоять из 7 аппаратов на 24-часовой орбите (три спутника на геостационарной орбите и четыре на наклонных геосинхронных) для создания координатно-временного информационного поля на Индийском субконтиненте и в акватории Индийского океана.

Задача определения своего местоположения достаточно сложная, так как для вычисления собственных координат на местности необходимо вычислить координаты нескольких спутников, т. е. знать их точное местоположение относительно приемной аппаратуры. Наряду с этим существует влияние ионосферы и тропосферы, где скорость сигнала замедляется, а также естественных и искусственных препятствий для прохождения радиоволн. Сигнал имеет свойство отражаться от поверхности, поэтому приходится решать одновременно несколько задач и корректировать сигнал от спутников с помощью наземных станций и других беспроводных технологий. Увеличение точности позиционирования можно обеспечить различными способами.

*Сеть наземных станций.* Станции передают информацию о разнице измеренной и реальной псевдодальности, и ресиверы могут корректировать информацию по их сигналам. Этот метод называется Differential GPS (DGPS).

Современные модели DGPS-приемников имеют связь со стационарной станцией по радиоканалу, передают сведения о своем местонахождении и получают откорректированные данные. Приемник может измерить время получения сигнала с точностью до 1%. В абсолютном выражении эта величина, определяющая точность позиционирования, может составить от нескольких сантиметров до нескольких миллиметров.

*Система SBAS (Space Based Augmentation System — космические вспомогательные системы).* В литературе также встречается название WADGPS (Wide Area Differential GPS — глобальная дифференциальная GPS). Система состоит из наземных станций, калькулирующих коррекцию GPS-сигналов и передающих их ряду спутников на геосинхронных орбитах для передачи на GPS-ресиверы, в том числе информацию о задержках в ионосфере, погрешности индивидуальных часов спутников и т. д. В мире существует три глобальные системы дифференциальных поправок: в США — WAAS, в Европе — EGNOS, в Японии — MSAS.

Наряду с глобальными существуют широкодиапазонные (Wide Area Differential GPS, WADGPS) и локальные (Local Area Differential GPS) зарубежные системы дифференциальной коррекции. Наибольшую точность позиционирования обеспечивают локальные системы. Примером является единственная система, принадлежащая производителю сельскохозяйственной техники, — локальная спутниковая система StarFire фирмы John Deere. Она предоставляется пользователям сельскохозяйственной техники, оснащенной системами параллельного вождения, выпускаемыми фирмой. Градация ее сигналов начинается с бесплатного сигнала SF, обеспечивающего точность  $\pm 30$  см. Следующий сигнал SF обеспечивает точность до  $\pm 10$  см, но требует лицензии на использование.

На территории России основными видами дифференциальной коррекции являются европейская система EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services), японская MSAS (Multifunctional Satellite-based Augmentation System) и спутниковый дифференциальный сервис OmniSTAR компании Fugro. Сигналы EGNOS и MSAS передаются по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников, что позволяет достигать относительной точности параллельного вождения 15–30 см. OmniSTAR базируется на передаче дифференциальных поправок через геостационарные спутники, формирующие направленные пучки над определенными районами земной поверхности. Этот сервис платный и предусматривает несколько видов подписки в зависимости от требуемой точности и региона работы GPS-приемников. Наиболее точный сервис обеспечивает точность на уровне 5–10 см.

Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) создается под руководством Федерального государственного унитарного предприятия «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП «РНИИ КП»).

Локальная система корректировки (LAAS) аналогична SBAS, но данные передаются из локального источника. Позволяет дополнять систему GPS путем предоставления пользователям дифференциальной коррекции за счет широкоэвещательной передачи данных в УКВ-диапазоне. Такая корректи-

ровка полезна на небольших расстояниях — 30–50 км от передатчика. Максимальную точность (до 1–3 см) гарантируют поправки от локальной базовой станции, которая устанавливается на краю поля. Она представляет собой чемодан массой до 4 кг, в котором находятся GPS-приемник, антенна, радиомодем. Для работы по этой технологии на трактор устанавливается радиомодем. Поправки от базовой станции передаются по радио, поэтому ее использование требует оформления лицензий на высокочастотный или ультравысокочастотный радиоканал.

Расширение применения спутниковой навигации во всех областях экономики превращает глобальные навигационные спутниковые системы в средство, обеспечивающее социально-экономическое развитие всех стран мира. Появление в обозримом будущем навигационных систем в ряде других государств, особенно Китая и стран Евросоюза, открывает новые возможности для потребителей, обеспечивая более надежную и точную непрерывную навигацию в сложных условиях с ограниченной видимостью.

Наряду с очевидным требованием обеспечения совместимости всех спутниковых навигационных систем, т. е. таких условий функционирования каждой, чтобы они не создавали друг другу помех, появляется необходимость взаимодополняемости всех глобальных и региональных спутниковых навигационных систем и их функциональных дополнений, в первую очередь ГЛОНАСС и GPS, Galileo. Понятие взаимодополняемости включает использование общих стандартов гражданских навигационных сигналов, систем координат и шкал времени, что позволит значительно упростить аппаратуру потребителя и технологию обработки информации, уменьшить ее стоимость, массу, габариты, энергопотребление. Фактически мировое сообщество вплотную подошло к созданию международной глобальной навигационной системы, состоящей из отдельных независимых управляемых самостоятельных национальных спутниковых навигационных систем, которые работают по согласованным международным стандартам в предоставлении гражданских услуг.

### 7.3.2.

#### ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (ГИС)

Географическая информационная система (ГИС) обеспечивает сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно координированных данных. ГИС предназначены для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления окружающей средой и территориальной организацией общества.

Геоинформационные технологии объединяют методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), системы управления базами данных (СУБД), системы глобального позиционирования (GPS), методы анализа и дешифрования геоинформации, интернет-технологии, системы картографирования, методы цифровой обработки изображений. Аппаратными средствами являются компьютеры (платформы), на которых работает ГИС. Кроме того, географические информационные системы используют разнообразное периферийное оборудование: дигитайзеры (устройства для бесклавиатурного ввода данных и графических изображений в компьютер), лазерные принтеры,

плоттеры для печати карт и т. п. Программное обеспечение позволяет вводить, сохранять, анализировать и отображать географическую информацию. Ключевыми компонентами программного обеспечения являются средства ввода и манипулирования географическими данными; система управления базой данных; программные средства, обеспечивающие поддержку запросов, географический анализ и визуализацию информации; графический интерфейс пользователя, облегчающий использование программных средств.

Наиболее важным компонентом ГИС являются данные. ГИС работают с данными двух основных типов. Пространственные (картографические, векторные) данные описывают положение и форму географических объектов и их пространственные связи с другими объектами; описательные (атрибутивные, табличные) данные о географических объектах состоят из наборов чисел, текстов и т. п. Описательная информация организуется в базу данных так, что отдельные таблицы связываются между собой по ключевым полям, для них могут быть определены индексы, отношения и т. п. Кроме этого, в ГИС описательная информация связывается с пространственными данными. Отличие ГИС от стандартных систем управления базами данных (dBASE, Access и т. п.) состоит в том, что ГИС позволяют работать с пространственными данными, которые представляются в двух основных формах — векторной и растровой. Векторная модель основывается на представлении карты в виде точек, линий и плоских замкнутых фигур, растровая — на представлении карты с помощью регулярной сетки одинаковых по форме и площади элементов.

Комплексная ГИС, как правило, включает цифровые карты содержания минеральных веществ в почве, типов и характеристик почв, карты уклонов (с цифровой моделью рельефа) и экспозиций склонов, погодных, климатических и гидрологических условий. Крайне важная информация — цифровые карты, представляющие ряд последовательных факторов, таких как урожайность и тип посевов, тип механической и химической обработки почв, пространственное распределение заболеваний культур и динамика распространения вредных насекомых. При наличии такой информации открываются неограниченные возможности анализа, прогноза и оптимизации деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Программное обеспечение ГИС обычно включает следующие функциональные модули: ввода информации, поддержки интерфейса, отображения и обработки минорной информации, отображения и обработки растровой информации, обработки табличной информации, преобразования информации разных типов, вывода информации.

### 7.3.3.

#### ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

##### ДАТЧИКИ (СЕНСОРЫ)

Важным элементом в точном сельском хозяйстве для работы в режимах онлайн и оффлайн является использование различных датчиков (сенсоров). В настоящее время широко применяются на практике датчики для управления и контроля режима работы сельхозтехники, двигателей, технологических параметров.

Датчики могут выполнять следующие функции:

- определение свойств почвы (плотность, электрическая проводимость, содержание гумуса, определение рельефа с помощью топографических индексов влажности и силы потока);
- измерение свойств растений и травостоев (определение доз азота и регуляторов роста, компьютерный мониторинг урожайности, оценка параметров качества продуктов уборки, определение засоренности, поражения болезнями и вредителями);
- контроль дистанционными методами [77].

По типу измеряемых параметров выделяют датчики (сенсоры), работающие с техническими (сила, ускорение, скорость, момент вращения, частота вращения, давление, расстояние, угол, проходимость массы, проходимость объема) и технологическими параметрами. Технологические параметры различаются в зависимости от объекта измерения: для почвы это плотность, содержание питательных веществ, кислотность (рН почвенного раствора), содержание органической субстанции, электропроводность, влажность, текстура; для растений — содержание питательных веществ, содержание хлорофилла, биомасса, урожайность, индекс вегетационной массы, засоренность, поражение болезнями и вредителями; для животных — масса, температура, тип поведения, продуктивность. Датчики могут измерять свойства почвы, растений или животных по электрическим и электромагнитным, оптическим, оптоэлектрическим и радиометрическим, механическим, лазерным, акустическим, пневматическим и термическим параметрам.

#### ПОЛЕВЫЕ И БОРТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

В точном земледелии требуется сбор большого количества данных в разных местах, перенос их на различное оборудование, обработка и накопление. Во многих случаях для этого используются мобильные карманные компьютеры или полевые компьютеры. Они употребляются прежде всего для автоматизированного сбора данных, мобильной документации истории поля, определения площади поля, поддержки ручного управления и управления машинами и оборудованием.

Бортовой компьютер с программным обеспечением выполняет следующие основные функции:

- фиксирует координаты агрегатов (мобильных комплексов) в любой момент путем приема сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения и при необходимости осуществляет навигацию в заданную точку;
- автоматически создает электронные карты обследованных полей с разбивкой их на участки заданных размеров;
- обеспечивает накопление и первичную обработку данных полевых измерений с использованием ГИС-технологий и экспорт этой первичной информации в стационарный компьютер;
- формирует управляющие сигналы для дифференцированного выполнения тех или иных агротехнических операций и обеспечивает их соответствующий контроль на основе выработанной стационарным компьютером программы реализации технологии.

Бортовой компьютер собирает фиксируемую сенсорами информацию и сохраняет ее на карте памяти (флеш-карте), с которой впоследствии данные переносятся для обработки в офисный компьютер. В этот же бортовой компьютер можно внести уже готовую аппликационную карту. Допустим, что это карта влажности, полученная незадолго до посева. На бортовом компьютере фермер устанавливает норму высева семян и сразу вводит информацию о корректировке этой нормы в зависимости от влажности участка почвы, на котором будет проходить посев. Таким образом, на участках поля, где влажность достаточная, посев производится по установленной норме, а там, где влажность ниже допустимой, норма высева автоматически снижается. Это осуществляется с помощью бортового компьютера, в котором уже имеются данные о состоянии почвы. При необходимости он на мгновение останавливает катушку высевающего аппарата, тем самым увеличивая расстояние между посевами, обеспечивая их одинаковую влажность и, соответственно, более равномерную всхожесть семян.

Современный бортовой компьютер, объединенный с электронными процессорами сельскохозяйственных машин и орудий, представляет собой многофункциональную информационно-управляющую систему, обеспечивающую оптимальную настройку машинно-тракторного агрегата во всех режимах работы.

#### СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АГРЕГАТА

В сельском хозяйстве доказали свою эффективность и получили широкое распространение два класса приборов для управления движением тракторов и комбайнов, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и автопилоты. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстоянии до них. На базе GPS-приемников созданы разнообразные устройства управления движением техники. На точность определения местоположения влияет несколько основных факторов: временные рассогласования, количество одновременно наблюдаемых спутников, атмосферная интерференция, вариации орбит спутников, многолучевое распространение сигнала и др.

*Системы параллельного вождения* предполагают активное участие механизатора в управлении машиной по схеме «измерение текущих координат сельхозмашины — отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине — вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте». По техническому исполнению они могут быть ручными (когда система только показывает отклонение от рассчитанной идеальной линии, служащей ориентиром для тракториста) и с частичным автопилотированием (когда система автоматически удерживает транспортное средство на колее, если водитель после разворота правильно направляет трактор).

В общем случае система параллельного вождения состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и указателя курса. Системы легко и быстро устанавливаются на трактор или комбайн; требуется только подключение



к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS). На обучение механизаторов работе с данным видом оборудования в зависимости от желаемой «глубины» изучения затрачивается время от нескольких минут до суток.

Классическая форма одного из компонентов системы — курсоуказателя — горизонтальный ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе. Он расположен внутри кабины, в поле периферийного зрения водителя, обычно над рулем или перед рычагами управления. Водителю не нужно переключать внимание на отслеживание внешних ориентиров, поэтому он меньше отвлекается от вождения и контроля приборов. Более того, ранним утром при низком солнце или вечером в сумерках бывает трудно рассмотреть маркеры и другие ориентиры, а указатель курса всегда перед глазами.

Перед началом работы водитель выбирает необходимый режим обхода поля, устанавливает расстояние между рядами и чувствительность указателя курса. Фиксацию текущего положения машины с помощью GPS-приемника, запоминание маршрута, вычисление отклонения от него и управление индикацией осуществляет специализированный процессор. Алгоритм управления транспортным средством с помощью указателя курса достаточно прост: если индикаторы светятся в центре, то машина идет правильно, если свет начал перемещаться, например вправо, значит, машина уходит вправо. Водитель должен компенсировать отклонение от ряда. Если он уехал с поля для дозаправки или был вынужден прекратить работу из-за непогоды, то в дальнейшем может вернуться в точку, где была остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории. Помимо варианта со светодиодными индикаторами в пластиковом корпусе, существуют системы параллельного вождения с графическим дисплеем (например, фирмы John Deere), формирующим двумерное условное изображение машины, обрабатываемого ряда и линий сетки для визуализации движения.

Система вождения, объединенная с агрегатами точного дозирования и специальным программным обеспечением, позволяет создавать и использовать карты обработки полей с запоминанием траектории вождения машины. В русском варианте привычным стал термин «система параллельного вождения», хотя современные системы с GPS-навигацией дают возможность прокладывать и отслеживать не только прямолинейные, но и криволинейные траектории и их сочетания.

Анализ представленных на мировом рынке систем параллельного вождения фирм Dickey-John, LH Agro, Outback, Patchwork, RDS, Trimble, Farmcan, Sat Plan, AutoFarm, AGCO, Agrocom, Claas, John Deere и других показывает, что все они легко устанавливаются на трактор, обеспечивают отчетливость наведения с различной степенью точности, позволяют повысить производительность и качество выполняемых работ, сократить затраты за счет увеличения эксплуатационной ширины орудий. Зарубежные фирмы постоянно совершенствуют системы параллельного вождения, повышая их надежность и точность и расширяя функциональные возможности. Системы параллельного вождения позволяют работать в условиях плохой видимости и ночью, они закладывают в память координаты последней точки работы агрегата и обеспечивают возобновление ее с этого места.

*Автопилотирование* отличается от параллельного вождения тем, что отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-приемником, через специальные устройства вводятся непосредственно в систему управления ходовой частью, обеспечивая движение по маршруту без вмешательства механизатора. Современные автопилоты подразделяются на гидравлические, электрические и с подруливающим устройством. Гидравлические автопилоты встраиваются в систему гидравлики трактора, непосредственно управляют колесами по информации с приемника GPS/GLONASS. Они состоят из трех компонентов: приемника GPS/GLONASS с устройством отображения (дисплеем), электрического управляющего навигационного контроллера и гидравлического управляющего блока. На основе данных с приемника GPS/GLONASS гидравлическая система поворачивает колеса в нужную сторону для обеспечения прямолинейности движения, что позволяет полностью реализовать точность дифференциальных поправок. Автопилот ведет технику по нескольким программам: параллельными прямыми линиями, параллельными кривыми линиями, по кругу, по азимуту и т. д. — и самостоятельно корректирует движение на прямых и извилистых участках. Оператор может в любое время перехватить у автопилота управление простым поворотом руля или нажатием на кнопку включения автопилота. Установка и настройка гидравлического автопилота занимает несколько часов и проводится только квалифицированными специалистами поставщика.

Электрические автопилоты соединяются с системами трактора через CAN-шину и через нее же передают управляющие сигналы на сельскохозяйственные агрегаты. Поэтому для использования автопилотов данного типа трактор должен быть оснащён такими агрегатами, CAN-шиной и соответствующим программным обеспечением.

Автопилот с подруливающим устройством — это автопилот с исполнительным механизмом, который устанавливается на рулевую колонку, что позволяет удерживать машину на заданном маршруте. Этот механизм на базе электродвигателя управляется от системы параллельного вождения и передает усилие через резиновый валик на рулевое колесо. При необходимости механизатор в любой момент может взять управление на себя. Современные автопилоты могут одновременно контролировать работу нескольких сельскохозяйственных машин и быть как стационарными, так и портативными.

Система Auto-Steer позволяет двигаться не только по прямым и криволинейным контурам, но и по веерным рядам, а также создавать индивидуальные трассы для террас, контурной обработки, для работы вдоль русла рек и на полях неправильной формы. Модульная конструкция оборудования обеспечивает быстрый монтаж на тракторах и других машинах.

Система автовождения Auto Trac фирмы John Deere (США) представляет собой навигационную систему с расширенными возможностями, рассчитанную на прием сигналов от десяти спутников. Для рабочих машин она обеспечивает автоматическое прохождение прямолинейных и криволинейных маршрутов, а ее тракторная версия применима лишь для параллельного движения. Для того чтобы сообщить системе управления, в каком направлении надо двигаться, к началу полевых работ закладывается исходная колея,

автоматически просчитываемая компьютером. Водитель должен лишь зафиксировать начальный и конечный пункты нажатием на соответствующую кнопку. Если рабочая ширина захвата агрегата уже занесена в память процессора, то он начинает наносить по обе стороны от опорной линии виртуальные параллельные линии с интервалом, равным ширине захвата. После этого можно сразу включить автоматическое управление. При выполнении разворота на краю поля водитель вручную направляет агрегат на новую колею, и на дисплее указывается фактический интервал. Приблизившись к заданной колее на 80 см, включают режим автоматического управления. После второго разворота на краю поля процессор запоминает местоположение и предупреждает о повороте звуковым сигналом.

Компьютер также способен запомнить географическое положение отдельной точки траектории, в которой, например, опустел бак опрыскивателя. После заполнения бака система с точностью до сантиметра находит оставленное место и обеспечивает продолжение работы по намеченному маршруту.

#### МОБИЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Одним из важных элементов технологии точного земледелия является картирование урожайности. В обычном понимании урожайность означает получение одного общего количества продукции с определенной площади, например с поля, — так называемая валовка. В результате получается усредненное значение урожайности, которое экстраполируется на все поле и сопоставляется с усредненной обеспеченностью почвы элементами питания. Соответственно делаются усредненные выводы.

Противоположный метод предполагается при внедрении системы точного земледелия — учет урожая с каждого участка поля с обязательной географической привязкой полученных данных. Для этого уборочные машины (на первом этапе — зерноуборочные комбайны) оснащаются специальным оборудованием, предназначенным для определения урожайности на отдельных участках поля. Оно может устанавливать такие показатели, как урожайность, влажность и масса собранного зерна, обработанная площадь. Особенно важно определение влажности зерна — это позволяет разделить партию зерна на фракции по влажности и спланировать затраты на просушку. Приемник сигналов GPS со спутниковой группы в реальном времени привязывает показания датчиков урожайности к электронной карте. В результате получается цифровая карта урожайности, которая содержит данные со всех комбайнов, оснащенных бортовым компонентом системы. Эта карта вместе с картой агрохимического обследования используется для создания технологической карты дифференцированного внесения семян, удобрений и средств защиты растений.

С учетом данных о том, какой участок поля принесет больший урожай, исходя из оптимизации затрат и извлечения максимальной прибыли, принимается решение о дифференцированной обработке полей. Возможна постановка противоположной задачи — сокращение затрат в соответствии с потенциалом урожая на обедненных участках поля, включая принятие решений об изменениях севооборота, конфигурации полей и высеваемых культур.

Картирование урожайности позволяет сократить количество почвенных проб при последующем агрохимическом обследовании, так как оно проводится только на участках с минимальной урожайностью. «Комбайновый способ» оценки урожайности выгоден тем, что он позволяет оценить необходимость дифференцированного применения удобрений, провести выборочный агрохимический анализ. Для получения максимальной информации создаются многослойные электронные карты полей. Они состоят из нескольких тематических слоев, которые могут отображаться на экране компьютера по очереди или одновременно в любом сочетании. Количество слоев зависит от потребностей и спецификации каждого хозяйства. На них могут быть отражены результаты агрохимического и агрофизического обследований, уборки, погодные условия, севообороты, рельеф, карта урожайности и влажности зерна и т. д. Наиболее важными считаются карты агрохимического обследования и урожайности.

Для работы с многослойными электронными картами используются специальные пакеты компьютерных программ на базе геоинформационных систем (AgroNET NG, AgroMap и др.). Последовательность накопления слоев электронной карты может быть произвольной, но начинать надо с составления карты фактической урожайности, которая может служить обоснованием дальнейших агрохимических обследований.

Ежегодное составление карт урожайности позволяет осуществлять постоянный мониторинг урожайности, направленный прежде всего на ее увеличение.

Зарубежные фирмы, производящие зерноуборочные комбайны, оснащают их различными системами картирования урожайности, в том числе собственного производства. Например, фирма Claas предлагает систему Claas Lexion. Она дает возможность целенаправленно выявлять недостаток удобрений на участках с низкой урожайностью, проблемные зоны с уплотненными почками и плохим дренажом, зоны, пораженные сорняками и вредителями.

Система картирования урожайности Green Star Harvest Doc разработана фирмой John Deere специально для выпускаемых ею комбайнов. Она состоит из бортового оборудования (навигационная система StarFire iTC с возможностью принимать бесплатную поправку John Deere SF1, дисплей, мобильный процессор, ключевая карта, установочный набор системы Green Star, кабели для стыковки модулей системы с проводкой комбайна, две карты памяти PCMCIA, проводка Green Star, датчики массы и влажности, бортовой принтер для распечатки чеков) и настольного программного обеспечения JD ReportsMAP. Процессор при работе использует карту памяти KeyCard, на которой предварительно записаны различные приложения — Parallel Tracking, Field Doc и программа картографирования урожайности, а с помощью карты памяти PCMCIA можно переносить собранные при работе в поле данные из системы Green Star в установленный на офисном компьютере пакет JD Office и обратно.

Наряду со специализированными применяются универсальные системы картирования урожайности, их можно устанавливать на любой зерноуборочный комбайн.

Точность картирования во многом зависит от естественной вариации урожайности сельскохозяйственных культур. При коэффициенте вариации более 50% точность очень низкая, поэтому вся система картирования полей предполагает сравнительно высокую культуру растениеводства, в том числе высококачественное семеноводство и выполнение всех требований технологизации производства. Получение информации о вариабельности внутри поля почвенного покрова, состояния растений и их продуктивности, степени поражения вредителями, болезнями и сорняками требует мобильных контактных и дистанционных методов диагностирования и соответствующих методических указаний.

В качестве современного оборудования для отбора проб российским сельхозтоваропроизводителям предлагаются различные автоматизированные устройства. В Агрофизическом НИИ (Санкт-Петербург) создан мобильный автоматизированный комплекс, позволяющий проводить полевое обследование почв на современном уровне с использованием последних достижений в области информационных технологий [103]. В реализованном варианте комплекс включает следующие функциональные компоненты:

- движитель;
- автоматический почвенный пробоотборник;
- спутниковую систему позиционирования (GPS);
- бортовой компьютер;
- программное обеспечение.

В качестве движителя выбран автомобиль «Нива» как наиболее подходящий по критерию мобильности (возможности перемещаться на расстояния большие, чем угодья одного хозяйства), а также по грузоподъемности, стоимости и проходимости. Если к тому же автомобиль снабжен так называемыми шинами низкого давления, то его проходимость увеличивается в несколько раз.

Автоматический почвенный пробоотборник представляет собой агрегат, смонтированный в виде навесного оборудования на задней части рамы автомобиля «Нива». Он оснащен двумя почвенными бурами, гидравлической системой и электромотором, работающим от стандартной аккумуляторной батареи автомобиля. Почвенные пробы берутся на глубине до 25 см. Управление пробоотборником производится с пульта, установленного в кабине. Почва собирается в специальный контейнер на пробоотборнике и по окончании отбора объединенной пробы, то есть пробы с одного элементарного участка поля, пересыпается в отдельную маркированную тару.

#### 7.3.4. ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Рассматривая методические вопросы управления производственными процессами, следует отметить, что управление в сельском хозяйстве в значительной степени предполагает принятие решений в условиях неопределенности, обусловленной различными причинами: отсутствием достоверных

текущих и прогнозных данных о состоянии природы, недостатком знаний о биологических и физических системах, случайным характером протекающих процессов. Сельское хозяйство отличается от промышленности гораздо большей неопределенностью условий функционирования. Из этого вытекает его малая предсказуемость и, как следствие, значительный инвестиционный риск. Управление системой, действующей в условиях неопределенности, требует особой осторожности и обдуманности. Выработка наиболее обоснованного комплекса мер важна потому, что в ситуации, когда конечный результат не определен однозначно, на развитие событий можно влиять только принимаемым решением. Неправильное или, по крайней мере, не самое удачное решение всегда связано с риском, цена которого в некоторых случаях может быть очень высока. Поэтому для совершенствования процедур принятия решений требуется анализ весьма сложных ситуаций. Производитель использует восприятие вероятностей будущих результатов, исходя из экономически оправданных решений в соответствии с возможными рисками, уменьшая их с помощью доступного арсенала средств (например, применяя удобрения и средства защиты растений, корректируя рацион и проводя профилактику заболеваний животных, рационально используя технику с учетом ее работоспособности и ресурса и т. п.). Для этого необходимо стабильное обеспечение производителя данными, интегрированными с особенностями биологических и физических систем для того, чтобы получить полезные знания об их текущем состоянии и прогнозировать результаты возможных решений.

В связи с этим одним из перспективных путей повышения эффективности управления стало применение информационных систем поддержки принятия решений, основанных на данных и знаниях и выполненных в виде информационных продуктов. Такие продукты содействуют пользователю в принятии самостоятельного осознанного хозяйственного решения, адаптированного к его условиям и основанного на профессиональной информации, уже накопленной наукой и практикой в его предметной области. Чем выше качество и объем данных и знаний, заложенных в систему, тем меньше неопределенность в принятии решений и выше степень их эффективности.

В настоящее время процесс формирования информационной системы на уровне производства развивается спонтанно — путем накопления решений частных задач, продиктованных насущной производственной необходимостью. Эти решения составляют фундамент для необратимого процесса технологической переориентации в управлении сельскохозяйственным предприятием. Накопление знаний не обязательно приводит к росту эффективности, однако с их помощью можно принять решение, которое позволит ее повысить. У производителя всегда есть возможность, пользуясь традиционными приемами, продолжать свою деятельность в том случае, если все прочие условия остаются неизменными. Не менее важно и то, что повышение уровня знаний формирует правильную реакцию менеджера в ситуациях, когда эта стабильность нарушается, т. е., когда среда, в которой осуществляется производство, претерпевает существенные изменения.

Обеспечение процесса выработки технологических решений в земледелии требует использования различных данных о почвенно-климатических

и хозяйственно-экономических условиях, биологических особенностях возделывания культур и сортов. Значительная часть этих сведений должна быть дифференцированной и отражать уровень реального плодородия полей.

Для работы с базами данных (БД) обычно используют два специальных языка — язык определения схемы базы данных (SDL — Schema Definition Language) и язык манипулирования данными (DML — Data Manipulation Language). SDL служит главным образом для определения логической структуры БД — какой она представляется пользователю при решении определенного круга задач. DML содержит необходимый набор операторов манипулирования данными, позволяющих заносить информацию в БД, удалять, модифицировать или выбирать хранимые данные для решения плановых или срочных задач.

В современных системах управления данными (СУБД) обычно применяется единый интегрированный язык, который содержит все необходимые средства для работы с БД, начиная от ее создания, и обеспечивает базовый пользовательский интерфейс с базами данных. Стандартным языком наиболее распространенных в настоящее время реляционных СУБД является SQL (Structured Query Language).

Для реализации информационной технологии ТЗ требуется специализированная СУБД [98]. Необходимость ее создания объясняется спецификой целевого назначения систем поддержки принятия решений (СППР), а именно решения всего комплекса задач планирования и управления агротехнологическими операциями во взаимосвязи друг с другом. Для этого СУБД должна поддерживать эффективное управление разнородными сведениями, позволяющими давать всестороннюю оценку агробиологических, почвенно-климатических, экономических, нормативных и других факторов продуктивности посевов — как в среднем многолетнем разрезе, так и в оперативном по мере поступления новой информации в период вегетации. Необходимо также, чтобы эта информация была в должной мере детализирована в пространстве и позволяла дифференцированно и в реальном времени оценивать условия, складывающиеся на поле.

Специализированная СУБД должна обеспечивать [53]:

- навигационный интерфейс высокого уровня, обеспечивающий независимость данных и возможность для пользователей работать максимально эффективно;
- многообразие допустимых способов использования СУБД;
- динамически изменяемую среду баз данных, в которой отношения, индексы, представления, транзакции и другие объекты могут легко добавляться и уничтожаться без отказов в функционировании системы;
- возможность одновременной работы многих пользователей с допущением параллельной модификации объектов базы данных при наличии необходимых средств защиты ее целостности;
- средства восстановления согласованного состояния баз данных после различных сбоев аппаратуры или программного обеспечения;
- гибкий механизм, позволяющий определять различные представления хранимых данных и ограничивать этими представлениями доступ пользо-

вателей к базе данных по выборке и модификации на основе механизма авторизации;

- производительность системы при выполнении указанных функций, сопоставимую с производительностью существующих СУБД низкого уровня;
- главное условие — естественное для пользователя языковое общение с СУБД.

Созданная в АФИ специализированная СУБД предоставляет пользователю весь необходимый набор функций для удобной работы с данными, начиная от создания таблиц и заканчивая импортом/экспортом данных. В качестве инструментального средства разработки СУБД была выбрана среда программирования Delphi 6 — мощное средство в области создания программ обработки разнородной информации. Delphi 6 обеспечивает высокую скорость и точность обработки данных, удобный пользовательский интерфейс, что является необходимым условием для разработки приложений. Среда Delphi позволяет увеличить производительность разработки за счет средств RAD, она проста и удобна в эксплуатации, а также обладает возможностью повторного использования множества компонентов и классов. К тому же сообщество разработчиков в среде Delphi в настоящее время стало очень большим, что обуславливает достаточное количество бесплатных ресурсов, коммерческого кода, инструментов и экспертов.

Современные требования в сельском хозяйстве предусматривают не только функционирование отдельных систем точного земледелия (мониторинг полей, картирование урожайности, управление движением полевых машин и т. д.), но и разработку систем, позволяющих осуществлять в комплексе такие функции, как создание и редактирование электронных карт полей, ведение паспортов полей и их геопространственная привязка, сбор данных от объектов мониторинга, обработка информации и помещение ее результатов в базу данных, оперативный учет и планирование, финансовый анализ и отчетность и другие рабочие процессы документирования, а также возможность обмена полученными данными. Такие системы дают возможность управлять работой сельскохозяйственного предприятия с использованием информации из разных источников.

Для поддержки таких систем за рубежом предлагается множество программ и программных решений фирм Agrocom, Grimme, Geoinformations Dienst, Land-Data Eurosoft, Fendt, Land-Data (Германия) и др. Фирма Claas предлагает системы Telematics и AGRO-SCOUT, устанавливаемые на зерноуборочные комбайны и позволяющие через Интернет отслеживать и фиксировать параметры всего цикла уборочной страды. Работоспособность систем обеспечивают две картографические программы — Google Earth и Map Quest, которые представлены в виде удобных иллюстраций, диаграмм и графиков времени простоя, перерасхода ГСМ и т. д. Принцип работы систем следующий. Установленный на комбайне приемник GPS передает всю информацию о местоположении машины и выполняемой работе, которую обрабатывает компьютер, и затем транслирует ее на ближайшую станцию сотовой связи. Информация направляется в Интернет и хранится на сервере компании. Специалисты по сервису, имея всю информацию по комбайнам, могут при выезде взять с собой все необходимые запасные части.



Система управления AMS (AG Management Solutions) фирмы John Deere, предназначенная для эффективного управления сельскохозяйственным производством, охватывает четыре направления: систему точного земледелия, управление машинным парком, агрономические и информационные программы и управление предприятием. Так как эти направления пересекаются, программы и системы, входящие в пакеты AMS, предназначены для интегрированной работы. Они снабжают руководителей хозяйств информацией, необходимой для принятия обоснованных и эффективных решений. Система включает универсальную аппаратную часть, состоящую из прикладного программного обеспечения и трех компонентов системы точного земледелия: приемника глобальной системы позиционирования StarFire, мобильного процессора и дисплея Green Star. Программное приложение Parallel Tracking помогает водителю выполнять смежные проходы строго параллельно при опрыскивании, внесении удобрений и работе с широкозахватными орудиями. Приложение Auto Trac обеспечивает параллельность смежных проходов в автоматическом режиме без участия водителя. Пакет Preventive Maintenance позволяет собирать данные в целях контроля наработки. Программа Documentation Maps представляет информацию о полях и урожае в графической форме в соответствии с требованиями службы картографии.

AMS дает фермеру возможность интегрировать в единую информационную цепь все имеющиеся в хозяйстве технические средства с учетом производственной продукции. Система состоит из центрального компьютера с управляющим программным обеспечением, мобильного мини-компьютера с заданиями и параметрами поля, бортового компьютера с относящимися к конкретному полю функциями контроля выполнения заданий для охвата всех важных информационных данных. Система позволяет проводить автоматическое планирование в агротехнологической карте и изменять фактические значения норм внесения средств защиты растений или жидких удобрений по каждому полю через соединение Bluetooth с компьютером машинно-тракторного агрегата. Вся информация о выполненных заданиях передается в центральный компьютер. Это позволяет существенно сократить затраты рабочего времени на планирование работ и одновременно улучшить качество документирования даже в самое напряженное время. Подведение итогов работ и производственно-экономическая оценка, а также сертификация качества посредством автоматической обработки рабочих данных становятся проще и точнее.

#### 7.4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Применение точного земледелия требует дополнительных затрат:

- на сбор данных (карты, ГСП, сенсоры);
- на менеджмент данных (техника и программное обеспечение);
- на специальную технику для точного выполнения агроприемов и навигацию (управляемые машины и оборудование для дифференцированной обработки почвы, посева, внесения удобрений, средств защиты растений и др.).

Некоторые категории затрат требуются раз в 5–10 лет, другие ежегодно. Привлекательность точного земледелия, как и всех технологических инноваций, на практике определяется экономической эффективностью на уровне предприятия. При анализе эффективности точного земледелия сопоставляются затраты на покупку техники и другие производственные издержки с уровнем снижения издержек или прибавкой урожайности по сравнению с традиционными технологиями.

Вместе с тем экономический анализ точного земледелия усложняется из-за трудности идентификации целого ряда положительных и отрицательных эффектов, которые трудно подвергаются количественному учету. В частности, к положительным эффектам относятся облегчение труда механизаторов за счет автоматизации технологических операций, улучшение сбыта продукции вследствие прозрачности и доступности для контроля всего производственного процесса, более качественное управление агротехнологиями, лучшие условия для оптимизации менеджмента отдельных производственных процессов и всего хозяйства в целом. В то же время бывает сложно учесть затраты на повышение квалификации руководителей и рабочих, освоение специальных знаний на начальных этапах работы с новыми технологиями и техникой. При внедрении точного земледелия требуются более обширные профессиональные знания руководителей и специалистов, которым нужно больше времени для менеджмента технологических процессов при применении точного земледелия.

Современные подходы к экономическому анализу точного земледелия обычно сводятся к оценке применения техники точного земледелия и соответствующих технологий при выращивании отдельной сельскохозяйственной культуры. Вместе с тем очевидно, что общий агроэкономический эффект от интеграции технологий точного земледелия в масштабах хозяйства с учетом синергетических эффектов будет более высоким по сравнению с применением отдельных технологических комплексов. Перманентное использование массива экспериментальных данных, наукоемких технологий и специальных знаний в системе точного земледелия обеспечивает высокий уровень рентабельности производства. Так как эффективность применения этих технологий в большой мере зависит от конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий, результаты оценки их экономической эффективности трудно обобщаются и переносятся на другие хозяйства. Для достоверной экономической оценки технологий точного земледелия требуются новые подходы в методике опытного дела. Следует выделить основные факторы, определяющие динамику материальных расходов (на посевной материал, удобрения, средства защиты растений, горючее и др.), трудовых затрат и повышения урожайности сельскохозяйственных культур:

- неоднородность полей по плодородию: чем выше неоднородность относительно оптимальных условий для роста и развития культурных растений, тем больше возможности для экономии производственных ресурсов и повышения урожайности. В Германии на примере дифференцированного внесения азотных удобрений на озимой пшенице и кукурузе установлена высокая корреляция между коэффициентом вариации урожайности (как

результата неоднородности поля по содержанию азота в почве) и затратами на внесение удобрений;

- интенсификация производства: экономическая эффективность точного земледелия возрастает при более высоком уровне интенсификации производства за счет снижения затрат средств производства;
- размер хозяйства или размер площадей, на которых проводятся дифференцированные мероприятия: с увеличением обрабатываемой площади в системе точного земледелия снижаются затраты на единицу площади, так как при этом постоянные издержки распределяются на большую площадь. Вместе с тем учитывая, что каждая машина имеет свой предел производительности по площади, при его превышении требуются дополнительные затраты. Переменные издержки не изменяются, но в отдельных случаях могут возрастать.

Для небольших хозяйств технологии точного земледелия, как правило, экономически выгодны только при условии, что они не приобретают сами необходимую технику, а используют услуги сервисных фирм. Кроме этого, на экономическую эффективность технологий точного земледелия оказывают влияние следующие факторы:

- ассортимент техники, полнота ее технологического использования и уровень интеграции в хозяйстве;
- рациональное использование технологического комплекса в рамках менеджмента предприятия.

Определенное значение также имеют моменты, которые напрямую не зависят ни от агроэкологических и других показателей полей или в целом хозяйств, ни от менеджмента, например:

- стоимость отбора и обобщения исходного информационного массива;
- цены на средства производства;
- цены на сельскохозяйственную продукцию.

В отличие от других инноваций, например генной инженерии, отношение потребителей к точному земледелию, как правило, положительное или нейтральное. Повышается наукоемкость и привлекательность сельскохозяйственных профессий, особенно среди молодых специалистов и фермеров. Вместе с тем быстрому развитию новых информационных технологий в аграрной сфере препятствуют некоторые тенденции:

- продолжительность внедрения новых технологий в сельском хозяйстве значительно превышает время возобновления техники; необходима их синхронизация. Как показывает практика, технические решения обновляются примерно каждые два года, а сельскохозяйственные технологии с учетом комплексности биологических процессов и зависимости их от погоды, почвы, сортов и взаимодействий между собой — значительно медленнее;
- небольшие размеры хозяйств при сравнительно малых финансовых ресурсах. Как правило, доля крупных хозяйств, применяющих технологии точного земледелия, значительно больше. Это наглядно показывают обобщенные данные о внедрении технологий точного земледелия в хозяйствах США, в зависимости от размера хозяйств (табл. 7.2);

Таблица 7.2

**Применение технологий точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях США в зависимости от их размера**

Категория по размеру хозяйства	Число хозяйств	Ежегодный оборот, долларов	Применение точного земледелия
Очень крупные (4000 акров* и более)	<4000	>10 млн	Широкое применение
Крупные (от 1000 до 3999 акров)	30 000	~1,5 млн	То же
Средние (от 500 до 999 акров)	100 000	0,5 млн	Растущее применение
Мелкие (менее 500 акров)	2 млн	25 000	Отдельные примеры применения

\* 1 акр = 0,405 га.

- влияние человеческого фактора, которое выражается в скептическом отношении к новым технологиям, недостаточном уровне профессионального образования руководителей и специалистов.

Новые технические и технологические решения, повышение доступности программного обеспечения, усовершенствование ГСП, модернизация спутников, использование современных сервисных систем в Интернете (Google Earth), повышение уровня стандартизации систем (ISOBUS) и универсальности (например, универсальный язык для записи данных XML) — все это расширяет возможности использования наукоемких технологий в сельском хозяйстве, увеличивает надежность работы техники (например, установки параллельного вождения), сокращает затраты на применение агротехнологий.

## 7.5.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Технологии точного земледелия обеспечивают положительный экологический эффект за счет дифференцированного применения средств химизации на отдельно взятых полях с учетом плодородия и других условий роста и развития растений. При этом также достигается экономия материально-технических ресурсов за счет более рационального их использования. Однако количественная оценка экологических следствий затруднена из-за объективных обстоятельств:

- комплексный характер мероприятий точного земледелия и их воздействия на агроэкосистемы затрудняет определение экологической эффективности (в частности, снижения расходов горючего, удобрений, средств защиты растений и др.). Так, если связь между глубиной обработки почвы и затратами горючего установить и однозначно выразить в количественном отношении достаточно легко, то экологический эффект от экономии средств защиты растений или удобрений определяется многими факторами;
- зависимость точного земледелия от ландшафтных и климатических условий дает возможность обобщения опыта точного земледелия и его использования в других регионах со сходными агроэкологическими условиями;
- положительный экологический эффект технологий точного земледелия определяется особенностями их применения на практике. Вместе с тем

эти технологии пока мало распространены, так что очень трудно получить конкретные данные о реальном масштабе и эффективности их применения. Кроме того, экологический эффект прямо зависит от уровня интенсификации хозяйства;

- оценка экологического эффекта точного земледелия в значительной степени определяется выбором технологий или систем хозяйствования, с которыми производится сравнение. При этом очевидно, что количественные экологические эффекты будут различаться в зависимости от уровня интенсификации и экологизации выбранных для сравнения агротехнологий.

В научной литературе экологические эффекты технологий точного земледелия определяют при сравнении дифференцированной обработки отдельно взятого поля с традиционными сплошными обработками без учета пестроты по плодородию, но при одинаковом уровне интенсивности. Снижение интенсивности обработки почвы при использовании дифференцированной глубины в пределах отдельно взятого поля позволяет прежде всего сократить расход горючего. В опытах при использовании дифференцированной обработки почвы отмечается снижение расхода дизельного топлива на 50%. Экологический баланс, выраженный в  $\text{CO}_2$ -эквивалентах, будет изменяться при использовании альтернативного биотоплива. Вместе с тем трудно количественно оценить влияние глубины обработки почвы на стабильность ее структуры, биологическую активность и динамику гумуса и питательных веществ.

Экологический эффект дифференцированного посева в зависимости от неоднородности поля в целом, вероятно, ниже по сравнению с дифференцированной обработкой почвы; количественно оценить этот эффект сложнее. Можно обеспечить экономию посевного материала, снижение потребности в посевных площадях, экономии удобрений и средств защиты растений, включая протравители, но очевидно, что экологический потенциал этого элемента технологии точного земледелия не высок. Дифференцированное внесение удобрений имеет, несомненно, более высокий положительный экологический эффект. При снижении расхода удобрений в связи с дифференцированным внесением можно ожидать уменьшения совокупного отрицательного влияния на внешнюю среду как при их производстве, так и при внесении. При этом сокращается расход невозобновляемых энергетических ресурсов и поступление в почву содержащихся в удобрениях тяжелых металлов (урана, кадмия). Количественная оценка этих эффектов затруднительна. Кроме этого, в ряде случаев технологии точного земледелия связаны с увеличением внесения удобрений для повышения экономической эффективности хозяйствования.

Достаточно большое число опытов показывает высокую экономическую и экологическую эффективность дифференцированного внесения азотных удобрений в зависимости от неоднородности плодородия почвы и условий роста и развития культурных растений. Так, в Германии снижение норм внесения азотных удобрений в полевых опытах за счет дифференцированного внесения составляет в среднем 14 кг/га, или 7%, при увеличении урожайности на 6%. Следовательно, на основе массива экспериментальных данных можно снизить принятые дозы внесения, что уменьшает негативные экологические последствия, в частности вымывание азотных удобрений в грунто-

вые воды. Хотя эти процессы зависят также от варьирующихся погодных и почвенных условий, в целом достигается положительный экологический эффект. Точное земледелие может в значительной мере оптимизировать баланс применения азотных удобрений, которые в настоящее время вносятся сплошным способом на всю площадь поля.

Преимущество точного земледелия также состоит в возможности соблюдения мелкомасштабных ограничений при внесении азотных удобрений в связи с охраной чувствительных экологически ценных биоценозов.

Опыт показывает, что дифференцированное по площади внесение средств защиты растений, особенно гербицидов и регуляторов роста, обеспечивает значительное снижение их расхода, и за счет этого, отрицательного экологического воздействия на агроландшафт. Вместе с тем оценка воздействия этих мер на агроценозы затруднительна, так как биотические системы отличаются относительно длительными сроками реакции, поэтому в большинстве случаев можно ожидать эффекта только при повторных применениях технологии точного земледелия. В целом технологии точного земледелия открывают новые возможности для реализации концепции интегрированной защиты растений и улучшения контроля эффективности защитных мер. При этом можно легче прогнозировать риски для внешней среды и отрицательное влияние на биоценозы и принимать правильные решения, в том числе и касающиеся расстояния от рекреационных зон и других экологически значимых ландшафтных элементов, водоемов и зон охраны источников водоснабжения. Таким образом, эффективное управление популяциями агроценозов обеспечивает улучшение их саморегулирования. За счет этого технологии точного земледелия открывают новые возможности для управления резистентностью популяций вредных организмов к средствам защиты растений. На практике уже сегодня можно реализовать такие стратегии в борьбе с сорняками.

Очевидно, что техника и технологии точного земледелия являются важным рычагом практической реализации мер по охране ценных агроландшафтов и обеспечения экологической стабильности в пределах отдельно взятого поля и соседних биоценозах в рамках реализации стратегий адаптивно-ландшафтного земледелия. В какой мере экологический потенциал точного земледелия будет реализован на практике, зависит от государственной агро-технологической политики и законодательства.

## 7.6.

### **ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И РОБОТИЗАЦИИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Эффективность автоматизации управления зависит не только от совершенства выбранной системы автоматизации, но и от того, насколько органично она связана с технологией производства, конструкцией машин, средой и сельскохозяйственными материалами. Особенно это относится к новым технологиям точного земледелия. Принципиальное значение имеет адекватность техники, поскольку экономический эффект от автоматизации морально устаревших машин и технологических процессов обычно мал [37].

К разрабатываемым приборам и средствам автоматического управления сельскохозяйственными объектами предъявляются высокие требования: надежность работы устройств, простота обслуживания, унификация элементной базы и устройств в целом; низкая себестоимость систем управления и комплектующих элементов; повышенная стойкость к сложным условиям работы (вибрационные ударные нагрузки, агрессивная среда, пыль, грязь, дизельное топливо, масла и т. д.); ограниченность источников энергии; работа с живой средой; повышенная точность при резких изменениях возмущающих воздействий, обычно имеющих случайный характер, в которых протекает технологический процесс.

В настоящее время широкое распространение получили средства автоматизации на микропроцессорной базе. Серийно выпускаются модули по сбору аналоговой и дискретной информации; интерфейсы и модули по обработке информации (контроллеры); терминалы удаленного ввода-вывода. Все эти средства микропроцессорной техники позволяют создавать надежные унифицированные системы контроля и управления процессами, предусмотренными в работе стационарных сельскохозяйственных объектов (хранилищ картофеля и овощей, животноводческих ферм и других сельскохозяйственных производств) и мобильных агрегатов (машин и тракторов, выполняющих основную обработку почвы, культивацию, посев, внесение удобрений, а также самоходных комбайнов и др.).

Одним из основных способов автоматического управления мобильными сельскохозяйственными агрегатами является траекторное управление, опирающееся на систему спутниковой навигации GPS. Появились и действуют наземные стационарные ретрансляторы общего пользования, благодаря которым обеспечивается точность позиционирования до нескольких сантиметров. Предлагаются и переносные станции индивидуального пользования [94].

На этой основе реализуются два вида управления. Автоматизированное управление осуществляется с помощью виртуального следоуказателя. Автоматическое управление по различным программам (эквидистантное повторение контура поля или прямолинейные проходы) ведется с использованием исполнительных устройств управления поворотом. Современное рулевое управление колесных тракторов на основе гидрообъемного привода и механизм поворота гусеничных тракторов двухпоточного типа с двумя дифференциалами и гидравлическим контуром упрощают введение в них соответствующего электроуправляемого исполнительного устройства.

Автоматическое управление скоростью реализуется по всем возможным направлениям. В их числе:

- управление на максимальную мощность (производительность) при выполнении энергоемких работ с высоким тяговым сопротивлением, состоящее из вывода двигателя на максимум подачи топлива и автоматического переключения передач (изменения передаточного числа бесступенчатой трансмиссии) в зависимости от нагрузки;
- управление, оптимальное по расходу топлива, при выполнении работ, не требующих полной мощности двигателя, за счет согласованного изменения настройки системы регулирования двигателя на частичные характе-

ристики и переключение передач (изменение передаточного числа бесступенчатой трансмиссии), что выводит двигатель на режим минимально возможного удельного расхода;

- управление, рациональное по расходу топлива, аналогично предыдущему, но с ограниченным маневром по настройке системы регулирования на частичные характеристики для обеспечения нормальной работы привода независимого ВОМ по частоте вращения;
- управление в режиме трогания и разгона в составе функции «быстрый реверс».

Автоматическое управление рабочим оборудованием в режиме «включено–выключено» в основном применяется в составе интегрированного управления на разворотах. Оно состоит из запоминания последовательности действий водителя на развороте (которые в первый раз производятся вручную) — подъема и опускания навесного устройства, выключения и включения ВОМ и гидравлического отбора мощности, снижения и повышения скорости движения и изменение его направления и последующего воспроизведения этих действий. По существу здесь функционирует не отдельная система, а специальная программа, обеспечивающая необходимую и согласованную работу всех систем.

Контроль технического состояния и режимов работы осуществляется сочетаниями разных датчиков и стандартных стрелочных указателей или различных дисплеев, в том числе с виртуальными стрелочными приборами. Контролируемые параметры достаточно многочисленны: от технического состояния рабочих режимов двигателя до натяжения гусениц (на тракторах Challenger).

Эксплуатационно-технологический контроль сводится к измерению действительной скорости радарным доплеровским датчиком и контролю буксования. Однако особого внимания заслуживает общая шина обмена данными по одному из стандартизованных протоколов, через которую может быть организован обмен информацией с агрегируемым модулем, если он имеет соответствующее оснащение. При этом в кабине трактора появляется отдельный видеотерминал контроля и управления.

Широкое применение электронной автоматики вызвало появление новых качеств в основных агрегатах и системах тракторов. Например, в двигателях применение электронного регулирования на базе систем типа Common Rail повлекло за собой стабильность характеристик, снижение расхода топлива и токсичности выхлопа, а также позволило расширить диапазон частот вращения вниз при одновременном увеличении запаса крутящего момента. В трансмиссиях упростились гидравлические системы за счет передачи функций управления переходными процессами от внутренней автоматики к электронике, а также осуществлены новые усложненные приемы ручного управления. В гидравлических системах рабочего оборудования появилась возможность более точного управления отбором мощности на достаточно большое количество потребителей. Это предполагает существенное увеличение в шлейфе доли машин и орудий с развитым гидроприводом. В ходовых системах и подвесках сидений появилась возможность более точного и комфортного приспособления к различным условиям работы.



Как показывает анализ совершенствования техники, выпускаемой зарубежными фирмами, все современные машинно-тракторные агрегаты (МТА), уборочные комбайны, специализированные сельскохозяйственные машины и орудия оснащены электронными системами и бортовыми компьютерами для оптимизации управления процессами. Помимо управления работой двигателя, трансмиссии и других систем трактора, бортовой компьютер позволяет контролировать и осуществлять управляющие воздействия при выполнении технологических операций. Находящийся на тракторе бортовой компьютер позволяет перед началом работы производить диагностику основных каналов, осуществляющих контроль и управление агрегатом. В процессе выполнения отдельных операций механизатор имеет возможность на мониторе компьютера отслеживать рабочий процесс, а также дистанционно вносить коррективы по глубине хода рабочих органов, загрузке агрегата, контролировать буксование ведущих колес и эксплуатационные показатели.

Вся необходимая информация выводится на помещенный в кабине дисплей в виде текстовых сообщений, поясняющих операционные данные (как цифровые, так и аналоговые). Средства контроля позволяют оперативно следить за аварийной ситуацией, а также своевременно информируют об уровне топлива и необходимости смены масла, воздушного фильтра, топливного фильтра и т. д.

При выполнении технологических операций бортовой компьютер управляет рабочим процессом, а при необходимости контроля со стороны механизатора может вызывать на дисплей информацию, нужную для корректировки процесса. В многофункциональных агрегатах используются средства автоматизации для контроля и управления процессами посева, внесения удобрений, отслеживания стыкования смежных проходов, глубины хода рабочих органов, величины тягового усилия т. д.

Следует иметь в виду, что существенными проблемами для автоматизации мобильной сельскохозяйственной техники являются рассредоточенность сельскохозяйственных установок и техники по большим площадям и удаленность их от ремонтных баз, невысокая квалификация обслуживающего персонала, сезонность работ и непродолжительное использование в течение суток, а также работа на открытом воздухе при широком диапазоне изменения его влажности и температуры, наличии пыли и вибраций. Поэтому средства автоматики должны быть простыми по устройству, рассчитанными на существующие на объектах виды энергии, относительно дешевыми и надежными при эксплуатации и хранении.

Дальнейшим направлением автоматизации мобильной сельскохозяйственной техники становится ее роботизация. Сельскохозяйственные роботы предназначены для полной автоматизации трудоемких, монотонных и экологически опасных процессов в сельскохозяйственном производстве. Современный уровень развития автоматики и информационных технологий делает возможным создание специальных транспортно-технологических средств, управляемых без водителей и используемых для сева, вспашки, внесения удобрений, опрыскивания посевов, обрезания побегов и т. д.

Сельскохозяйственные роботы нашли применение при работах в тепличных хозяйствах и возделывании садовых культур. Во Франции разработан

мобильный робот, предназначенный для автоматического удаления лишних побегов виноградной лозы, японская фирма Toshiba уже выпускает необычного робота-садовода, который может сажать молодые деревья, подрезать ветки и т. д. Двумя «пальцами» он схватывает растение, а применение специальных присосов исключает поломку веток. Японские ученые, однако, считают «садовода» еще недостаточно совершенным. Новое поколение роботов-садоводов полностью исключит вмешательство человека в такие процессы, как подрезка деревьев и кустарников, пересадка и даже опыление цветов.

Концептуальный трактор RoboTrac, управляемый с помощью GPS-навигации, представила фирма Valtra (Финляндия). Он идеален для работы на виноградниках, кофейных фермах и во фруктовых садах. Трактор оборудован 85-сильным дизельным двигателем, задней самоподруливающейся осью, может быть как переднеприводным, так и полноприводным. По команде, передаваемой через Интернет и навигационную систему, он способен самостоятельно вспахивать землю, обрабатывать почву, высевать семена, орошать посевы и т. д. «Умный» трактор, по словам его создателей, бережно относится к урожаю и сводит к минимуму повреждение плодов.

Беспилотный трактор Agria, разработанный в Институте прикладных искусств в Вене (Австрия), самостоятельно справляется с такими нелегкими задачами, как посадка и защита растений, удобрение почвы. Это идеальный помощник на небольших фермах. Инфракрасные и ультрафиолетовые сенсоры позволяют трактору Agria обнаруживать насекомых-вредителей и грибковые образования, после чего машина принимает необходимые меры по их ликвидации. Кроме того, робот может налаживать совместную работу с другими подобными машинами, образуя целую интеллектуальную сеть. Работа сети координируется через компьютер или смартфон.

Применение в сельскохозяйственном производстве современных информационных технологий, систем и средств автоматизации и роботизации позволит повысить производительность труда, достичь высоких количественных и качественных показателей сельхозпродукции, интенсифицировать уровень производства.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключаются принципы дифференцированного управления?
2. Этапы реализации технологий точного земледелия.
3. На какие четыре подсистемы можно подразделить точное земледелие?
4. Назовите области применения спутниковой навигации.
5. Перечислите наиболее важные элементы приборов точной навигации в сельском хозяйстве.
6. Как классифицируются автопилоты и для чего их используют?
7. Для чего существует картирование урожайности?
8. Какие стандартные задачи выполняют СУБД?
9. В чем состоят дополнительные затраты в точном земледелии?
10. Какие технологии оказывают влияние на экономическую эффективность точного земледелия?
11. Перечислите основные способы автоматического управления сельскохозяйственными агрегатами.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ КАК ОБЪЕКТЕ МАТЕМАТИЗАЦИИ И МЕТОДАХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

### 8.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

**Производственный процесс** — это совокупность технологических (физических, химических, биологических) воздействий, совершающихся в определенной последовательности для получения продукта того или иного качества [24].

*Технологический процесс* — совокупность сведений о способах, закономерностях, средствах и последовательности выполнения всех операций сельскохозяйственной работы, связанной с изменением расположения, формы, размеров и свойств перерабатываемого сырья.

*Производственный процесс* может включать несколько технологических процессов. Так, процесс производства мяса включает технологические процессы приготовления кормов, уборки и утилизации навоза, подъема воды, поения и т. п.

*Рабочий процесс машины* характеризуется способом воздействия рабочих органов машины или агрегата на перерабатываемое сырье. При этом учитываются как основные операции, так и вспомогательные, в том числе загрузка сырья, передача от одного рабочего органа к другому, выгрузка и т. п.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, называется *технологической операцией*.

*Рабочее место* — элементарная единица структуры предприятия, где размещается исполнитель работы, обслуживаемое им технологическое оборудование, часть конвейера, оснастка и предметы труда, поступающие на ограниченное время.

Современное сельскохозяйственное производство — это объединенные в комплекс сложные биотехнические системы. Рассмотрим условия функционирования такой системы на базе одной из отраслей сельскохозяйственного производства — животноводства. При всем разнообразии технологических процессов в животноводстве их можно свести к сравнительно небольшому числу видов единичных операций:

- биологические, т. е. происходящие в организме животного;
- преобразования (приготовление корма, переработка навоза);
- тепловые;
- механические (перемещение материальных потоков, вращение рабочих органов машин).

Совокупность единичных операций образует конкретные технологические процессы, например приготовления и раздачи кормов, уборки и утилизации навоза, получения и переработки продукции и т. д. В общем случае технологический процесс реализуется посредством технологических операций, которые выполняются параллельно, последовательно или комбинированно, когда начало последующей операции сдвинуто по отношению к началу предыдущей.

Технологические процессы сельскохозяйственного производства характеризуют существенные особенности [11]:

1) *поточность*. Потоки равны по закономерностям и структуре (материалы, энергия, биологические объекты и т. д.), и у них есть общие свойства: возможность коммутировать, накапливать, менять интенсивность потока;

2) *цикличность*. Технологический процесс имеет суточный или годовой цикл;

3) *единство цели управления*. Технологический процесс представляет собой единое целое, и нарушение в одном звене приводит к нарушению всего цикла. Потеря продукции в результате нарушения хода технологического процесса, как правило, не может быть компенсирована;

4) *разнообразие частей*. Технологический процесс объединяет значительное число поточных линий (на животноводческом комплексе — от 6 до 10). Следствие — большой объем информации и сложность выработки оптимального алгоритма управления;

5) *плохая подготовленность к автоматизации*, вызванная значительным рассредоточением объектов, тяжелыми условиями работы и низкой квалификацией персонала. Это общие особенности широкого круга технологических процессов, что делает возможной разработку однотипных систем управления.

Решения по управлению технологическим процессом принимаются с учетом распорядка дня, режимов работы, организационных особенностей.

Производственный процесс и основные технологические операции характеризуются определенными параметрами и критериями, которые выражаются количественно.

*Критерием* можно назвать точно установленный признак истинности. Для производственного процесса в качестве критерия можно принять время, расход энергии, производительность, выход и качество продукта, затраты на производство, время окупаемости затрат, металлоемкость, занимаемую площадь и т. п. С помощью критерия можно оценить не только весь производственный процесс, но и отдельные операции, машины, рабочие органы. В этом случае выбираются частные критерии, которые не должны противоречить общему.

В настоящее время существуют самые разнообразные критерии — как общие, так и частные. Их можно объединить в несколько групп: экономические, технико-экономические, технологические и пр. К *экономическим* критериям относятся прибыль, себестоимость, рентабельность, доход, уровень затрат на производстве и др. Из *технико-экономических* наиболее часто употребляется критерий максимальной производительности. В некото-

рых случаях применяются критерии долговечности, надежности, расхода энергии, пара, воды и др. *Технологические* критерии учитывают количество и качество получаемой продукции, а также максимально возможный выход годных изделий (продукции). К этим критериям могут относиться также и критерии расхода материалов, сырья и других ресурсов на изготовление определенного вида продукции.

Критерий — это признак, условие, правило, по которому выделяется наиболее предпочтительный вариант достижения поставленной цели.

При исследовании (расчете, проектировании) производственного процесса чаще всего требуется определить наилучшие решения. Как правило, оптимальный критерий должен иметь минимальное или максимальное значение при некоторых ограничениях на заданные ресурсы (время, сырье, расход энергии и т. п.).

Производственные процессы сельского хозяйства относятся к сложным объектам управления, т. е. характеризуются большим числом контролируемых и управляемых параметров и действием многочисленных возмущений, влияющих на эффективность выполнения этих процессов. Поэтому в этих процессах широко используются высокоточные технологии, базирующиеся на автоматическом управлении процессами.

Основная особенность автоматизации сельскохозяйственного производства заключается в неразрывной связи техники с биологическими объектами (растениями, животными, почвой, которые характеризуются непостоянными параметрами), непрерывности процессов производства продукции и цикличностью ее получения. В этих условиях системы автоматики должны учитывать:

- связь техники с биологическими объектами, а технику рассматривать как человекомашинную систему;
- многообразие и сложность производственных процессов, что обуславливает разнообразие технологических процессов и техники;
- распределенность контролируемых и регулируемых параметров многих объектов по большому технологическому полю (теплицы) или объекту (хранилища) со случайными возмущающими воздействиями;
- рассредоточенность техники по большим территориям, удаленность ремонтной базы, часто недостаточную квалификацию обслуживающего персонала;
- условия работы систем автоматики (на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях) с изменением в широких пределах температуры, влажности, состава агрессивных газов, запыленности, интенсивности солнечной радиации и т. д.

В общем случае система управления сельскохозяйственным производством строится путем последовательного объединения систем управления отдельными технологическими процессами при условии обеспечения максимальной универсальности систем, надежности и рационального использования новейших методов построения автоматических систем и технических средств. Такая поэтапная автоматизация позволяет получить наибольший эффект от внедрения автоматических устройств при минимальных затратах, связанных с автоматизацией важнейших звеньев технологических процессов.

## 8.2. СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Производственный процесс как совокупность технологических процессов предприятия, оснащенного средствами механизации трудоемких работ и автоматизации управления операциями, представляет собой пример сложной системы. Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим является системный подход, идеи которого реализуются в различных методиках проектирования сложных систем, поэтому производственный процесс целесообразно рассмотреть с системных позиций.

Под *системой* понимают совокупность элементов, объединенных общими свойствами или признаками. Система представляет собой часть другой системы, которая в свою очередь входит в более сложную систему и т. д. Применительно к переработке сельскохозяйственного сырья системой называется совокупность организационных, экономических, физико-химических процессов и средств для их реализации [54].

Если производственный процесс рассматривать как процесс функционирования некоторой системы, то это есть последовательная смена состояния комплекса производственного оборудования. В общем виде каждому фиксированному моменту соответствует мгновенное состояние системы, которое можно описать набором чисел, например  $a_1, \dots, a_n$ , выражающих основные свойства системы. Величины  $a_i$  есть функции времени:  $a_1(t), \dots, a_n(t)$ . Эти функции можно назвать характеристиками процесса, которые в каждый момент показывают его состояние и составляют основу для математической модели.

Обязательными компонентами любой системы являются элементы и связи между ними. Элемент обозначают определенным символом — переменной, которая характеризует отдельный элемент или комплекс элементов. При описании и исследовании системы переменные принимают некоторые значения в определенном диапазоне. Те переменные, которые при решении конкретной задачи принимаются неизменными, называются параметрами. Определить систему значит определить ее элементы, выразить их переменными, найти значения переменных, выделить параметры, установить связи между ними.

Связи между элементами могут быть:

- вещественными — каналы, пути, по которым элементы системы обмениваются веществами: сырьем, полуфабрикатами и т. д.;
- энергетическими — каналы обмена различными видами энергии: электрической, механической, тепловой и т. д.;
- информационными — передающими сигналы в технических системах о ходе технологических процессов, а также команды, приказы и сведения в организационных системах.

Все три вида связей неотделимы друг от друга.

Любая система допускает разделение на подсистемы. Объекты, принадлежащие к одной подсистеме, можно рассматривать как составляющие окружение другой подсистемы. Разделение системы на подсистемы приводит

к иерархичности ее структуры. В зависимости от постановки и цели решаемой задачи один и тот же объект в одной иерархической системе является системой, в другой — подсистемой, в третьей — элементом.

Основными частями системы являются вход, структура и выход.

*Вход системы* — комплексное понятие, подразумевающее внешнюю среду в виде вещественных, энергетических и информационных каналов. Информационные каналы определяют способы функционирования элементов системы. Для технологического процесса характерны вещественные (материальные), энергетические и информационные связи с системами окружающей среды. В кибернетическом плане он представляет собой объект управления. На его входы поступают сырье, полуфабрикаты, заготовки и управляющая информация. Одна часть этой информации включает плановые задания, определяющие календарные сроки начала выпуска продукции, другая — технологическую документацию, содержащую алгоритм и программы управления процессом выпуска продукции на различных операциях.

Ни одна система не является абсолютно замкнутой. Взаимодействие системы с внешней средой обеспечивается внешними связями. На входе система получает воздействие от среды, на выходе — воздействует на среду. Физические системы не просто находятся в окружении — они существуют благодаря окружению, и успех проектирования искусственных систем определяется их совместимостью с окружающей системой.

*Внутренняя структура системы* — совокупность устойчивых отношений между частями целостного объекта или процессов, обеспечивающая качественную определенность технологической системы. Понятие структуры играет важную роль в системном анализе, так как от ее знания зависит знание отношений между отдельными элементами системы. Структуру необходимо рассматривать как единство противоположных категорий: расчлененности и целостности.

*Выход системы* — результат ее деятельности. К выходам системы относятся готовая продукция и информация о фактическом времени ее изготовления и технологических отклонениях. Эта информация поступает в систему оперативного управления производствами и в службы технологической подготовки.

Например, для двигателя внутреннего сгорания подсистемами являются коленчатый вал, механизм газораспределения, поршневая группа, система смазки и охлаждения. Внутренние параметры — число цилиндров, объем камеры сгорания и др. Выходные параметры — мощность двигателя, КПД, расход топлива и др. Внешние параметры — характеристики топлива, температура воздуха, нагрузка на выходном валу.

Процесс системного анализа включает пять основных структурно-логических элементов: цель, пути ее достижения (стратегия), требуемые параметры, модель и критерий.

*Цель* — желаемое состояние системы, результат ее деятельности. Примером цели может быть получение прибыли или снижение энергоемкости при производстве того или иного продукта.

*Пути достижения цели (стратегия)* — использование различных средств и методов для достижения поставленной цели. Например, для достижения цели — увеличения прибыли — необходимо снизить себестоимость и повысить качество выпускаемой продукции.

Определение необходимых параметров системы — это вопрос о ресурсах, нужных для достижения цели, и их распределении. Одним из основных условий определения и распределения ресурсов является их ограниченность, что требует выявления приоритетности выделения и использования ресурсов. В целом задание целей, выбор стратегии и определение ресурсов взаимосвязаны. При разработке системы путем последовательной оптимизации цели, стратегии и необходимых для этого ресурсов находят приемлемые параметры системы.

Под *жизненным циклом* любой системы понимается промежуток времени между осознанием необходимости в системе и осознанием ее ненужности. Между этими моментами существует ряд этапов. К примеру, для решения инженерной задачи последовательность будет следующей:

- предпроектные исследовательские работы;
- разработка технического задания (ТЗ) — комплекта стандартизованной документации, в котором содержатся все исходные данные, необходимые для проектирования. ТЗ создается разработчиком и утверждается заказчиком;
- технический проект;
- рабочий проект;
- контроль, проведение испытаний и наблюдений;
- внедрение разработанной системы.

### 8.3. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

*Моделирование* — это имитация поведения исследуемой системы (в данном примере — дробилки) с помощью устройства, называемого моделью.

Моделирование является одним из наиболее распространенных способов изучения различных процессов и явлений. Оно основано на способности человека абстрагировать сходные признаки или свойства различных объектов и устанавливать между ними отдельные соответствия. Во многих практических случаях исследование модели проще, удобнее и дешевле, чем реального объекта. Например, трудно исследовать процессы измельчения материала в камере молотковой дробилки, в то время как на модели они легко воспроизводятся.

*Модель* — аналог действительной системы, который может быть создан и исследован до построения самой системы. Модель можно описать словесно, изобразить в виде макета либо представить в виде физического, математического или символического аналога. Модели называются математическими, если они формализованы средствами аппарата и языка математики. В свою очередь, математические модели могут быть геометрическими, топологическими,



динамическими, логическими и пр., если они отражают соответствующие свойства объектов.

Наибольшие трудности возникают при создании моделей слабоструктурированных систем. Здесь значительное внимание уделяется экспертным методам. В теории систем сформулированы общие рекомендации по подбору экспертов при разработке модели, организации экспертизы, по обработке полученных результатов.

При исследовании задач системного анализа используются многочисленные методы и приемы моделирования. Основные из них — логическое, геометрическое, физическое и математическое моделирование [24].

*Логическое (описательное) моделирование.* На основе аналогов определенных физических данных создается представление об изучаемом явлении. К логическим моделям можно отнести модель атома, модель нервной системы, аналитически составленные в соответствии с уравнениями схемы замещения генераторов, трансформаторов и т. д.

*Геометрическое (изобразительное) моделирование.* Основой геометрических моделей является принцип геометрического подобия, т. е. изменение масштабов сооружений без сохранения подобия физической сути явлений. В животноводстве примером могут служить макеты новых ферм и комплексов, машин и установок для приготовления корма и т. п. Они наглядны и полезны при обучении.

*Физическое моделирование.* Модель воспроизводит изучаемый процесс с сохранением его физической природы. Физические модели отражают подобие между оригиналом и моделью не только с точки зрения их формы и геометрических соотношений, но и с точки зрения происходящих в них основных физических процессов. Эти модели имеют более ограниченную сферу применения, чем математические.

*Математическое моделирование.* Это способ исследования различных процессов путем изучения явлений, имеющих различное физическое содержание, но описываемых одинаковыми математическими соотношениями.

Математические модели можно разделить на предметно-математические и логико-математические. Предметно-математическое моделирование — это разновидность физического моделирования, при котором предполагается лишь тождественность математического описания процессов в оригинале и модели.

Например, известно, что:

1) прямолинейное движение твердого тела с трением описывается линейным дифференциальным уравнением

$$m \frac{d^2 S}{dt^2} + r \frac{dS}{dt} = F(t), \quad (8.1)$$

где  $m$  — масса тела,  $S$  — пройденный путь,  $r$  — коэффициент трения,  $F(t)$  — внешняя сила, приложенная к телу;

2) вращательное движение тела вокруг неподвижной оси описывается уравнением

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + K \frac{d\varphi}{dt} = M(t), \quad (8.2)$$

где  $I$  — момент инерций,  $\varphi$  — угловое смещение,  $K$  — коэффициент демпфирования,  $M(t)$  — вращательный момент внешней силы;

3) процесс в электрической цепи, содержащей последовательно включенные индуктивность и активное сопротивление, описывается уравнением

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} = U(t), \quad (8.3)$$

где  $L$  — индуктивность,  $q$  — количество электричества,  $R$  — активное сопротивление,  $U(t)$  — напряжение в цепи.

Сравнивая линейные дифференциальные уравнения (8.1), (8.2) и (8.3), видим, что все они имеют одинаковую структуру

$$a_1 \frac{d^2 x}{dt^2} + a_2 \frac{dx}{dt} = y(t). \quad (8.4)$$

Последнее уравнение (8.4) представляет собой предметно-математическую модель пересчитанных процессов.

Логико-математические модели — абстрактные описания объектов с помощью знаков. Это может быть некоторая совокупность уравнений или неравенств, таблицы, матрицы и другие способы математического описания тех или иных явлений и процессов.

Итак, *математической моделью* (ММ) реальной системы называется совокупность соотношений (формул, уравнений, неравенств, логических условий, операторов и т. д.), определяющих характеристики состояний системы (а через них и входные сигналы) в зависимости от ее параметров, входных сигналов, начальных условий и времени.

Математические модели могут быть символическими и численными. При использовании символических моделей оперируют не значениями величин, а их символическими обозначениями (идентификаторами). Численные модели могут быть аналитическими, т. е. их можно представить в виде явно выраженных зависимостей выходных параметров  $Y$  от параметров внутренних  $X$  и внешних  $Q$ , или алгоритмическими, в которых связь  $Y$ ,  $X$  и  $Q$  задана неявно в виде алгоритма моделирования. Важнейший частный случай алгоритмических моделей — имитационные, они отображают процессы в системе при наличии внешних воздействий на нее. Другими словами, имитационная модель — это алгоритмическая поведенческая модель.

Под *математической моделью технологического процесса* и его элементов понимают систему математических соотношений, описывающих с требуемой точностью изучаемый объект и его поведение в производственных условиях. При построении ММ используют различные математические средства описания объекта: теорию множеств, теорию графов, теорию вероятностей, математическую логику, математическое программирование, дифференциальные или интегральные уравнения и др. [1].

К математическим моделям предъявляют требования высокой точности, экономичности и универсальности. Экономичность ММ определяется затратами машинного времени (работы ЭВМ). Степень универсальности ММ определяется возможностью их использования для анализа большего числа

технологических процессов и их элементов. Требования к точности, экономичности и степени универсальности ММ противоречивы, поэтому необходимо находить оптимальное компромиссное решение.

*Степень универсальности* ММ характеризует полноту отображения в модели свойств реального объекта. Однако ММ отражает лишь некоторые свойства. Так, большинство ММ используют при функциональном проектировании, например при нахождении оптимальных режимов резания, расчете производительности и др. При этом не всегда требуется, чтобы ММ описывала все свойства объекта, как, например, геометрическую форму составляющих его элементов.

*Точность* ММ оценивают степенью совпадения значений параметров реального объекта и значений тех же параметров, рассчитанных с помощью оцениваемой ММ.

*Адекватность* ММ — это способность отображать заданные свойства объекта с погрешностью не выше заданной. Как правило, адекватность модели имеет место лишь в ограниченной области изменения внешних переменных — области адекватности математической модели.

*Экономичность* ММ характеризуется затратами вычислительных ресурсов (затратами машинного времени и памяти на ее реализацию).

В зависимости от сложности задачи используют различные принципы построения моделей. Зачастую возникает необходимость разработки модели менее точной, но более полезной для практических целей. При этом, с одной стороны, нужно разработать модель, на которой проще всего получать численное решение, с другой — обеспечить максимально возможную точность модели. С целью упрощения модели используются такие приемы, как исключение переменных, изменение их характера, изменение функциональных соотношений между переменными (например, линейная аппроксимация), изменение ограничений (модификация, постепенный ввод ограничений в условие задачи). Являясь эффективным средством исследования структуры задачи, модели позволяют обнаружить принципиально новые стратегии.

*Пример.* Представим, что экспериментальное изучение явления  $\Phi$  дает кривую  $g$  (рис. 8.1), описываемую уравнением  $y = g(x)$ . Чтобы объяснить явление  $\Phi$ , теоретик может обратиться к теориям  $Q_1$  и  $Q_2$ . Эти теории дают соответственно кривые  $y = g_1(x)$  и  $y = g_2(x)$ . Ни одна из них не совпадает с экспериментальной кривой  $g$ . Кривая  $g_1$  ближе количественно — в том смысле, что в рассматриваемом интервале интеграл разности  $\int |g - g_1| dx$  меньше, чем  $\int |g - g_2| dx$ . Но кривая  $y = g_2(x)$  имеет ту же форму и вид, что и экспериментальная кривая  $g$ . В этом случае теоретик с большей долей вероятности предпочтет обратиться к теории  $Q_2$ , чем к  $Q_1$ . Несмотря на более значительную количественную погрешность, можно считать, что теория  $Q_2$ , которая дает кривую того же вида, что

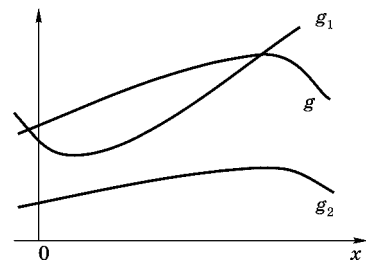


Рис. 8.1  
Экспериментальное изучение явления



Рис. 8.2

Уровни моделирования технологических процессов

и экспериментальная, больше говорит о механизме, лежащем в основе явления  $\Phi$ , чем теория  $Q_1$ , количественно более точная. Этот пример не имеет доказательной силы, но иллюстрирует естественную тенденцию разума придавать форме кривой собственную значимость [76].

При моделировании сложных производственных процессов выделяют различные уровни (рис. 8.2). На первом, наиболее низком уровне проводят исследования, расчет и конструирование рабочих органов, определение кинематических параметров, усилий и размеров [24].

На втором уровне рассматривают работу сложных узлов и механизмов или целых единиц оборудования. На основании математического описания процессов, явлений, уравнений баланса тепла, массы и других факторов составляется математическая модель функционирования механизма. Часто при этом используются данные экспериментальных исследований. Результатом решения на втором уровне может быть определение оптимальных схем движения, соединение в один агрегат узлов и механизмов.

При рассмотрении третьего уровня моделирования выделяются самостоятельные участки технологической линии. Разрабатываются структурные и математические модели, определяются критерии оптимальности. На этом уровне выбирается вариант технологического участка (линии), типа и порядка размещения различных машин и оборудования.

Модель общей схемы технологического процесса (линии) составляется на четвертом уровне моделирования на основании ранее полученных моделей отдельных участков.

На пятом уровне рассматриваются технико-экономические показатели и определяется эффективность функционирования всего предприятия (цеха, завода).

Предлагаемое деление процесса моделирования не является строгим и не обязательно должно включать пять уровней. Количество иерархических уровней зависит от сложности объекта, целей и задач, ставящихся при его рассмотрении.

На основе аналитических математических моделей осуществляются процедуры оптимизации, посредством которых производится поиск лучших вариантов условий функционирования производственных систем. В результате решения оптимизационной задачи отыскивается такой вариант, который при заданных условиях обеспечивает достижение экстремального значения выбранного показателя, отражающего реализацию поставленной цели. Этот показатель называют *критерием оптимальности*. Математический критерий оптимальности формируется в виде некоторой целевой функции.

Математическая модель оптимизационной задачи включает следующие основные элементы:

1) переменные, или управляемые, параметры процесса — набор неизвестных величин, численные значения которых определяются в ходе решения и дают достаточно конкретные и детализированные указания по рациональной организации процесса;

2) ограничения задачи, представляющие собой символическую запись обязательных условий организации данного процесса. Как правило, ограничения имеют вид линейных уравнений или неравенств. Ограничений в задаче может быть множество: по каждому виду материалов, топлива, энергии, оборудования, численности работников, финансового ресурса, мощности предприятий и т. д.

Для моделирования производства сельскохозяйственной продукции лучше других подходят линейные модели, с помощью которых возможен выбор оптимального варианта из множества. Кроме того, данный вид модели легко можно обработать на компьютере при использовании программ, разработанных на основе симплекс-метода.

Одним из важнейших разделов математической теории управления и планирования является *линейное программирование*. Методы линейного программирования позволяют решать оптимизационные задачи распределения ресурсов и минимизации затрат. Задачи такого рода возникают при планировании загрузки технологического оборудования, разработке методов управления в производственной системе, планировании последовательности запуска отдельных составляющих.

Задача линейного программирования формулируется следующим образом. Требуется определить экстремум некоторой целевой функции переменных  $X = (x_1, \dots, x_n)$

$$L(x) = L(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max \quad (8.5)$$

при следующих ограничениях, наложенных на переменные (запись в векторной форме):

$$\sum_{i=1}^n \mathbf{A}_i x_i \leq \mathbf{B}, \quad x_i \geq 0, \quad i=1, \dots, n; \quad j=1, \dots, m, \quad (8.6)$$

где  $\mathbf{A}_i = \begin{bmatrix} a_{1i} \\ \dots \\ a_{mi} \end{bmatrix}$  —  $i$ -й вектор-столбец условий задачи;  $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_1 \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix}$  — вектор-столбец ограничений задачи.

Векторы  $\mathbf{A}_i$  в совокупности образуют матрицу  $\mathbf{A} = |a_{ji}|$  условий задачи.

Если хотя бы один из коэффициентов  $c_i$  в (8.5) равен нулю, то целевая функция не ограничена в пространстве  $X$ , и задача о максимуме такой функции без ограничений смысла не имеет.

Другие варианты задач с линейной целевой функцией и линейными условиями можно записать в следующей форме.

#### 1. Неравенство

$$\sum_{i=1}^n P_{i,j} x_i \geq d_j$$

можно привести к форме (8.6), изменив знак обеих его частей

$$\sum_{i=1}^n -P_{i,j} x_i \geq -d_j$$

и обозначив  $a_{i,j} = -P_{i,j}$ ;  $b_j = -d_j$ .

2. Условие в форме равенства  $\sum_{i=1}^n P_{i,j} x_i = d_j$  можно переписать в виде двух неравенств:

$$\sum_{i=1}^n P_{i,j} x_i \geq d_j \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^n -P_{i,j} x_i \geq -d_j.$$

3. Условие  $Y_i \geq d_i$ , введя замену  $x_i = Y_i - d_i$ , можно переписать в следующем виде:  $x_i \geq 0$ .

4. Замена задачи на минимум задачей на максимум проводится изменением знака  $L$ .

Сложность решения задач линейного программирования состоит в том, что прямой путь решения — построение системы возможных вариантов и выделение из них оптимального — практически неосуществим с увеличением числа переменных  $X_i$  (с увеличением  $i$ ). В этом случае возникает необходимость в значительном количестве операций, что требует недопустимо большого машинного времени, даже с учетом использования современных компьютеров. Поэтому в каждом случае необходимо рассматривать возможность применения тех или иных методов линейного программирования исходя из размерности задачи.

Оптимизация производственной структуры сельскохозяйственных предприятий в большинстве случаев требует стохастического подхода, так как сельскохозяйственное производство в значительной степени подвержено воздействию случайных нерегулируемых природных факторов (количества осадков и их распределения по периодам, количества тепла и т. д.).

В моделях, описывающих структуру производства, за детерминированные величины принимаются объемы производственных ресурсов хозяйства; коэффициенты при переменных в ограничениях по структуре посевных площадей, воспроизводству стада, потребности в кормах и продуктивность животных; другие технико-экономические коэффициенты, не зависящие от колебаний урожайности. Случайными величинами в модели являются урожайность культур и непосредственно с ней связанные коэффициенты.

На начальных этапах технологического проектирования часто используют метод *динамического программирования*. Для каждого производственного задания определяют оптимальный маршрут его прохождения по рабочим местам без учета влияния других производственных заданий. При этом затраты на возможную первую операцию составят

$$T_1 = f(T_1^i).$$

С учетом возможной второй операции

$$T_2 = f(T_2^i) + T_1;$$

$j$ -й операции

$$T_j = f(T_j^i) + T_{j-1},$$

где  $j$  — количество технологических операций;  $i$  — количество возможных вариантов  $1 \leq i \leq n$ .

Функция  $R(T_1, T_2, \dots, T_p) = \sum_{q=1}^p g(T_q^i)$  является целевой и определяется длительностью производственного процесса по одной конкретной операции. Соответственно функция  $G = g(T_1^i, T_2^i, \dots, T_p^i)$  является функцией стратегии. Стратегия, максимизирующая функцию  $R$ , является оптимальной. Тогда

$$R(T_1, T_2, \dots, T_j) = \sum_{p=1}^j g(T_p).$$

Из принципа оптимальности для любого начального решения  $p = 1$

$$g(T_1^i) + [g(T_2^i) + \dots + g(T_p^i)] = g(T_1^i) + F_{j-1}[f(T_1^i)].$$

Отсюда получаем основное рекуррентное соотношение

$$R(T^i) = \min[g(T_1^i) + F_{j-1}[f(T_1^i)]],$$

которое позволяет из нескольких возможных вариантов выполнения ТП, заданных с помощью структурной модели, выбрать оптимальный на основе анализа с помощью целевой функции. Реализация используемых математических методов ввиду их высокой трудоемкости должна осуществляться средствами автоматизированного комплекса.

Автоматизированный комплекс строится в рамках интегрированной программно-аппаратной среды интегральной проектно-производственной системы или как автономное образование соответствующих подразделений на основе интеграции программного и технологического обеспечения и средств обеспечения качества технологических процессов и изделий с использованием вычислительной техники.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ

Потребности комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства вызвали необходимость создания различных методов и устройств, распознающих систем, позволяющих выделить наиболее характерные признаки и на этой основе провести классификацию. Распознавание образов (объектов, сигналов, ситуаций, явлений или процессов) представляет собой одну из наиболее распространенных задач. Например, системы технической диагностики сельхозтехники, созданные в современных центрах технического обслуживания, используют большое количество признаков и являются многоуровневыми. Вопрос, часто задаваемый аналитиками: как организовать данные в наглядные структуры? Здесь в первую очередь необходимо различать понятия классификации и кластеризации (рис. 8.3).

Различие заключается прежде всего в исходных данных. *Классификация* является наиболее простой задачей анализа данных, для ее решения выборка должна содержать значения как входных, так и выходных (целевых) переменных. *Кластеризация*, напротив, не требует целевых переменных в выборке. Задача классификации решается при помощи различных методов; наиболее простой из них — линейная регрессия. Поиск существующих структур — цель кластеризации (таксономии), которая предназначена для разбиения совокупности объектов на однородные группы (кластеры или классы). Если данные выборки представить как точки в признаковом пространстве, то задача кластеризации сводится к определению «сгущений точек». «Кластер» (cluster) переводится как «скопление», «гроздь». Кластер можно представить как группу объектов, имеющих общие свойства. Характеристиками кластера называют два признака: внутреннюю однородность и внешнюю изолированность.

Кластеризация — это описательная процедура, она не позволяет делать статистические выводы, но дает возможность провести разведочный анализ

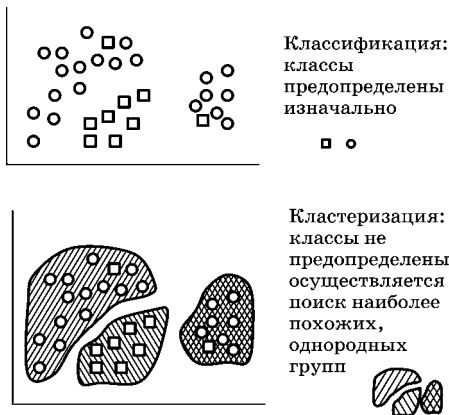


Рис. 8.3  
Сравнение задач классификации и кластеризации

и изучить структуру данных. Кластерный анализ полезен, когда надо классифицировать большое количество информации. Аналитика часто легче выделить группы схожих объектов, изучить их особенности и построить для каждой группы отдельную модель, чем создавать общую модель для всех данных.

При проведении *кластерного анализа* применяется метод нейронных сетей, позволяющий моделировать нелинейные многомерные задачи. Как правило, нейронная сеть используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между входами и выходами.



*Нейронные сети* представляют собой мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. На протяжении многих лет в качестве основного метода в большинстве областей использовалось линейное моделирование, поскольку для него хорошо разработаны процедуры оптимизации. Там, где линейная аппроксимация неудовлетворительна и линейные модели работают плохо (а таких задач достаточно много), основным инструментом становятся нейросетевые методы.

Идея нейронных сетей возникла в результате попыток смоделировать деятельность человеческого мозга. Мозг воспринимает воздействия, поступающие из внешней среды, и обучается на собственном опыте, используя накопления памяти.

Нейронные сети применяются для анализа сигналов от датчиков, установленных на двигателях. С помощью нейронной сети можно управлять различными параметрами работы двигателя, чтобы достичь определенной цели, например уменьшить потребление горючего.

Нейронные сети оказались полезны как средство контроля состояния производственного процесса и оборудования. В любом технологическом процессе, как правило, контролируется несколько различных параметров, таких как температура в разных частях установки, давление, концентрация примесей, содержание определенных веществ и т. д. Для контроля управляемости процесса в классическом подходе применяется контроль выхода за границы допуска и критерий серий. Однако такой подход основан на использовании эмпирических критериев вне зависимости от процесса. Необходимо построение чувствительных к особенностям конкретного процесса моделей в режиме, близком к реальному времени, в результате чего получают нейросетевые модели производственного процесса.



Рис. 8.4  
Схема управления с обратной связью

Одна из возможных схем управления с помощью нейронных сетей показана на рисунке 8.4. Представленный здесь эталонный сигнал может соответствовать процессу в норме. Анализируя отклонение процесса, нейронная сеть выдает решение об изменении настроек.

Например, нейронная сеть может быть обучена так, чтобы отличать шум, который издаст машина при нормальной работе, от того, который является предвестником неполадок. После такой настройки нейронная сеть может предупреждать инженеров об угрозе поломки до того, как она случится, и тем самым исключать неожиданные и дорогостоящие простои.

#### РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Совокупность задач, возникающих в связи с исследованием сложных систем, разбивается на два класса:

1) задачи анализа, связанные с изучением поведения и свойств системы в зависимости от ее структуры и значений параметров;

2) задачи синтеза, сводящиеся к выбору ее оптимальных внутренних параметров при заданных характеристиках внешней среды с учетом ограничений, накладываемых на систему (или к отысканию таких внутренних параметров, которые придают заданное значение критерию эффективности).

Исследование систем в задачах анализа и синтеза включает несколько этапов.

1. *Формулировка задачи*, в которой раскрывается цель исследования и основные условия решения задачи.

Основные цели создания модели:

- понять, как устроен объект, какова его структура, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром;
- научиться управлять объектом (или процессом) и определить наилучшие способы управления при заданных целях и критериях;
- прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект.

Естественно, прежде чем формулировать цель исследования, необходимо всесторонне изучить структуру моделируемого объекта (процесса).

Так как математическая модель является результатом формализации процесса и формально определяет зависимость характеристик состояний системы от ее параметров, то на первом этапе необходимо решить вопрос о выборе оптимальной совокупности параметров и характеристик состояний.

Корректность постановки задачи является важным моментом, так как от нее в значительной степени зависят все последующие действия. Ошибки, допущенные на этом этапе, даже при безупречном выполнении последующих, могут привести к тому, что разработанный программный продукт не будет соответствовать требованиям конечного потребителя.

2. *Содержательное описание* и точная постановка задачи (математическая четкость: что дано, что требуется найти). Содержательное описание включает сведения о физической природе и количественных характеристиках явлений процесса, их взаимодействиях; исходные данные, необходимые для исследования: числовые значения известных характеристик и параметров процесса (в виде таблиц, графиков и т. д.) и значения начальных условий. Содержательное описание служит основой для построения общей формализованной схемы, которая является промежуточным звеном между содержательным описанием и математической моделью.

На этом этапе дается точная математическая формулировка задачи с указанием характеристик и зависимостей между ними. Все сведения о процессе, которые возможно почерпнуть из эксперимента или технической документации, должны быть использованы для построения формализованной схемы.

Задача может считаться поставленной точно, если используемая для решения информация является полной и непротиворечивой. На этом же этапе осуществляется выбор критерия для оценки эффективности исследуемой системы.

3. *Формализация задачи*, при которой разрабатывается модель системы и аналитически представляется выбранный критерий эффективности.

Разработка модели системы — ответственный этап проработки задачи, так как к модели предъявляются противоречивые по своей сути требования содержательности и дедуктивности. Действительно, удовлетворяя требование содержательности, в модели необходимо как можно точнее учесть большое количество факторов реального процесса. При этом модель усложняется, что затрудняет ее исследование и получение содержательных результатов. В то же время желание получить результат возможно более простым путем приводит к необходимости упрощения модели, что снижает ее содержательность.

На этом этапе формализованная схема преобразуется в математическую модель, которая представляет собой систему соотношений, связывающую характеристики процесса с его параметрами и начальными условиями. При этом используются соответствующие математические схемы (система массового обслуживания, случайное событие и др.), чтобы записывать в аналитической форме все соотношения; логические условия выражаются в виде систем неравенств; таблицы и графики употребляются в виде аппроксимирующих выражений, удобных для вычислений (например, вместо таблиц частот для случайных значений применяются функции плотности соответствующих законов распределения).

4. *Исследование разрешимости задачи*, устанавливающее, имеются ли среди средств и методов научной области такие, с использованием которых возможно получение результата.

Выбор метода решения занимает принципиальное место в общей схеме анализа задачи и зависит прежде всего от того, детерминированной или стохастической является модель изучаемой системы. Чаще других применяются методы теории массового обслуживания, математического программирования, вариационное исчисление, теория статистических решений. При выборе метода решения задачи следует учесть, что если входная информация является заведомо неполной, то использование точных методов для решения нецелесообразно.

Само по себе математическое описание в большинстве случаев трудно перевести на машинный язык. Для некоторых классов математических задач существуют точные методы решения, которые можно представить в виде последовательности арифметических и логических действий. Но для многих задач (алгебраические уравнения и системы уравнений, вычисление интегралов, дифференциальные уравнения и т. д.) точные методы решения неизвестны или слишком громоздки. Поэтому были разработаны специальные численные методы, позволяющие получить приближенное решение с требуемой точностью. Такие методы можно найти практически для любых задач. В этих случаях приближенные методы решения обеспечивают удовлетворительные результаты, преимущество которых перед точными состоит в существенно большей простоте реализации. В связи с этим возникает проблема изучения эффективности приближенных методов решения, особенно задач оптимального управления, обеспечивающих решение, близкое к оптимальному.

Далее рассматривается вопрос о целесообразности решения. Решение задачи нецелесообразно, если его результат к моменту получения не устраивает и использование не имеет смысла.

**5. Разработка алгоритма решения задачи.** Алгоритм представляет собой конечный упорядоченный набор точных правил, указывающих, какие действия и в каком порядке необходимо выполнить, чтобы после определенного числа шагов получить решение.

Разработка алгоритма заключается в разложении вычислительного процесса на составные части, установлении порядка их следования, описании содержания каждой из частей в той или иной форме.

К основным способам описания алгоритмов можно отнести следующие:

- словесный (на естественном языке); недостаток — отсутствие строгой формализации и наглядности представления вычислительного процесса;
- формульно-словесный — основан на задании инструкций выполнения конкретных действий с использованием математических символов и выражений в сочетании со словесными пояснениями;
- табличный — предполагает представление алгоритма в виде таблицы решений и обычно носит вспомогательный характер;
- графический — использует элементы блок-схем.

Блок-схемой называется графическое изображение структуры алгоритма, в котором каждый этап процесса переработки данных представляется в виде геометрических фигур (блоков), имеющих определенную конфигурацию в зависимости от характера выполняемых при этом операций. При блок-схемном описании алгоритм изображается геометрическими фигурами (блоками), связанными по управлению линиями со стрелками (направлениями потока). В блоках записывается последовательность действий. Это наглядный и простой способ записи алгоритмов.

**6. Реализация разработанного алгоритма.** На данном этапе производятся следующие действия: выбор языка программирования; уточнение способов организации данных; запись алгоритма на выбранном языке; отладка и анализ результатов тестирования; совершенствование программы.

На этапе составления программы алгоритм записывают на каком-либо из известных языков программирования. При разработке программы всю задачу стараются разбить на более простые подзадачи, которые оформляются как самостоятельные процедуры (программные модули). Это облегчает процесс разработки, так как, во-первых, решение сложной задачи сводится к решению более простых подзадач; во-вторых, появляется возможность использовать готовые программные модули, если какую-то подзадачу удастся свести к уже решенной задаче; в-третьих, каждый участник группы разработчиков может сконцентрировать усилия на создании отдельного программного модуля.

Разработка алгоритма и составление компьютерной программы — творческий и трудно формализуемый процесс. В настоящее время достаточно распространенным подходом к программированию остается структурный подход, основными приемами которого являются модульность, использование только базовых алгоритмических структур, разработка алгоритма «сверху вниз» с дальнейшей пошаговой детализацией. Другим не менее популярным подходом является объектно-ориентированное программирование. Относительная простота изучения и «кнопочная» технология, когда

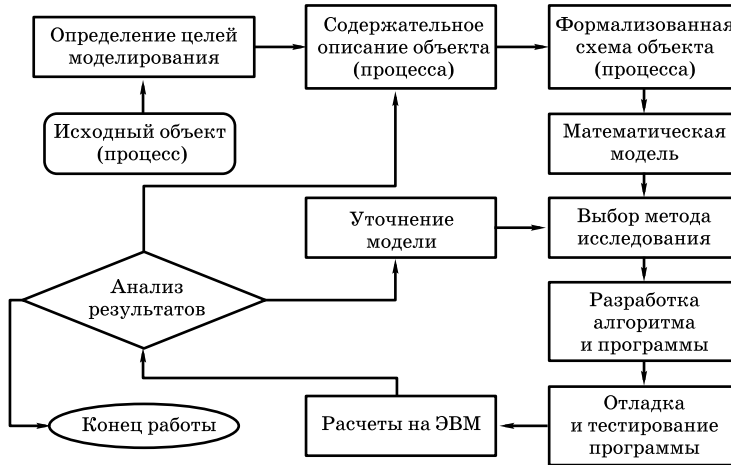


Рис. 8.5  
Основные этапы численного моделирования

создание интерфейса программы значительно ускоряется, делают эти средства привлекательными для разработки демонстрационных программ. В некоторых случаях расчеты удобно провести, используя готовые программные продукты, например электронные таблицы, или специальные математические пакеты.

Разработанный алгоритм программно реализуется на компьютере, после чего анализируются полученные результаты. Когда программа закончена, она поступает на тестирование. Тестированием называется проверка правильности работы программы в целом либо ее составных частей. Отладка — это процесс поиска и устранения ошибок (синтаксических и логических) в программе после ее выполнения на компьютере. Нередки случаи, когда новые входные данные приводят к отказу или неверным результатам работы программы, которая считалась полностью отлаженной.

В современных системах программирования отладка часто осуществляется с использованием специальных программных средств, называемых отладчиками. На этом этапе легче всего вскрываются недостатки проработки задачи на предыдущих этапах. Если полученные результаты удовлетворяют требованиям, то переходят к этапу использования результатов; если же они неудовлетворительны, то следует вернуться к одному из предыдущих этапов проработки.

#### 7. Использование результатов решения задачи (заключительный этап).

На основе анализа результатов делается заключение об их практическом значении и необходимости корректировки исходных данных или модели.

По окончании компьютерного эксперимента с математической моделью накопленные результаты (чаще всего численные) обрабатываются тем или иным способом (опять же с помощью компьютера) и интерпретируются. Удобной для восприятия формой представления результатов, как правило, являются не таблицы значений, а графики, диаграммы. Иногда численные значе-

ния заменяют аналитически заданной функцией, вид которой определяет экспериментатор.

Рассмотренные этапы компьютерного эксперимента можно представить в виде схемы (см. рис. 8.5).

*Пример.* Модель процесса брикетирования кормовых смесей. Для составления математической модели процесса прессования должны быть рассмотрены наиболее существенные факторы: количество исходного продукта, подаваемого в матрицу за одно прессование; влажность сырья; величина измельчения компонентов; скорость прессования; размеры поперечного сечения; размеры на входе и выходе; длина прессовальной камеры [2].

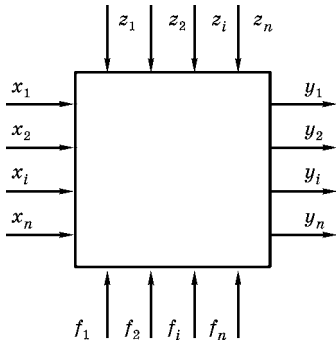


Рис. 8.6  
Параметрическая схема  
процесса прессования

Кроме того, на процесс формирования брикетов влияют свойства исходного материала и связующего вещества, конструктивные особенности матрицы, состояние окружающей среды и др. Процесс брикетирования можно характеризовать и такими параметрами, как плотность и крошимость готовых брикетов, удельный расход энергии на их образование, производительность установки. Кроме этого, материал характеризуется и субъективными показателями — запахом, цветом и др. Процесс брикетирования с точки зрения теории управления можно представить в виде параметрической схемы (рис. 8.6), где  $x_1, x_2, x_i, x_n$  — параметры управления,  $y_1, y_2, y_i, y_n$  — параметры состояния,  $z_1, z_2, z_i, z_n$  — параметры возмущения,  $f_1, f_2, f_i, f_n$  — параметры наблюдения.

В общем случае параметры управления и возмущения относятся к входным, а состояния и наблюдения — к выходным. К входным параметрам процесса брикетирования можно отнести влажность исходного сырья  $W$ , длину резки  $l$ , величину порции корма на одно прессование  $\sigma$ , относительное сужение выходного отверстия камеры  $\varepsilon$  (сечение камеры на выходе  $S = b \times h$ , длина  $L$ , диаметр  $d$  или сечение  $b \times h$ ).

К выходным параметрам обычно относятся плотность брикетов  $\gamma$ , удельный расход энергии на их образование  $E_{уд}$ , производительность  $Q$ , крошимость  $K$  и др.

На стадии исследования к параметрам управления можно отнести  $W, l, G$  и  $E$ , а к параметрам возмущения — остальные входные. К параметрам состояния относятся плотность  $\gamma$  и удельный расход энергии  $E_{уд}$ , остальные из выходных — к параметрам наблюдения.

Экспериментальные исследования процесса прессования были проведены на опытной установке. Методом экспертных оценок и поисковыми опытами установлено, что на процесс брикетирования наибольшее влияние оказывают: влажность прессуемой массы  $W$ ; вес порции корма  $G$ ; величина измельчения компонентов  $l$ ; сечение камеры на выходе  $b \times h$ . В процессе исследования входные параметры варьировались в следующих пределах:  $W = 13\text{--}29\%$ ;  $G = 10\text{--}30$  г;  $l = 3\text{--}11$  см;  $S = b \times h = 12,8\text{--}15,8$  см<sup>2</sup>.

В результате обработки экспериментальных данных получена следующая многофакторная зависимость плотности брикетов от параметров управления:

$$j = (0,32 \cdot W5 - 150W2 - 540W + 570) \cdot (0,06 \cdot \sin l + 0,04S + 0,98).$$

Полученная математическая модель служит основой для разработки автоматического регулятора плотности любого штемпельного пресса.

#### МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Проектирование технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме его образа. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и компьютера.

К настоящему времени создано большое число программно-методических комплексов для систем автоматизированного проектирования (САПР) с различной степенью специализации и прикладной ориентацией. В результате автоматизация проектирования стала необходимым компонентом подготовки инженеров разных специальностей. Инженер, не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом.

Принципы создания технологических систем непрерывно меняются и совершенствуются вследствие внедрения новых способов изготовления, усовершенствования их конструкции и условий сбыта, более полного учета технических, социальных и экономических вопросов. Все это требует организационно-технической дифференциации процесса создания технологических систем и разработки новых, более эффективных методов проектирования.

*Методы проектирования* делятся на две большие группы — эвристические и алгоритмические.

*Эвристические* методы способствуют мыслительной деятельности человека, направленной на решение вопросов, которые возникают при рассмотрении той или иной задачи. Они представляют собой относительно упорядоченные правила и рекомендации, помогающие при решении задач без предварительной оценки результата. К наиболее распространенным относятся эвристические методы:

- элементарных вопросов;
- аналогов;
- от целого к частному (принцип синергии);
- наводящих операций;
- коллективного спонтанного мышления («мозгового штурма») и др.

Более формализованные *алгоритмические* методы создают рациональный переход от замкнутого мышления к открытому рассуждению. Они используют возможности дедукции, стремятся к определению операций, их очередности и связям между ними. В результате создается ряд последовательных приближающих к цели процедур (логических и математических алгоритмов).

При проектировании сложных систем эвристические и алгоритмические методы переплетаются, дополняя друг друга. Их конкретное применение зависит от поставленной задачи. Выбирая методы решения в процессе проектирования, следует различать единичное, вариантное и оптимальное конструирование.

При *единичном* конструировании на основании технической характеристики необходимо искать пути решения, сравнивая полученный проект с заданием. При этом различные варианты не сопоставляются, в основном с целью экономии времени.

*Вариантное* конструирование отличается тем, что разрабатывается общий принцип решения, а для конкретной задачи берется один из возможных вариантов общего решения. Вариации могут заключаться, например, в том, что по-разному компонуются имеющиеся унифицированные узлы.

*Оптимальное* конструирование отличается от вариантного стратегией поиска. Стратегия поиска — это алгоритм получения альтернативных решений, улучшающихся по мере конструирования, в отношении заданной целевой функции.

#### ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОЦЕССУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Для оценки эффективности применяемого метода проектирования по сравнению с другими употребляются следующие критерии:

- качество проектирования;
- сроки разработки;
- стоимость проектирования;
- число занятых специалистов-разработчиков.

Лучшие результаты по этим критериям дает применение методов проектирования, обладающих наиболее высоким качеством, экономичностью и универсальностью.

Технологические расчеты цехов, линий, производств выполняются на основании задания на проектирование, которое может быть составлено как по количеству перерабатываемого сырья, так и по объему выпуска готовой продукции. Целью технологических расчетов является получение исходных данных для выполнения технического проекта:

- сырья, готовой продукции, вспомогательных материалов;
- параметров технологического оборудования;
- рабочей силы и ее расстановки;
- площадей производственных и вспомогательных помещений;
- расхода воды, пара, электроэнергии, холода, воздуха и газа на технологические цели.

Порядок расчета может быть несколько изменен в зависимости от специфики производства.

Прежде чем приступить к технологическим расчетам, необходимо уточнить ассортимент выпускаемой продукции, указанный в проектном задании. На основании этого ассортимента составляют наиболее рациональные для данного производства технологические схемы.



Технологические схемы производств являются основой технологических расчетов и должны быть тщательно продуманы. При составлении технологической схемы уточняют отдельные операции и их режимы для наиболее эффективного использования оборудования, расходования сырья, вспомогательных материалов, выпуска готовой продукции с учетом современных технологических процессов. Учитывают наиболее рациональное использование рабочей силы, транспортных средств, расходование воды, электроэнергии и т. д.

## 8.4. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 8.4.1. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Современные промышленные предприятия, выпускающие сложные изделия, невозможно представить без широкого использования автоматизированных систем (АС), основанных на применении компьютеров и предназначенных для создания, обработки и использования всей необходимой информации о свойствах изделий и сопровождающих процессов. Основные типы АС указаны на рисунке 8.7.

Весь спектр вопросов, связанных с проектной деятельностью (графических, аналитических, экономических, эргономических, эстетических и др.), решается в настоящее время с использованием эффективных компьютерных технологий и систем автоматизированного проектирования (САПР).

В САПР принято выделять системы функционального, конструкторского и технологического проектирования. Первые из них называют системами расчетов и инженерного анализа или системами CAE (Computer Aided Engineering). Системы конструкторского проектирования называют системами

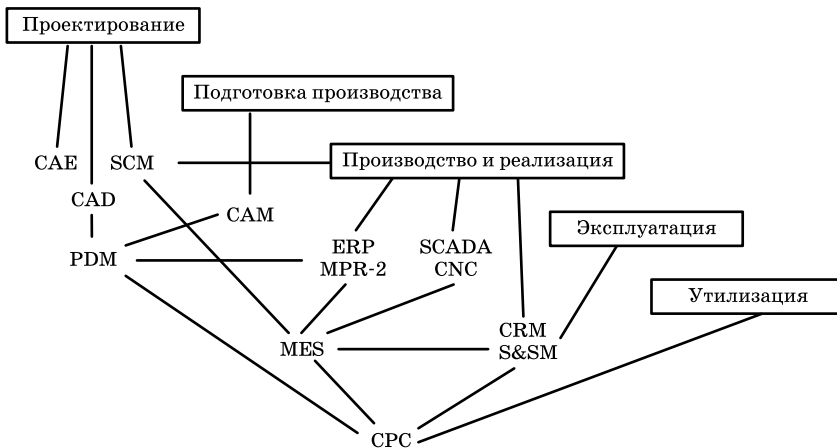


Рис. 8.7  
Использование АС на разных этапах производства

CAD (Computer Aided Design). Проектирование технологических процессов составляет часть технологической подготовки производства и выполняется в системах САМ (Computer Aided Manufacturing). Функции координации работы систем САЕ/CAD/САМ, управления проектными данными и проектированием возложены на систему управления проектными данными PDM (Product Data Management). Уже на стадии проектирования требуются услуги системы управления цепочками поставок (SCM — Supply Chain Management), иногда называемой системой Component Supplier Management (CSM). На этапе производства эта система управляет поставками необходимых материалов и комплектующих [51].

Информационная поддержка этапа производства продукции осуществляется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП). К АСУП относятся системы планирования и управления предприятием ERP (Enterprise Resource Planning), планирования производства и требований к материалам MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning), производственная исполнительная система MES (Manufacturing Execution Systems), а также SCM и система управления взаимоотношениями с заказчиками CRM (Customer Requirement Management).

Наиболее развитые системы ERP, такие как SAP Business One, Microsoft Navision или Ахарта, выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т. п. Системы MRP-2 ориентированы главным образом на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством, а системы MES — на решение оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом. Необходимость планирования ресурсов предприятия обусловлена тем, что большая часть задержек в процессе производства и продажи продукции связана с запаздыванием поступления тех или иных комплектующих и готовых товаров. На складах возникает избыток материалов, поступивших в срок или ранее намеченного срока. Кроме того, вследствие нарушения баланса поставок комплектующих возникают дополнительные осложнения с учетом и отслеживанием их состояния в процессе производства и продажи. SAP Business One представляет собой платформу комплексных решений, специально предназначенных для небольших предприятий. Она в режиме реального времени обеспечивает доступ ко всей внутренней информации компании, к отчетам и документам, охватывающим все аспекты бизнеса.

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия. Эти функции осуществляет система CRM. Маркетинговые задачи иногда возлагаются на систему S&SM (Sales and Service Management), которая к тому же используется для решения проблем обслуживания изделий. На этапе эксплуатации применяются также специализированные компьютерные системы, занятые вопросами ремонта, контроля, диагностики эксплуатируемых систем.

АСУТП контролируют и используют данные, характеризующие состояние технологического оборудования и протекание технологических процессов. Именно их чаще всего называют системами промышленной автоматизации.

Для выполнения диспетчерских функций (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и разработки ПО для встроенного оборудования в состав АСУТП вводят систему SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Непосредственное программное управление технологическим оборудованием осуществляют с помощью системы CNC (Computer Numerical Control) на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), которые встроены в технологическое оборудование.

В последнее время усилия многих компаний, производящих программно-аппаратные средства АС, направлены на создание систем электронного бизнеса (E-Commerce). Задачи, решаемые системами E-Commerce, включают не только организацию витрин товаров и услуг на веб-сайтах. Они объединяют в едином информационном пространстве запросы заказчиков и данные о возможностях множества организаций, специализирующихся на предоставлении различных услуг и выполнении тех или иных процедур и операций по проектированию, изготовлению, поставкам заказанных изделий. Такие системы E-Commerce называются системами управления данными в интегрированном информационном пространстве CPC (Collaborative Product Commerce) или PLM (Product Lifecycle Management). Проектирование непосредственно под заказ позволяет добиться наилучших параметров создаваемой продукции, а оптимальный выбор исполнителей и цепочек поставок ведет к минимизации времени и стоимости выполнения заказа. Характерная особенность CPC — обеспечение взаимодействия многих предприятий, т. е. технология CPC является основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и другие АС разных предприятий.

Технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которых — унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла, называют CALS-технологиями. В CALS-системах предусмотрены хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным в нужное время и в нужном месте. В русском языке понятию CALS соответствует ИПИ (информационная поддержка изделий) или КСПИ (компьютерное сопровождение и поддержка изделий).

Применение CALS-технологий позволяет существенно сократить проектные работы, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее, хранятся в унифицированных форматах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю технологий CALS. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации, специализации проектных организаций и т. п. Предполагается, что успех на рынке сложной технической продукции будет невозможен вне технологий CALS.

Развитие CALS-технологий должно привести к появлению так называемых виртуальных производств, в которых процесс создания спецификаций с информацией для программно управляемого технологического оборудования, достаточной для изготовления изделия, может быть распределен во времени и пространстве между многими организационно автономными проектными студиями. Среди несомненных достижений CALS-технологий следует отметить легкость распространения передовых проектных решений, возможность многократного воспроизведения частей проекта в новых разработках и др.

Построение открытых распределенных автоматизированных систем для проектирования и управления в промышленности составляет основу современных CALS-технологий. Одна и та же конструкторская документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация — адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл проектирования и производства. Кроме того, упрощается эксплуатация систем. Таким образом, информационная интеграция является неотъемлемым свойством CALS-систем.

#### 8.4.2.

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИННОЙ ГРАФИКИ

В системах машинной графики изделия конструируются, как правило, в интерактивном режиме при оперировании геометрическими моделями, т. е. математическими объектами, отображающими форму деталей, состав сборочных узлов и, возможно, некоторые дополнительные параметры (массу, момент инерции, цвета поверхности и т. п.). В системах машинной графики и геометрического моделирования (МГиГМ) типичный маршрут обработки данных включает получение проектного решения в прикладной программе, его представление в виде геометрической модели (геометрическое моделирование), подготовку проектного решения к визуализации, собственно визуализацию в аппаратуре рабочей станции и при необходимости корректировку решения в интерактивном режиме. Две последние операции реализуются на базе аппаратных средств машинной графики.

Различают математическое обеспечение двумерного (2D) и трехмерного (3D) моделирования. Основные области применения 2D- и 3D-графики — подготовка чертежной документации, представление траекторий рабочих органов станков при обработке заготовок, генерации сетки конечных элементов при анализе прочности и т. п. В 3D-моделировании различают каркасные (проволочные), поверхностные, объемные (твердотельные) модели [51].

*Каркасная* модель представляет собой форму детали в виде конечного множества линий, лежащих на поверхностях детали. Для каждой линии известны координаты концевых точек и указана их инцидентность ребрам или поверхностям. Оперировать каркасной моделью на дальнейших операциях маршрутов проектирования неудобно, поэтому каркасные модели в настоящее время используют редко.

*Поверхностная* модель отображает форму детали с помощью задания ограничивающих ее поверхностей — например, в виде совокупности данных

о гранях, ребрах и вершинах. Особое место занимают модели деталей с поверхностями сложной формы, так называемыми скульптурными поверхностями. К таким деталям относятся корпуса многих транспортных средств (тракторов, автомобилей и др.), детали, обтекаемые потоками жидкостей и газов, и др.

*Объемные* модели отличаются тем, что в них в явной форме содержатся сведения о принадлежности элементов внутреннему или внешнему по отношению к детали пространству.

В настоящее время применяются следующие подходы к построению геометрических моделей:

- 1) задание граничных элементов — граней, ребер, вершин;
- 2) кинематический метод, согласно которому задают двумерный контур и траекторию его перемещения; след от перемещения контура принимают в качестве поверхности детали;
- 3) позиционный подход, в соответствии с которым рассматриваемое пространство разбивают на ячейки (позиции) и деталь задают указанием ячеек, принадлежащих детали; очевидна громоздкость этого подхода;
- 4) представление сложной детали в виде совокупностей базовых элементов формы (БЭФ) и выполняемых над ними теоретико-множественных операций. К БЭФ относятся заранее разработанные модели простых тел — в первую очередь модели параллелепипеда, цилиндра, сферы, призмы. Типичными теоретико-множественными операциями являются объединение, пересечение, вычитание. Например, модель плиты с отверстием может быть получена как разность параллелепипеда и цилиндра.

Метод на основе БЭФ часто называют методом конструктивной геометрии. Это основной способ конструирования сборочных узлов в современных САПР.

В памяти компьютера рассмотренные модели обычно хранятся в векторной форме, т. е. в виде координат совокупности точек, задающих элементы модели. Операции конструирования также выполняются над моделями в векторной форме. Наиболее компактна модель в виде совокупности связанных БЭФ, которая чаще других используется для хранения и обработки информации об изделиях в системах конструктивной геометрии.

Однако для визуализации в современных рабочих станциях в связи с использованием в них растровых дисплеев необходима растризация — преобразование модели в растровую форму. Операцию обратного перехода к векторной форме, которая характеризуется меньшими затратами памяти, называют векторизацией. В частности, векторизация выполняется по отношению к данным, получаемым сканированием изображений в устройствах автоматического ввода.

Конструктор должен досконально знать правила оформления чертежно-графической документации, свободно владеть программными средствами, необходимыми для работы, и иметь представление о составе и возможностях своего автоматизированного рабочего места.

Использование САПР позволяет в значительной мере сократить продолжительность проектирования, обеспечивая:

- быстрое выполнение чертежей;
- высокую точность и качество чертежей;
- возможность многократного использования чертежа;
- ускорение расчетов и анализа, требуемых при проектировании;
- сокращение затрат на исследование и усовершенствование прототипов объектов;
- интеграцию проектирования с другими видами деятельности.

В России получили распространение системы компаний Autodesk, Solid Works Corporation, Beantly, «Топ Системы», «Аскон», «Интермех», Bee-Pitron и некоторых других. Все эти системы ориентированы в первую очередь на платформу Wintel, как правило, имеют подсистемы: конструкторско-чертежную 2D, твердотельного 3D-моделирования, технологического проектирования, управления проектными данными, ряд подсистем инженерного анализа и расчета отдельных видов машиностроительных изделий, а также библиотеки типовых конструктивных решений. Линия современных программных систем конструкторского проектирования фирмы Autodesk включает ряд систем, среди которых наиболее развитыми следует считать системы AutoCAD Mechanical Desktop и Inventor.

Наряду с продуктами зарубежных фирм неплохо зарекомендовали себя системы отечественных разработчиков. Это, прежде всего, системы «Компас» (компания «Аскон») и T-Flex CAD («Топ Системы»).

В системе «Компас» для трехмерного твердотельного моделирования используется оригинальное графическое ядро. Синтез конструкций выполняется с помощью булевых операций над объемными примитивами, модели деталей формируются путем выдавливания или вращения контуров, построения по заданным сечениям. Возможно задание зависимостей между параметрами конструкции, расчет масс-инерционных характеристик. Разработка проектно-конструкторской документации, в том числе различных спецификаций, выполняется подсистемой «Компас-График». Имеются библиотеки с данными о типовых деталях и графическими изображениями, а также программы специального назначения (для проектирования тел вращения, пружин, металлоконструкций, трубопроводной арматуры, штамповой оснастки, выбора подшипников качения, раскроя листового материала и др.). Проектирование технологических процессов выполняется с помощью подсистемы «Компас-Автопроект», программирование объемной обработки на станках с ЧПУ — с помощью подсистемы ГЕММА-3D. Ряд необходимых функций управления проектными данными возложены на подсистему «Компас-Менеджер».

Подсистема трехмерного твердотельного моделирования T-Flex CAD 3D в САПР T-Flex CAD построена на базе ядра Parasolid. Реализована двуправленная ассоциативность, т. е. изменение параметров чертежа автоматически вызывает изменение параметров модели и наоборот. При проектировании сборок изменение размеров или положения одной детали ведет к корректировке положения других. Модель 3D может быть получена непосредственно по имеющемуся чертежу, или с помощью булевых операций, или путем выталкивания, протягивания, вращения профиля, лофтинга и т. п.

Предусмотрен расчет масс-инерционных параметров. В то же время можно по видам и разрезам трехмерной модели получить чертеж, для чего используется подсистема T-Flex CAD 3D SE. Для параметрического проектирования и оформления конструкторско-технологической документации служит подсистема T-Flex CAD 2D, для управления проектами и документооборотом — подсистема T-Flex DOCs. В подсистеме технологического проектирования T-Flex/ТехноПро выполняются синтез технологических процессов, расчет технологических размеров, выбор режущего и вспомогательного инструмента, формирование технологической документации, в том числе операционных и маршрутных технологических карт, ведомостей оснастки и материалов, карт контроля. Подготовка программ для станков с ЧПУ осуществляется в подсистеме T-Flex ЧПУ. Кроме названных основных подсистем, в состав T-Flex CAD включен ряд программ для инженерных расчетов деталей, проектирования штампов и пресс-форм.

#### 8.4.3. ПРОГРАММЫ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

Решение математических и научно-технических задач является одной из основных областей применения компьютера. Ранее для этих целей требовалось знание языков программирования, с появлением же математических пакетов работа пользователя значительно упростилась. Существует множество математических программ, среди которых Mathcad и MATHLAB представляют собой наиболее мощные и распространенные математические пакеты, соответствующие потребностям как студента, так и профессионала-аналитика.

Подобно языкам высокого уровня, приспособленным для разработки программ численного моделирования, таким как Си или Фортран, MATHLAB имеет эффективные средства для процедурного, объектно-ориентированного и визуального программирования, мощные средства отладки программ и разработки пользовательского интерфейса. Можно сказать, что MATHLAB — это высокопроизводительный язык технического программирования. Основным элементом, которым оперирует MATHLAB, является не число, а двумерный массив, т. е. матрица. Это позволяет решать различные задачи, особенно в матричной и векторной формулировках. MATHLAB — интерактивная система, язык MATHLAB является языком команд, представляющих собой готовые алгоритмы тех или иных вычислений. Например, можно одной командой решить систему линейных уравнений или построить график сложной функции. Язык MATHLAB специально предназначен и особенно эффективен при решении научно-технических задач, численном моделировании систем и процессов.

Mathcad — один из самых популярных математических пакетов, который позволяет проводить различные вычисления с использованием принятых в математике символьных и численных обозначений. С помощью Mathcad можно:

- выполнять простейшие расчеты по формулам, используя пакет как инженерный калькулятор;

- решать нелинейные уравнения и системы;
- решать задачи линейной алгебры;
- обрабатывать экспериментальные данные (путем интерполяции и аппроксимации методом наименьших квадратов);
- дифференцировать и интегрировать;
- решать задачи оптимизации, в том числе задачи математического программирования;
- решать задачи математической статистики и теории вероятностей;
- проводить финансовые расчеты;
- решать обыкновенные дифференциальные уравнения и системы;
- решать дифференциальные уравнения в частных производных.

Кроме того, Mathcad предоставляет широкие возможности для создания и редактирования различных графиков.

#### 8.4.4. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

В последние годы существенно возрос интерес к нейронным сетям. Они используются везде, где требуется решать задачи прогнозирования, классификации или управления, поскольку они применимы практически в любой ситуации, когда присутствует связь между входными и выходными параметрами, даже если эта связь имеет сложную природу и ее трудно выразить в обычных терминах корреляций или различий между группами. Сила нейронных сетей заключается в их способности самообучаться.

Нейронные сети изучают на примерах. Пользователь нейронной сети подбирает репрезентативную выборку и запускает алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. При этом от пользователя требуется некоторый набор эвристических знаний о том, как следует отбирать и подготавливать данные, выбирать нужную архитектуру сети и интерпретировать результаты, однако уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронных сетей, гораздо скромнее, чем, например, при использовании традиционных методов статистики.

Нейросетевые методы анализа данных можно применять в диалоговом режиме с использованием пакета STATISTICA Neural Networks (фирма-производитель Statsoft), полностью адаптированного для русского пользователя. Данный программный продукт нашел широкое применение в бизнесе, промышленности, управлении, финансах [50].

#### 8.4.5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Практика развития сельского хозяйства последних лет подтверждает необходимость использования современных технологий и методов управления. Особенно это актуально для крупных интеграционных формирований в АПК (агрохолдингов), структурными подразделениями которых являются целые сельхозпредприятия. Современный IT-рынок предлагает решения практически для любого производства — от выращивания пшеницы до выведения новых пород кур.



При грамотном внедрении технологий информатизации и автоматизации на предприятии повышается оперативность и достоверность информации для принятия ключевых решений, снижается влияние человеческого фактора. Каждый шаг в производственной цепочке автоматически отслеживается и фиксируется. Эффект от внедрения системы проявляется, прежде всего, в снижении себестоимости продукции и повышении рентабельности производства.

*Информационно-аналитическая система «АгроХолдинг»* (на платформе 1С) представляет собой мощный инструмент управления крупным агропромышленным предприятием. Ее основными элементами являются:

- многослойная электронная карта полей — удобный современный инструмент для руководителя и специалистов хозяйства, хранящий и наглядно отображающий полную информацию по «истории полей» (севообороты, урожаи и др.), а также текущую ситуацию и планы работ;
- системы навигации (системы параллельного вождения и автопилоты) тракторов, самоходных опрыскивателей и другой техники, обеспечивающие высококачественное (без перекрытий и огрехов) всепогодное (ночью, в туман и т. п.) проведение полевых работ;
- системы картирования урожайности, позволяющие контролировать вес, влажность собираемого зерна и его неравномерности в пределах поля;
- мобильные лаборатории агрохимобследования почв, осуществляющие планирование точек взятия проб, управление из кабины работой пробоотборника и автоматическое создание почвенных карт;
- системы мониторинга местонахождения и функционирования сельскохозяйственной и прочей подвижной техники, обеспечивающие контроль маршрутов, расход ГСМ, простои, расчет объема выполненных работ (количество поездок, обработанная площадь и др.);
- системы переменного дозирования, с помощью которых достигается большая экономия средств защиты растений, удобрений и других ресурсов за счет управления их дозированием в точном соответствии с состоянием посевов на каждом участке поля;
- метеостанции, датчики влажности, плотности почв и других параметров, сбор данных от которых позволяет точно определять сроки и содержание технологических операций (сев, подкормка и т. п.);
- компактные (на базе налаженных компьютеров) мобильные комплексы с математическим обеспечением «Агроном» и «Агроменеджер» — «карманные офисы», обеспечивающие сбор, привязку к координатам местности и обработку любой производственной информации непосредственно в поле.

*Программный продукт «Респект: Учет путевых листов и ГСМ. Грузовой и легковой транспорт»* предназначен для решения задач учета работы легкового автотранспорта на предприятиях и у индивидуальных предпринимателей. Основные функциональные возможности продукта:

- ведение маршрутов следования автотранспорта;
- автоматический учет пробега;
- отслеживание остатка топлива в баках;

- списание топлива по нормам и по фактическим данным;
- подготовка и печать бланков путевых листов;
- ведение журнала путевых листов;
- учет выработки водителей и автотранспорта по километражу и часам;
- универсальная система аналитических отчетов;
- автоматическое формирование проводок о расходе топлива в «1С:Бухгалтерии».

## 8.5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В последнее десятилетие в развитых странах ярко проявилась тенденция к компьютеризации технологических процессов агропромышленного производства. Это относится как к процессам получения биологического продукта, так и к управлению трудовыми, финансовыми и техническими ресурсами. Такая тенденция стала отражением мощных сдвигов, характерных для современной мировой науки и технологии в целом, в первую очередь бурного роста парка вычислительных средств и арсенала формализованных приемов.

В настоящее время наступил качественно новый этап в организации рационального использования техники. Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур требуют более совершенных методов эксплуатации машинно-тракторного парка и повышенного качества проектирования производственных процессов.

### ОБЩАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Производственный процесс в растениеводстве можно рассматривать как многополюсную систему, входы которой представляют собой следующие группы: **Y** — технологические входы (семена, химикаты и др.); **R** — средства труда (энергетические ресурсы, сельскохозяйственные машины и др.); **L** — живой труд (люди, участвующие в производстве) [7].

Выходом  $V$  производственного процесса является готовая продукция растениеводства, которую можно представить как функцию:

$$V = F(Y, L, R). \quad (8.7)$$

Эта зависимость может иметь разный вид. В реальном производственном процессе каждая группа входов, как и выход, представляет собой многокомпонентные, т. е. векторные величины:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}; \quad R = \begin{bmatrix} r_1 \\ \dots \\ r_k \end{bmatrix}; \quad L = \begin{bmatrix} l_1 \\ \dots \\ l_m \end{bmatrix}; \quad V = \begin{bmatrix} v_1 \\ \dots \\ v_r \end{bmatrix}. \quad (8.8)$$

Введем в рассмотрение коэффициенты:  $a_{ij} = y_i/v_j$ ;  $b_{ij} = l_i/v_j$ ;  $h_{ij} = r_i/v_j$ ; определяющие размер затрат  $i$  ресурсов **Y**, **L** или **R** на производство единицы  $j$

продукта. Совокупности этих коэффициентов удобно представить в виде следующих матриц:  $\mathbf{A} = |a_{ij}|$  — материальных затрат;  $\mathbf{B} = |b_{ij}|$  — трудовых затрат;  $\mathbf{H} = |h_{ij}|$  — производственных мощностей.

При этом производственная функция (8.7) может быть записана в виде трех матричных соотношений:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{AV}; \mathbf{L} = \mathbf{BV}; \mathbf{R} = \mathbf{HV}. \quad (8.9)$$

Данная модель раскрывает структуру производственного процесса, но не учитывает его цель — достижение максимальной прибыли. Повышение эффективности в растениеводстве означает прежде всего достижение оптимального баланса между производством и потреблением, что выражается в составлении балансовых уравнений, описывающих многопродуктовые модели производства. Такие модели могут быть статическими или динамическими. Статические модели не отражают важнейшего фактора производства, его непрерывного развития и совершенствования, так как полагают процесс неизменным на протяжении длительного времени. Поэтому остановимся на динамической модели.

Внутренними силами, обуславливающими развитие производства, являются капитальные вложения, которые создаются за счет произведенной и реализованной продукции  $V$  и образуют фонд накопления. Остальная часть составляет фонд потребления.

Фонд накопления можно условно разбить на две части. Первая часть  $H_p$  составляет производственные фонды, расходуемые на увеличение и усовершенствование средств производства. Вторая часть  $H_{ин}$  направлена на повышение информационного потенциала, куда входят капитальные затраты на научно-исследовательские работы.

Воздействие капитальных затрат всегда происходит с некоторым запаздыванием. Капитальные затраты на расширение производственных фондов реализуются, как правило, с меньшим запаздыванием, но имеют и меньшую отдачу. Затраты на научно-исследовательские работы реализуются с большим запаздыванием, но обеспечивают непрерывное совершенствование производственного процесса и могут в корне изменить характер производства.

С целью упрощения будем рассматривать единый фонд накопления  $H$  и считать, что эффект от капиталовложений реализуется без запаздывания. Обозначим через  $g_i(t)$  интенсивность продукта, идущего в фонд накопления в  $i$ -м производстве. Уравнение для  $i$ -го производства можно записать в виде

$$v_i(t) = w_i(t) + y_i(t) + g_i(t). \quad (8.10)$$

Согласно этому равенству, производственный продукт  $v_i$  расходуется на потребление с интенсивностью  $w_i$ , на производство с интенсивностью  $y_i$  и на увеличение производственных фондов с интенсивностью  $g_i$ . Обозначая через  $y_{ij}$  интенсивность расходования продукта  $i$  на воспроизводство продукта  $j$ , а через  $g_{ij}$  интенсивность расходования продукта  $i$  на капитальные вложения в производство продукта  $j$ , получаем

$$y_i = \sum_{j=1}^n y_{ij} = \sum_{j=1}^n a_{ij} v_j; \quad g_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}.$$

Для того чтобы увязать расход продукта на увеличение производственных фондов с ростом выпуска продукции, необходимо слить воедино два процесса: процесс образования производственного фонда  $H_{ij}$  и процесс его расходования. Рассмотрим приращение производственного фонда  $dH_{ij}(t)$  за малый интервал  $dt$ . Это приращение пропорционально интенсивности накопления  $g_{ij}(t)$  и интервалу  $dt$ :

$$dH_{ij}(t) = c_{ij}g_{ij}(t)dt.$$

Расходование производственных фондов идет на усовершенствование используемых технических средств  $R_{ij}(t) = h_{ij}v_j$ , поэтому

$$dH_{ij}(t) = dR_{ij}(t) = h_{ij}dv_j(t).$$

Сопоставляя два последних равенства, находим

$$g_{ij} = k_{ij} \frac{dv_j(t)}{dt},$$

где  $k_{ij} = \frac{h_{ij}}{c_{ij}}$  — коэффициент удельных капиталовложений, называемый также коэффициентом капиталоемкости.

Таким образом, уравнения баланса принимают вид

$$v_i(t) - \sum_{j=1}^n a_{ij}v_j(t) - \sum_{j=1}^n k_{ij} \frac{dv_j(t)}{dt} = w_i(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (8.11)$$

На основании (8.11) возможна оптимизация производственных процессов растениеводства в среднемноголетних условиях их функционирования (оптимизация стратегий), но для адаптации этой модели к изменяющимся погодно-производственным ситуациям нужно более детальное математическое описание.

Реформирование науки требует теснейшей увязки результатов фундаментальных исследований с инновационной деятельностью творческих коллективов — отделов и лабораторий в целях своевременного использования новых знаний. По мнению вице-президента, академика Россельхозакадемии Ю. Ф. Лачуги, задачи фундаментальных исследований по автоматизации на современном этапе следующие:

- разработка алгоритмов функционирования и формализация математического описания объектов автоматизации, создание единых методик исследования родственных технологических процессов, совершенствование сельскохозяйственных технологических процессов с учетом возможностей их комплексной механизации, автоматизации и информатизации;
- исследования физиологических и поведенческих аспектов взаимодействия систем «человек—машина», «животное—машина», «растение—машина» в условиях автоматизированного производства;
- научное обобщение мирового опыта автоматизации и информатизации сельского хозяйства, выявление типовых решений и их аналогов в промышленности с целью использования серийной автоматики в сельскохозяйственном производстве;

- определение роли и места фундаментальных исследований в разработке и проектировании новых технологий, машин, агрегатов и установок с учетом возможности расширения их автоматизации в дальнейшем;
- изыскание методов разработки принципиально новых датчиков физических, химических и биологических величин, которые в автоматических системах используют параметры объектов для управления и передачи информации о них в соответствующие устройства. Датчики являются главным элементом системы автоматики. Они должны быть простыми по устройству, малоинерционными, высоконадежными, способными сочлняться с объектами управления, особенно биологическими, и не влиять на функционирование этих объектов;
- исследования информационных характеристик машин, агрегатов и поточных линий как системы «человек–машина», оценка возможностей человека-оператора по приему, обработке и использованию информации;
- совершенствование методик технико-экономических расчетов эффективности применения систем автоматизации сельхозпроизводства с учетом технологического, структурного, энергетического, трудового, социального выигрыша;
- разработка и внедрение в перспективе комплекса унифицированных микропроцессорных систем автоматизированного управления машинами, агрегатами и поточными линиями как составными частями нового поколения автоматизированных технологий производства сельскохозяйственной продукции.

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте производственный процесс как объект управления.
2. Перечислите особенности технологических процессов сельскохозяйственного производства.
3. Какие критерии используются при исследовании производственных процессов?
4. В чем заключаются общие принципы системного подхода?
5. Охарактеризуйте методы моделирования.
6. В чем состоит математическое моделирование?
7. Какие требования предъявляются к математическим моделям?
8. Какие уровни выделяют при моделировании производственных процессов?
9. В чем заключается процедура оптимизации?
10. Какие методы используются при распознавании образов для классификации сельскохозяйственных объектов и процессов?
11. Опишите основные этапы компьютерного моделирования.
12. Перечислите методы проектирования технологических систем.
13. Охарактеризуйте основные типы САПР.
14. Опишите современные системы машинной графики.
15. Какое программное обеспечение используется для проведения инженерных расчетов?
16. Приведите примеры моделирования производственных процессов в АПК.
17. Перечислите задачи фундаментальных исследований по автоматизации сельскохозяйственного производства на современном этапе.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### 9.1. ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сельское хозяйство — самый древний вид хозяйственной деятельности человека. На свете нет ни одной страны, где люди не занимались бы земледелием или скотоводством. Во всем мире в отраслях сельского хозяйства занято около 1,3 млрд человек. Все виды сельскохозяйственного производства так или иначе связаны с окружающей средой. Эрозия почв, истощение и загрязнение водных источников, засоление земель, образование подвижных песков и оврагов, снижение содержания гумуса и основных элементов минерального питания растений в почвах сельскохозяйственных угодий, повышение кислотности почв, ухудшение состояния сельскохозяйственных земель — все это представляет важные проблемы, связанные с невозможным ущербом, который наносится природным ресурсам и окружающей среде.

Демографический рост связан с необходимостью постоянного увеличения производства продуктов питания. Посевные площади для возделывания сельскохозяйственных культур ограничены, а урожайность находится в прямой зависимости от энергообеспечения, что приводит к неустойчивой производительности сельского хозяйства и недостатку продовольствия. Если в прошлом веке на производство 1 ккал пищи затрачивалось приблизительно 1 ккал энергии человека, то в настоящее время эти затраты в развитых странах составляют от 10 до 20 ккал; 30% населения планеты голодают, 60% недоедают, что является одним из важнейших факторов детской смертности, превышающей 700 тыс. человек в год.

В течение тысячелетий люди изменяют окружающую среду, формируя антропогенные сельскохозяйственные ландшафты — полевые, садовые, пастбищные. Становление земледелия было связано с выжиганием и вырубкой огромных площадей лесных массивов и последующим использованием территории для пастбы животных и возделывания сельскохозяйственных культур. За последние десять веков площадь пашни возросла более чем в 3 раза, а площадь под лесом уменьшилась в 1,5–2 раза, воздействие на природу увеличилось примерно в 60 раз. Развитие земледелия приводит к распространению эрозионных процессов, вымыванию и выдуванию из почвы органических веществ, переносу в водоемы десятков тысяч тонн биофильных элементов,

загрязнению пылевыми частицами атмосферного воздуха, снижению продуктивности агробиоценозов. Распашка водоохраных зон вызвала загрязнение мелких рек. Они заилены, насыщены подвижными элементами питания и органическими отходами животноводства, что обуславливает зарастание их водной растительностью, заболачивание, сокращение видового состава и биомассы водных организмов. Уменьшение генетического разнообразия флоры и фауны в значительной мере вызвано современным земледелием, связанным с химизацией и внедрением монокультур. Введение в севооборот монокультуры приводит к обеднению живой природы в условиях агробиоценозов на уровне отдельных видов. Уменьшается их разнообразие и упрощается структурный состав. Преобладающие в агробиогеоценозе растения и животные подвергаются не естественному, а искусственному отбору с целью увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Для достижения планируемых результатов в агроэкологическую систему привлекают огромное количество энергетических ресурсов, а также энергию человека и животных.

Хотя разнообразие природных условий и социально-экономических предпосылок диктует различные (около 50) типы ведения сельхозпроизводства, их можно объединить в две большие группы:

- товарное сельское хозяйство, носящее в целом индустриальный характер и характерное для экономически развитых стран;
- традиционное потребительское (малотоварное), характерное для бедных стран.

Воздействие сельского хозяйства на окружающую среду значительно и разнообразно. Существует множество методов оценки разных аспектов этого воздействия и его экологической опасности, но ни один из них не универсален. Это вызвано сложностью как самих агроэкосистем, так и естественных и антропогенных факторов, которые, в свою очередь, находятся в сложных взаимосвязях и взаимозависимостях. Однако независимо от природы и характера данных взаимосвязей вместе они формируют некий набор экологических ситуаций, которые могут быть распознаны, классифицированы и ранжированы.

Комплексное воздействие сельского хозяйства и сельхозтехнологий на природную среду складывается из значительного числа факторов воздействия растениеводства и животноводства в условиях тех или иных физико-географических регионов. Кроме того, основное отличие сельскохозяйственных воздействий от промышленных заключается прежде всего в их распространении на огромных территориях. Как правило, использование больших площадей под сельскохозяйственные нужды вызывает коренную перестройку всех компонентов природных комплексов. Огромные площади в результате непродуманного использования оказались заброшены, покрыты болотами или кустарником, превратились в низкопродуктивные угодья. Значительная часть бывших когда-то плодородными земель изъедены оврагами, подтоплены или затоплены, стали бесплодной пустыней вследствие засоления. Плодородных земель не прибавляется, а численность людей увеличивается, возрастают и их требования к жизненному уровню. Поэтому человек неизбежно

встает перед необходимостью преобразования природных условий с целью увеличения производства сельскохозяйственной продукции и улучшения качества своей жизни.

При экстенсивном развитии сельского хозяйства к основным видам экологических опасностей можно отнести распашку земель и уничтожение лесов. Злоупотребление же интенсивными технологиями приводит к деградации окружающей среды, потерям земли и дефициту воды. При этом проблема № 1 в мире — сокращение пахотнопригодного земельного фонда. Мировая пашня ежегодно теряет около 26 млрд гектаров, что связано с чрезмерной распашкой подверженных эрозии почв на склонах холмов или в полуаридной зоне, применением тяжелой техники, химизацией, изменением севооборотов. Неправильный вред природе причиняет вырубка лесов, сопровождаемая расширением распашанных площадей и пастбищ. Большая опасность для человечества таится также в обеднении природного генофонда, обусловленном сокращением культивируемых видов и сортов, используемых в сельском хозяйстве, и преимущественным разведением наиболее продуктивных растений и животных, устойчивых к каким-либо негативным воздействиям. Выяснилось, что очень вредной для экосистем является также связанная с сельским хозяйством интродукция новых видов. Активное внедрение в практику сельского хозяйства достижений биотехнологии — генетически измененных видов растений и животных — таит в себе еще не до конца исследованные и осознанные мировым сообществом экологические опасности и последствия.

На территории России влияние разных факторов сильно варьируется вследствие широкого разнообразия типов сельскохозяйственного использования земель, природных и исторических условий формирования экологической ситуации в различных регионах.

Состав, размещение и чередование культур во многом характеризуют степень влияния сельского хозяйства на природную среду. Способ возделывания растений (пропашные или сплошного сева) определяет степень незащищенности поверхности почвы и подверженности ее водной и ветровой эрозии. Поэтому важнейшим фактором воздействия можно считать коэффициент эрозионной опасности сельскохозяйственных культур. Эрозия почв наносит невосполнимый ущерб земельным ресурсам и всей окружающей среде. К настоящему времени ветровой и водной эрозии подвержено около 54 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 33 млн га пашни; 30% всех сельхозугодий, в том числе 44 млн га, или 33%, пашни, считаются дефляционноопасными. Кроме того, практикуемые во многих регионах России системы животноводства таковы, что деградируют пастбищные угодья, ухудшаются почвозащитные свойства и развиваются эрозионные процессы. Поэтому в интегральной оценке воздействия сельского хозяйства для многих регионов России важен показатель пастбищной нагрузки, учитывающий виды выпасаемого скота, степень дегрессии пастбищ, их урожайность и качество кормов.

Другим важным фактором является количество и тип удобрений, компенсирующих уменьшение питательных веществ из-за эрозионных процессов и возделывания культурных растений. С удобрениями связана проблема



загрязнения окружающей среды и продукции земледелия нитратами и другими высокотоксичными веществами. Использование удобрений приводит к накоплению в почвах и других вредных веществ и элементов. Например, применение фосфатов сопровождается накоплением в почвах фтора, стронция и урана. Хотя применение минеральных удобрений в стране за последние 2 десятилетия снизилось в несколько раз, это не привело к ослаблению в соответствующих пропорциях влияния средств химизации на природу, поскольку сохранились основные причины их попадания в поверхностные и грунтовые воды — нарушения регламентов хранения, транспортировки, применения.

При этом в большинстве регионов России сложился отрицательный баланс питательных веществ в пахотных почвах. С урожаем выносятся в 3 раза больше элементов питания растений, чем вносится с удобрениями. Запасы почвенного кальция снизились почти вдвое. Около 30% вносимых на поля пестицидов и минеральных удобрений поступают в водные объекты. Неумелая химизация, пожалуй, одна из главных бед сельского хозяйства. Так, гербициды и пестициды не только уничтожают вредные сорняки, но и поражают полезные микроорганизмы, флору и фауну; от массового применения химикатов загрязняются источники питьевой воды, гибнут леса.

На долю сельского хозяйства приходится 1,4 объема используемой свежей воды в РФ и около 20% сброса сточных вод в поверхностные водоемы и природные водные объекты России. По объему сброса сточных вод без какой-либо очистки вклад отрасли равен 50% в целом по стране. Прогрессирует истощение и загрязнение водных источников, засоление земель, образование подвижных песков и оврагов. В почвах снижается содержание гумуса и основных элементов минерального питания растений, повышается кислотность, ухудшается культурно-техническое и агрофизическое состояние земель. Источником повышенной экологической опасности в сельском хозяйстве остаются крупные животноводческие комплексы, особенно свиноводческие, где для удаления навоза предусмотрен гидросмыв, а также птицефабрики.

Большую экологическую опасность в ряде регионов представляет бесконтрольное строительство мелких мясных, молочных и других предприятий, на которых затруднительны очистка сточных вод, утилизация отходов производства, контроль качества сырья и готовой продукции, что может привести к негативным экологическим последствиям. Опасность для окружающей среды по-прежнему представляют продукты сгорания топлива при использовании техники, эксплуатационные и технологические разливы горючесмазочных материалов и их хранение в необорудованных складах, устаревшее холодильное оборудование. Оценка суммарного влияния растениеводства и животноводства на природу должна учитывать вклад каждого из факторов, наличие природных процессов, способных усилить вредное воздействие, и возможность накопления вторичных последствий, приводящих к деградации территорий и ухудшению экологической ситуации.

Во многих странах экологический метод ведения сельского хозяйства становится нормой, динамично растет рынок экологической продукции.

Экологическими считаются продукты, выращенные в соответствии с эко-стандартами, при этом исключается использование минеральных удобрений и синтетических средств борьбы с болезнями растений и животных. В последние годы растет применение прежде всего биологических средств защиты, что обусловлено не только «модой» на экологически чистую продукцию (потребители готовы платить за нее на 20–70% больше, чем за остальную), но и реальной выгодой от использования биопрепаратов. В России биоагенты только начинают обретать популярность. По данным промышленной группы «Алсико» (Москва), занимающейся производством и реализацией химических и биологических средств защиты растений, биологические средства защиты сегодня используют только 15–25% отечественных хозяйств. Однако при решении экологических проблем не стоит забывать и о применении других нехимических методов — агротехнических, механических, физических, карантина растений.

Не вполне безвредными являются и биологические средства защиты. Существует четыре класса экологической опасности, и биологические средства относятся к третьему–четвертому классам, то есть являются малоопасными. Однако нарушение правил их применения может привести к неприятностям.

Хотя в западных странах экологически чистая сельхозпродукция востребована, российские покупатели еще не готовы платить за такую продукцию. Проблема в том, что в России, к сожалению, пока нет законодательного разделения агропродуктов на экологические и выращенные с помощью химических средств. Стандарты для экологического сельского хозяйства приняты только в рамках некоммерческого партнерства сельхозпроизводителей, но они идентичны стандартам Евросоюза и прошли стадию публичного обсуждения. Однако на государственном уровне их пока не утвердили.

Препятствуют развитию экологического сельского хозяйства и другие проблемы. Например, этот метод требует кооперации некрупных производителей. Если на соседней ферме используют химикаты, то ваша продукция не будет даже относительно чистой из-за сноса ветром поверхностного стока и загрязненной поливной воды. В свою очередь соседи могут быть недовольны экологически чистым предприятием. Например, в Швеции был случай, когда на агрария, занимающегося биологическим земледелием, соседи подали в суд, так как его ферма была источником распространения сорняков, болезней и вредителей. Наконец, экологический метод ведения сельского хозяйства предполагает определенный тип производства, включающий подбор устойчивых к болезням растений, специальной агротехники и правильного севооборота. Именно поэтому экологическое сельское хозяйство называют также альтернативным.

Экологизация агротехнологий и землепользования в целом должна предполагать возвращение его в лоно природы, сохранение биоразнообразия, плодородия почвы, создание и применение биологических удобрений и средств защиты, возвращение от монокультур к севообороту, возвращение почве ее естественного биологического оборота.

Издавна известно, что умение человека воздействовать на природу намного превышает его право на это. В последние десятилетия мы стали свидетелями возникновения проблем, обусловленных принятым способом использования земель. Эти проблемы сделали необходимым законодательное ограничение сельскохозяйственных мероприятий. К сожалению, такое регулирование в большинстве случаев вводилось слишком поздно для того, чтобы предотвратить необратимый для окружающей среды ущерб. Кроме того, оно часто необъективно, несправедливо и вызывает новые проблемы, не решая по существу прежних. Прогресс биологических и химических процессов в природе сильно расширил возможности сельскохозяйственной деятельности. В интересах каждого человека и общества в целом привести наши потребности в соответствие с законами природы.

При выборе путей повышения экологической устойчивости агробиоценозов необходимо учитывать комплекс показателей: создание сортов с большим потенциалом адаптивности, сочетающих устойчивость к нерегулируемым абиотическим факторам среды (морозу, засухе) с устойчивостью к биотическим факторам (болезням и вредителям); соответствие природы выращиваемых культур почвенно-климатическим условиям; разнообразие видов и сортов в агробиоценозах.

Анализируя воздействие сельхозтехнологий на окружающую среду, почву, ландшафт и растительность, следует рассматривать такие технологические приемы, как обработка почвы (вспашка, культивация, боронование, прикатывание и др.), посевные и посадочные работы, внесение органических и минеральных удобрений, борьба с эрозией, вредителями, болезнями, сорняками, регулирование водного режима, в том числе осушение и орошение мелиорированных угодий, уборка урожая. Каждое из этих действий неизбежно влияет прежде всего на почву, повышая или уменьшая ее плодородие, изменяя внутренний состав и свойства.

Одной из самых важных характеристик почвы, влияющих на урожай, является ее структура. Обработка улучшает структуру: снижает плотность, увеличивает пористость, водо- и воздухопроницаемость. Но если выполнять работы тяжелыми орудиями и машинами, да еще по переувлажненной почве, то ее структура, наоборот, может существенно ухудшиться. В почве с хорошей структурой благодаря почвенным порам, через которые поступают кислород и влага, создаются благоприятные условия для развития растений и полезной фауны. Такая почва устойчива против эродирующего действия дождя и ветра, поверхностного стока. Слишком плотная почва плохо пропускает воду и воздух, часто переувлажняется, больше подвержена водной и ветровой эрозии. Ее плодородие падает, так как растениям недостает кислорода. Поэтому одной из основных проблем земледелия следует считать создание и сохранение хорошей почвенной структуры. Этому способствуют уменьшение количества обработок и проведение их по достаточно сухой почве, снижение веса машин и давления на грунт, рыхление, внесение органики в виде навоза и торфонавозных компостов, запахивание почвозащитных культур и послеуборочных остатков и т. д.

Современные крупные животноводческие комплексы, способствующие интенсификации и повышению эффективности отрасли, в то же время являются и мощным источником загрязнения окружающей среды. Так, комплексы с поголовьем 20 тыс. голов крупного рогатого скота по количеству отходов приравниваются к городу с населением около 300 тыс. человек. Загрязняющее действие отходов связано с образованием большого количества органических веществ, содержащих азот, фосфор, серу, и других высокотоксичных соединений. Опасное загрязнение окружающей среды вызывают навозные и пометные стоки животноводческих комплексов и птицефабрик. Из образующихся стоков в качестве удобрений используются в среднем менее 70%, а остальная часть переполняет пруды-накопители, сбрасывается на прилегающие земли, в очистные сооружения и водоемы (в том числе источники питьевого водоснабжения), поступает в подземные воды, загрязняя их соединениями азота в количествах, во много раз превышающих предельно допустимую концентрацию. Существующие методы и установки для очистки жидких стоков не улавливают тяжелых элементов, и те попадают в почву при орошении полей и внесении большого количества ила сточных вод на сельскохозяйственные угодья. В связи с развитием промышленного животноводства, сокращением площади сенокосов и пастбищ наблюдается деградация кормовых угодий. На смену ценным видам кормовых трав приходят сорные и ядовитые растения, малочувствительные к воздействию абiotических факторов. Перевыпас животных способствует развитию «пастбищной эрозии», изменению видового состава биоценоза, «заболеванию» территории. Поэтому при размещении животноводческих комплексов надо проводить всестороннюю оценку естественных условий защиты сельхозугодий, поверхностных и грунтовых вод, атмосферы и населенных пунктов от возможных загрязнений.

Мелиоративные и водохозяйственные технологии также представляют собой крупномасштабные вмешательства в природную среду. Обусловленные ими преобразования почв, растительности, ландшафтов, климата вызвали настолько серьезные изменения природной среды, что появились новые отрасли науки, например мелиоративное почвоведение. Физическая и химическая мелиорация в агроценозах, особенно с нарушением технологии, заметно влияет на экосистемы: меняется видовой состав микроорганизмов, замедляется минерализация органических остатков, сокращается количество беспозвоночных, птиц и млекопитающих.

Современное земледелие неразрывно связано с применением минеральных удобрений, ядохимикатов, стимуляторов роста и пр. Нарушение технологических процессов внесения химических веществ, несоблюдение норм и сроков и другие ошибки могут нанести серьезный вред окружающей среде и здоровью людей. В почве и водах накапливаются излишние дозы вредных веществ, которые поступают в растения, а затем по пищевым цепям в организм человека. Растворенные химические вещества попадают в грунтовые и поверхностные воды, существенно загрязняя их и способствуя эвтрофикации водоемов. Так, зарастание рек сине-зелеными водорослями происходит в результате смыва с сельскохозяйственных полей минеральных удобрений,

особенно азот- и фосфорсодержащих. Значительная часть применяемых в сельском хозяйстве химических веществ попадает в атмосферу и переносится на большие расстояния, нередко приводя к гибели животных и растительных организмов.

Существенное влияние на биосферу оказывает химизация земледелия — основное звено интенсивного развития сельскохозяйственного производства. Свыше 50% общего количества производимых удобрений составляют азотные минеральные соли, преимущественно с кислой реакцией. Внесение больших доз азотных удобрений приводит к подкислению реакции среды, снижению процессов минерализации органических остатков, накоплению нитратов в сельскохозяйственной продукции. На 30–40% черноземов преобладают кислые почвы, что приводит к снижению биоты почвенных организмов. До минимума снижается количество беспозвоночных, приостанавливается биологическая активность азотфиксирующих микроорганизмов, практически исчезает из плодородного слоя индикатор плодородия — бактерии рода азотобактер.

Нередко химизация земледелия нарастает одновременно с нарушениями научных основ плодосмена. В итоге эффект от использования минеральных удобрений гораздо меньше, чем ущерб, наносимый природе. Несоблюдение требований, содержащихся в картограммах химизации и других материалах почвенного обследования, отсутствие складских помещений для хранения минеральных удобрений и пестицидов, несовершенная технология их применения приводят к негативным явлениям. С 1 т фосфорных удобрений в почву поступает 150 кг фтора, с 1 т калия — примерно 1 т хлора.

Для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней ежегодно в мире производят свыше 2 млн т химических веществ, из которых готовят около 200 тыс. препаратов. Использование пестицидов позволяет снизить общие потери продукции до 30%. Однако применение препаратов, содержащих хлористые углеводороды, оказывает воздействие как на вредных, так и на полезных насекомых. Такие пестициды способны накапливаться в живых организмах, что приводит к заметному снижению численности популяций. Изменяются места обитания полезных насекомых, снижается опыление сельскохозяйственных культур. Полезные опылители, медоносы, такие как пчелы, шмели и другие насекомые, уничтожаются пестицидами широкого спектра действия, а некоторые виды вредителей, наоборот, адаптируются и приобретают устойчивость к ядам. Количество устойчивых к пестицидам популяций увеличивается в 10 раз каждое десятилетие, а полезные насекомые, птицы и животные, населяющие биосферу, продолжают погибать. По данным ученых, при сохранении современных темпов роста устойчивости вредителей к 2020 г. все они будут адаптированы к ядовитым веществам. При этом 97–99% инсектицидов и 60–95% гербицидов не достигают объектов подавления, а попадают в почву, воздух и водоемы даже при строгом соблюдении правил применения.

Многие виды пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, не встречаются в природе, а являются ксенобиотиками. Они не подвергаются минерализации и, мигрируя по пищевым цепям, накапливаются в тканях человека

и животных. Массовая гибель рыбы в водоемах более чем в 50% случаев происходит из-за смыва химических удобрений с полей и в 39% случаев — от загрязнения вод гербицидами и инсектицидами. Ученые США установили присутствие пестицидов в 83% обследованных молочных продуктов, 88% фруктов и 96% мяса, птицы и рыбы. Изменяя химический состав растений, пестициды влияют на пищевую ценность продуктов и способствуют вырождению генетически неустойчивых высокоурожайных сортов. Использование пестицидов приводит к ежегодному отравлению свыше 2 млн человек в мире и гибели около 50 тыс.

Воздействие сельского хозяйства на загрязнение воздушного бассейна незначительно и в основном связано с выбросами дымовых газов котельных.

Машинно-тракторный парк, используемый в земледелии, требует перестройки и совершенствования. Применение тяжелых машин и почвообрабатывающих орудий приводит к ухудшению почвенного плодородия из-за уплотнения почв. Кроме того, тяжелые тракторы образуют колею, в которой концентрируется сток атмосферных осадков и усиливаются эрозионные процессы. Уплотнение почвы достигает глубины 1 м, изменяет количественный и видовой состав простейших и микроорганизмов. На смену аэробным видам приходят анаэробы, менее активные в процессах трансформации органических растительных остатков. Высокая распаханность почвенного покрова, использование химических средств повышения плодородия почв и защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей заметно влияют на состояние животного и растительного мира. За последние 100 лет отмечено значительное сокращение видового состава растений и животных. По оценкам экологов, в настоящее время сохранилось лишь ничтожно малое число их видов, существовавших ранее. В современных условиях сельскохозяйственного производства ощущается недостаток маломощных и среднесиловых машин, передаточных устройств, транспортных средств и рабочих орудий высокого качества и широкого ассортимента, способствующих улучшению экологической обстановки, а также предназначенных для обслуживания фермерских хозяйств. Для окружающей среды большую опасность представляют продукты сгорания топлива, эксплуатационные и технологические разливы горюче-смазочных материалов и их склады, котельные, устаревшее холодильное оборудование.

Индустриальные методы сельскохозяйственного производства приводят к быстрому уменьшению генетического разнообразия растительного и животного мира планеты. Потеря любого вида флоры или фауны как неповторимой части генофонда невосполнима. Например, оставшиеся генофонды зерновых культур, таких как кукуруза и рис, составляют малую часть того генетического разнообразия, каким они обладали всего лишь несколько десятков лет назад. Сокращение видового состава лишает нынешнее и будущие поколения генетического материала, необходимого для улучшения культур, обеспечения их большей стойкости по отношению к абиотическим и биотическим факторам.

Таким образом, современные технологии сельского хозяйства оказывают неблагоприятное воздействие на природу и человека. Проблемы охраны

природных ресурсов особенно обостряются в тех случаях, когда неблагоприятные воздействия суммируются: например, природные воды загрязняются не только животноводческими, но и коммунальными стоками, воздушная среда — ядохимикатами и выхлопными газами автотранспорта и др. Это обуславливает необходимость комплексных решений с учетом всего многообразия взаимосвязей и последствий. Непременное условие дальнейшего развития человечества — внедрение природосообразных ресурсосберегающих безотходных технологий сельского хозяйства, позволяющих существенно снизить поступление вредных веществ в окружающую среду, экологизация производства и потребления.

В условиях усиливающегося антропогенного влияния на окружающую среду создание устойчивого земледельческого производства за счет применения экологически обоснованных и безопасных сельскохозяйственных технологий требует комплексного целенаправленного воздействия на почвенный и растительный покровы одновременно как на единое целое, путем агроэкологического преобразования ландшафтов. Необходимы переход на биологическое земледелие, основой которого является максимальная замкнутость использования элементов питания и влагооборота, самовосстановление свойств почв при минимуме потерь продукции, переход на безотходное производство, рациональное сочетание соотношения растениеводческих и животноводческих отраслей, обеспечивающее устойчивость производства в агроландшафтах, сформированных на основе соблюдения важнейших экологических законов земледелия:

- закона незаменимости и равнозначности факторов жизни, согласно которому для нормального роста и развития растений равно необходимы все экологические факторы; никакой из них не может быть заменен другим, а отсутствие любого приводит к гибели растений;
- законов минимума, оптимума и максимума, по которым каждый фактор жизни организма характеризуется минимумом и максимумом, определяющими пределы выживания организма, его экологическую валентность (пластичность, устойчивость к изменениям дозировки факторов среды), а также оптимальными значениями воздействия на его жизнедеятельность;
- закона комплексного действия и оптимального сочетания факторов, согласно которому развитие организмов происходит под постоянным совокупным воздействием всех экологических факторов; для получения высоких урожаев необходимо оптимальное сочетание факторов, так как изменение хотя бы одного из них влечет за собой изменение других, а при оптимальном сочетании эффективность их действия повышается;
- закона лимитирующего фактора, в соответствии с которым недостаточная дозировка одного фактора снижает положительное действие всех других, при этом уровень урожайности зависит от количества лимитирующего фактора;
- закона возврата в почву питательных веществ, предусматривающего необходимость возмещения питательных элементов, потерянных почвой вследствие выноса с урожаем, в процессе эрозии, вымывания и по другим

причинам, путем внесения удобрений и (или) соответствующих агротехнических приемов, что не только позволяет поддерживать на необходимом уровне урожайность, но и предотвращает истощение и деградацию почв;

- закона соответствия растительного сообщества своему местообитанию и необходимости соблюдения правильного чередования культур, различных по физиологическим, биохимическим, агрономическим и другим показателям, что возможно реализовать благодаря применению правильного севооборота;
- закона положительного эффекта в природном почвообразовательном процессе.

Перечисленные законы наиболее важны с точки зрения экологизации земледелия, но они не исчерпывают всех закономерностей, отражающих взаимоотношения в системе «природа — сельскохозяйственное производство».

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Как уже было отмечено, важнейшими компонентами любого производственного цикла в земледелии являются подготовка почвы, посев (посадка), уход за посевами (насаждениями), уборка и переработка продукции. Для осуществления этих процессов необходима высокопроизводительная, надежная, долговечная и экологически безопасная техника. В основу ее создания должны быть положены закономерности земледельческой механики, сформулированные почетным академиком АН СССР и академиком ВАСХНИЛ В. П. Горячкиным: технику следует рассматривать только в связи с живой природой и живыми организмами, так как задача агротехники, опирающейся на машинные технологии, — не разрушать, а беречь и приумножать богатства природы.

Техника эксплуатируется в сложных условиях, связанных с сезонностью работ, ограниченными сроками проведения операций, агрессивными средами, огромными нагрузками, хранением не всегда в должных условиях с эффективными средствами консервации и защиты. В сельскохозяйственных машинах практически не применяются высокопрочные металлы и новые композиционные материалы. В результате многие узлы редко работают положенные 7–8 лет, выходя из строя за 2–3 года. Увеличение материалоемкости ведет к возрастанию расхода природных ресурсов, а в результате — к увеличению негативного воздействия сельского хозяйства на природу.

С одной стороны, широкомасштабное использование техники в сельском хозяйстве способствует росту производительности и эффективности труда, с другой — оно сопряжено с отрицательными последствиями, исключение и минимизация которых является одной из насущных задач экологизации сельскохозяйственных технологий.

А. Б. Левиным и Д. Н. Мурусидзе (1989) был разработан примерный перечень производственных процессов, связанных с применением средств механизации, и возможных в связи с этим отрицательных последствий:

1) использование мобильных энергетических средств (автомобилей, тракторов, самоходных сельскохозяйственных машин):



- химическое, механическое и акустическое загрязнение атмосферы;
- загрязнение окружающей среды жидкими нефтепродуктами;
- уничтожение плодородного слоя почвы, понижение уровня грунтовых вод, разрушение природных экосистем;
- 2) обработка почвы:
  - развитие водной, ветровой и технической эрозии;
  - образование плужной подошвы и связанные с этим последствия;
  - увеличение тягового усилия в результате уплотнения почвы;
- 3) внесение минеральных и органических удобрений и защита растений:
  - загрязнение воды и почвы химическими веществами и болезнетворными организмами;
  - отрицательное воздействие пестицидов на живые организмы и экологические системы в целом;
- 4) возделывание и уборка корне- и клубнеплодов:
  - развитие эрозии, уплотнение плодородного слоя почвы;
  - вынос земли с поля при транспортировке недостаточно очищенных корне- и клубнеплодов;
  - повреждение клубней картофеля и корнеплодов и связанные с ним потери продукции при хранении;
- 5) уборка зерновых и кормовых культур:
  - количественные потери зерновых — улучшение условий питания для вредителей;
  - потери зеленой массы при ее загрузке на транспортные средства;
  - качественные потери — дробление и травмирование зерна;
  - гибель животных под ножами косилки при маршруте движения уборочных агрегатов в сгон;
- 6) сушка, очистка, сортировка и хранение зерна и семян, получение травяной муки:
  - загрязнение окружающей среды топочными газами в процессе сушки;
  - получение недостаточно очищенного посевного материала в результате некачественной очистки и, как следствие, увеличение сорной растительности;
  - повреждение зерна и семян и потери продукции при хранении;
- 7) эксплуатация машинно-тракторного парка; загрязнение и разрушающее влияние на окружающую среду в результате:
  - использования энергонасыщенных машин с большой массой и высокой скоростью движения;
  - наличия неисправностей и недостатков в организации использования МТП;
  - технического обслуживания и ухода при отсутствии соответствующего оборудования и специальных площадок;
  - недостатков в организации нефтехозяйства (плохого состояния резервуаров, раздаточных средств и т. д.);
  - отсутствия обогреваемых помещений для дизельных автомобилей и тракторов;
  - коррозии при хранении и несвоевременной сдаче списанной техники;

## 8) мелиорация:

- осушение — уничтожение плодородного слоя почвы, понижение уровня грунтовых вод, разрушение природных экологических систем;
- орошение — переувлажнение, заболачивание и засоление почв; подъем уровня грунтовых вод; разрушение плодородного слоя почвы при повышенной интенсивности дождя, создаваемого дождевальными агрегатами, и при промывке почв;

## 9) механизация производственных процессов в животноводстве:

- загрязнение окружающей среды навозом;
- загрязнение окружающей среды при промывке доильной аппаратуры и молочного оборудования, при мойке корне- и клубнеплодов;
- загрязнение воздушного бассейна газами, образующимися при жизнедеятельности животных и разложении навоза, а также пылью и микроорганизмами при вентиляции помещений.

Технологии выращивания сельскохозяйственных культур основаны на многократном воздействии ходовых устройств машинно-тракторных агрегатов на почву, в результате чего происходит значительное переуплотнение почвы, распространяющееся на глубину до 100 см, а машинные «следы» покрывают до 80% поля. Под влиянием тяжелой техники, по данным ВИМ, МСХА им. К. А. Тимирязева, Почвенного института им. В. В. Докучаева, плотность почвы возросла к настоящему времени на 20–40%. Отрицательными последствиями воздействия на пашню ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих орудий являются также угнетение активности почвенных микроорганизмов, нарушение структуры почвы, снос измельченных техникой почвенных частиц водой и ветром, т. е. машинная деградация почвы. Оптимальная плотность почвы составляет 1,1 г/см<sup>3</sup> — от 1,0–1,8 г/см<sup>3</sup> у минеральных почв до 1,3–1,6 г/см<sup>3</sup> у почв с невысоким содержанием гумуса. Под воздействием ходовых систем сельхозмашин плотность, например, суглинистых почв, оптимальное значение которой составляет 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>, повышается на 0,1–0,3 г/см<sup>3</sup> и более, достигая 1,35–1,7 г/см<sup>3</sup>.

По данным И. С. Рабочева, допустимая нагрузка на почву при летних и осенних работах не превышает 0,4–0,6 кг/см<sup>2</sup>; при влажности не более 60% — 1,0–1,5 кг/см<sup>2</sup>. Фактическое же давление колесных тракторов составляет 0,85–1,65 кг/см<sup>2</sup>, гусеничных — 0,6–0,8, прицепов — 3,0–4,0, зерноуборочных комбайнов — 1,8–2,4 кг/см<sup>2</sup>.

Уплотнение почвы приводит к увеличению ее удельного сопротивления — наиболее важной механической характеристики. Проникновение в почву корневых систем растений затрудняется, ухудшается водно-воздушный и питательный режим, развиваются эрозионные процессы. Корни древесных и кустарниковых растений не проникают в почву, плотность которой превышает 1,6 г/см<sup>3</sup>; корни озимой пшеницы при плотности слитого чернозема 1,42 г/см<sup>3</sup> проникают в почву с трудом, а при плотности 1,5 г/см<sup>3</sup> не проникают вовсе. Повышение плотности почвы на 0,1 г/см<sup>3</sup> приводит к недобору 6–8% урожая. Общие потери продукции, обусловленные уплотнением почвы, например, на черноземе достигают 45% в год. Модельные опыты показали, что при однократном уплотнении поверхности поля тракторами МТЗ,

ДТ-75 и Т-74 урожая озимых и яровых зерновых, а также кормовых культур снижаются на 8%; тракторами Т-150 — на 16, К-700, К-700А и К-701 — на 19%. При двух- или трехкратном проходе этих машин потери урожая составляют 16, 22 и 27% соответственно. Кроме того, в уплотненных почвах возрастает подвижность токсикантов (в том числе тяжелых металлов, в частности свинца), что сказывается на состоянии живых систем.

Предотвратить переуплотнение почв позволяют следующие меры:

- агротехнические приемы (окультуривание почв и повышение содержания в них гумуса);
- разуплотнение почв и повышение их устойчивости к уплотнению — рыхление пахотного и подпахотного слоев чизелями, глубокорыхлителями и другими орудиями, в том числе с активными рабочими органами (фрезой и др.); сочетание рыхления с внесением органических и кальцийсодержащих удобрений;
- совершенствование сельскохозяйственной техники, ее ходовых систем с доведением давления на почву до допустимых значений (желательно, чтобы давление движителей сельхозмашин на почву не превышало 0,1 МПа, поэтому лучше использовать гусеничные движители или колесные с эластичными шинами, давление которых на почву составляет 80–100 и 30–60 кПа соответственно);
- организационно-технологические меры, предусматривающие разработку и внедрение технологий возделывания культур с минимальным проходом по полям тяжелой колесной техники благодаря совмещению операций, что особенно актуально при возделывании технических культур, картофеля, овощей, когда почва испытывает наибольшую нагрузку в процессе посева (посадки), ухода за культурами, уборки.

Работа сельскохозяйственной техники также приводит к потерям почвы с продукцией и на рабочих органах машин, колесах и гусеницах (особенно во влажную погоду). В дождливую погоду такие потери достигают 16%: из самого плодородного слоя с корнями выносятся до 4 т почвы с 1 га. Ежегодный суммарный унос почвы достигает 1,5 млрд т.

Современная техника загрязняет окружающую среду, том числе и почву, что связано с использованием нефтепродуктов в качестве топлива. Основными потребителями жидкого топлива в отрасли являются тракторы, автомобили, комбайны. Выбросы отработанных газов из низко расположенных выхлопных труб, загрязняющих приземный слой воздуха, вызывают такое загрязнение, которое можно сравнить с воздействием на атмосферу крупных промышленных предприятий, к тому же отработанные газы высокотоксичны.

Таким образом, воздействие сельскохозяйственной техники на окружающую среду многопланово. И все же ключевой проблемой ее использования является сохранение как почвенного плодородия, так и самих почвенных ресурсов. В связи с этим, по мнению академика ВАСХНИЛ В. А. Кубышева, в обозримой перспективе в развитии почвосберегающей техники следует выделить три направления: минимизацию обработки почвы, снижение давления на почву и облегчение машин, создание распределительных систем.

## 9.2. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АПК

Под *природопользованием* понимают возможность использования человеком полезных свойств окружающей природной среды, в том числе и в экономических целях. Определяют три цели природопользования: экономическую (ведущую), экологическую и культурно-оздоровительную.

Природопользование осуществляется в двух видах: общего и специального природопользования.

*Общее природопользование* не требует специального разрешения. Оно осуществляется гражданами на основе принадлежащих им естественных (гуманитарных) прав, существующих и возникающих в результате рождения и существования (пользование водой, воздухом и т. д.).

*Специальное природопользование* осуществляется физическими и юридическими лицами на основании разрешения уполномоченных государственных органов. Оно носит целевой характер и по видам используемых объектов подразделяется на:

- землепользование;
- пользование недрами;
- лесопользование;
- водопользование;
- пользование животным миром (дикими животными и птицами, рыбными запасами);
- использование атмосферного воздуха.

Специальное природопользование связано с потреблением природных ресурсов. В этой части оно соотносится через правовое регулирование с отраслевым природоресурсным законодательством России: Земельным кодексом РФ, Основами лесного законодательства РФ, Законом РФ «О недрах», Водным кодексом РФ, Федеральным законом «О животном мире», Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха».

В настоящее время говорят не просто о природопользовании, а о *рациональном природопользовании*, характерном для интенсивного хозяйства, как о системе, при которой:

- достаточно полно используются добываемые природные ресурсы и соответственно уменьшается количество потребляемых ресурсов;
- обеспечивается восстановление возобновляемых природных ресурсов;
- полно и многократно используются отходы производства.

Система рационального природопользования позволяет значительно уменьшить нарушение и загрязнение окружающей среды — прежде всего за счет совершенствования ресурсных циклов, которое базируется на ряде общих принципов:

- *принципе системного подхода*, который предусматривает комплексную всестороннюю оценку воздействия производства на среду и ее ответных реакций. Ни один природный ресурс не может использоваться или охраняться независимо от других: например, повышение плодородия почв за

счет орошения с помощью оросительных систем может привести к истощению водных ресурсов, которое необходимо предвидеть и предупредить;

- *принципе оптимизации природопользования*, который заключается в принятии наилучших решений по использованию природных ресурсов и систем на основе одновременно экологического и экономического подходов, прогноза развития различных отраслей и географических регионов. В соответствии с этим принципом целесообразным, в частности, является перемещение перерабатывающих предприятий ближе к запасам сырья, а открытые карьерные способы разработки полезных ископаемых, например, имеют ряд преимуществ перед шахтной добычей с точки зрения максимального использования сырья, но приводят к утрате плодородных почв. Оптимальным при этом является сочетание открытых разработок с рекультивацией земель и восстановлением их плодородия;
- *принципе более высоких темпов выхода полезной продукции по сравнению с темпами заготовки и добычи сырья*, который основан на снижении количества образующихся отходов в процессе производства, т. е. на более полном использовании одного и того же количества исходного сырья, и предполагает прирост продукции не за счет вовлечения в использование новых масс природных ресурсов, а за счет более полного их использования благодаря ресурсосбережению и совершенствованию технологических процессов;
- *принципе гармонизации производства и природы*, который воплощается в создании и эксплуатации соответствующих природно-технических, геотехнических и эколого-экономических систем. Эти системы представляют собой совокупность какого-либо производства и взаимодействующих с ним элементов природной среды и обеспечивают, с одной стороны, высокие производственные показатели, с другой — поддержание в зоне своего влияния благоприятной экологической обстановки, максимально возможное сохранение и воспроизводство естественных ресурсов. Кроме того, осуществляется прогнозирование нежелательных и опасных ситуаций и реализуются меры по их предотвращению; своевременно выявляются возможные вредные воздействия и вносятся необходимые коррективы в тот или иной компонент системы (производство или окружающую среду); своевременно выявляются опасные ситуации благодаря непрерывному сбору информации о состоянии окружающей среды с помощью наблюдений за ее изменениями, вызванными антропогенными причинами, что позволяет прогнозировать их развитие;
- *принципе комплексного использования природных ресурсов и концентрации производства*, состоящем в том, что на базе имеющихся в данном экономическом районе сырьевых и энергетических ресурсов создаются территориально-производственные комплексы, которые позволяют наиболее полно использовать эти ресурсы и тем самым снижать нагрузку на окружающую среду. Они имеют конкретную специализацию (например, теплоэнергетические комплексы), сконцентрированы на определенной территории, обладают единой производственной и социальной инфраструктурой (коммуникациями, материальными и энергетическими потоками, системой здраво-

охранения, сферой культуры) и совместными усилиями обеспечивают охрану окружающей среды, создавая предпосылки для развития энерго- и ресурсосберегающих производств для максимально возможной утилизации отходов и использования вторичных продуктов. Оказывая вредное воздействие на окружающую среду, эти комплексы за счет рационального использования ее ресурсов на основе концентрации производства, оптимизации природопользования, гармонизации взаимодействия техники с окружающей средой существенно снижают это воздействие и при этом увеличивают вложения в компенсационные мероприятия с целью обеспечения качества окружающей среды и снижения ущерба, наносимого природе.

К любым природным ресурсам надо подходить как к единому целому, а не как к механической сумме различных энергий и ресурсов. В этом и состоит главная идея современного экологического подхода к окружающей человека среде. Природу надо и охранять, и использовать; между этими подходами нет принципиального противоречия. Охрана природных ресурсов осуществляется в процессе их использования. Это две стороны одного и того же явления — отношения человека к природе. Однако необходимо разумное соотношение использования и охраны. В связи с этим в рациональном природопользовании и охране окружающей среды в АПК должен соблюдаться ряд правил:

- *правило комплексного подхода*, при котором учитываются нужды всех отраслей народного хозяйства, а также здравоохранения, туризма и т. д., что вытекает из положения о множественном значении всех явлений природы и, соответственно, необходимости их оценки со всех точек зрения. В соответствии с этим подходом, нерационально использовать реку в интересах лишь одной отрасли — ведь река может использоваться не только для орошения и водоснабжения, но и для судоходства и рыболовства. То же можно сказать о лесе и других ресурсах;
- *правило региональности*, которое заключается в необходимости строгого учета местных условий при охране и использовании каждого из природных ресурсов. Оценивая количество того или иного природного ресурса и, соответственно, определяя отношение к нему, следует исходить из его состояния в данном регионе (местности), а не из того, сколько этого ресурса имеется в стране или мире в целом. Например, совершенно разной должна быть оценка водных ресурсов в пустынных и избыточно увлажненных районах;
- *правило охраны одного объекта посредством охраны другого* — например, охрана воды от загрязнения — это одновременно и охрана рыбы, поддержание с помощью леса нормального гидрологического режима местности, а также охрана почвы от водной эрозии и т. п.

Таким образом, охрана окружающей среды должна рассматриваться как комплексная задача, а не как охрана природных компонентов по отдельности, не учитывающая их взаимозависимости. Ведомственный подход здесь недопустим. Описанные выше принципы базируются на равновесном сочетании потребностей развития общественного производства с бережным отношением к природе, что может быть обеспечено лишь научно обоснованным планированием использования природных ресурсов и правовым режимом их охраны.

### 9.2.1. ПРИРОДОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Защита окружающей среды в процессе сельскохозяйственного производства, его экологизация — комплексная проблема, которая может быть решена только совместными усилиями специалистов разных отраслей науки и производства и должна развиваться по следующим *основным направлениям*:

- совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выброса вредных примесей и отходов в окружающую среду;
- широкое внедрение экологической экспертизы всех видов производства и выпускаемой продукции;
- замена токсичных и не утилизируемых отходов нетоксичными и утилизируемыми;
- применение дополнительных средств защиты окружающей среды, в качестве которых может выступать различное очистное оборудование, аппараты и системы очистки сточных вод и выбросов в окружающую среду и др.

Мероприятия по защите окружающей среды в сельском хозяйстве можно классифицировать следующим образом.

1. *Инженерные мероприятия* направлены на совершенствование существующих и разработку новых технологических процессов, машин, механизмов и материалов, используемых в производстве с целью предотвращения или снижения негативных воздействий на природную среду; эти мероприятия подразделяются на:

- организационно-технические — включающие ряд действий, направленных на соблюдение технологического регламента конкретного сельхозпроизводства, контроль исправности машин и оборудования и т. п.;
- технологические, которые позволяют изменить характеристики источников воздействия, определяющие его интенсивность.

Для реализации инженерных мероприятий необходимо предусматривать дополнительные затраты на такое совершенствование техники и технологий, которое полностью предотвратит вредное воздействие на среду или, по крайней мере, позволит довести его до такого уровня, чтобы обеспечивалось самовосстановление биогеоценозов и не наносился ущерб окружающей среде.

2. *Непосредственно экологические мероприятия*, призванные обеспечить самоочищение (при загрязнении) или самовосстановление (при нарушениях) природной среды, делятся на 2 группы:

- абиотические мероприятия основаны на использовании естественных физических и химических процессов, протекающих во всех элементах биосферы, и позволяют снизить опасность вредного антропогенного воздействия, уменьшить или исключить его последствия;
- биотические мероприятия основаны на использовании живых организмов и обеспечивают функционирование как самих агроэкосистем, так и всех экологических систем в зоне влияния конкретного производства; к ним относятся биологическая рекультивация и биологическая очистка сточных вод, ликвидация загрязнений почв с помощью специальных растений или микроорганизмов, способных извлекать и перерабатывать

загрязняющие вещества; биотической мерой можно считать и самозарастание нарушенных земель.

3. *Организационные мероприятия* связаны с управлением структурой и функционированием создаваемых или действующих природно-сельскохозяйственных систем и подразделяются на:

- плановые, рассчитанные на длительную перспективу с учетом развития конкретного производства и непроизводительной инфраструктуры крупных природно-сельскохозяйственных систем. Их основу составляют мероприятия, обеспечивающие рациональное расположение структурных единиц природно-производственного комплекса, — выбор местоположения новых производств с учетом почвенно-климатических факторов, путей и режимов движения транспорта, устройства санитарно-защитных зон, межотраслевых проблем переработки и использования отходов;
- оперативные — меры, применяемые в экстремальных ситуациях, возникающих в процессе конкретного сельскохозяйственного производства непосредственно в его сфере или в природной среде. Такие экстремальные ситуации (например, загрязнение пестицидами) снижают способность природных компонентов биогеоценозов противостоять вредным воздействиям.

Рассмотренные меры представляют собой основные направления деятельности человека, которые позволяют создавать экологически безопасные производства и технологии, снижать нагрузку на окружающую среду и оперативно устранять причины и последствия негативных воздействий. Для реализации этих мер необходимо привлечение квалифицированных специалистов различных научных и технических направлений. В основу выбора природоохранных мероприятий закладывается принцип их экологической и технико-экономической оценки.

### 9.2.2.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Наиболее эффективной формой ресурсо- и энергосбережения, защиты окружающей среды от вредного воздействия сельскохозяйственного производства является применение малоотходных и безотходных технологий.

*Безотходная технология* представляет собой метод производства продукции, при котором потребляемые сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в системе «ресурсы–производство–потребление».

Поскольку абсолютно безотходное производство практически невозможно, то главным критерием оценки безотходности технологии становится то, что отходы не нарушают нормального функционирования природных систем, т. е. становятся сырьем для следующего производства, замыкая по возможности цепочку потребления исходных природных ресурсов. Создание безотходных производств — длительный сложный процесс; его промежуточным этапом является малоотходное производство, результаты которого при воздействии их на окружающую среду не превышают уровня допустимых санитарно-гигиенических норм.



В соответствии с действующим в России законодательством производства, нарушающие санитарные и экологические нормы, следует реконструировать или закрывать, т. е. все современные предприятия должны быть малоотходными и безотходными. В ряде отраслей уже имеются количественные показатели оценки безотходности. Так, в угольной промышленности введен коэффициент безотходности производства, основанный на коэффициентах использования породы, образующейся при горных работах, попутно забираемой воды при добыче угля (сланца) и использования пылегазовых отходов. Добыча угля — один из самых материалоемких и экологически сложных процессов в народном хозяйстве. Для этой отрасли установлено, что производство является безотходным (малоотходным), если коэффициент безотходности превышает 75%. В случае использования наряду с вновь образующейся породой отвалов прошлых лет коэффициент безотходности может превысить 100%. Основываясь на подобном опыте, для практических целей значение коэффициента безотходности на уровне 75% и более можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а свыше 95% — безотходного производства и в ряде других материалоемких отраслей, в том числе и сельского хозяйства. При этом обязательно надо учитывать токсичность отходов.

Для перехода сельского хозяйства на малоотходные технологии предстоит решить целый комплекс организационных, технических, технологических, экономических и прочих задач с соблюдением ряда взаимосвязанных принципов:

- *системности*: каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент всего сельскохозяйственного производства в регионе, а на более высоком уровне — как элемент сельскохозяйственного и промышленного производства, эколого-экономической системы региона в целом, подразумевающей не только материальное производство, но и природную среду (популяции живых организмов, атмосферу, гидросферу, литосферу, биогеоценозы, ландшафты), а также человека и среду его обитания, учитывая таким образом всю существующую взаимосвязь производственных, социальных и природных процессов;
- *комплексного использования ресурсов*, требующего максимального употребления всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов;
- *цикличности материальных потоков*, примеры соблюдения которого представляют собой замкнутые водо- и газооборотные циклы, разработка и выпуск новых видов продукции с учетом требований ее повторного использования и т. д.;
- *ограничения воздействия* на окружающую природную и социальную среду с учетом планомерного и целенаправленного роста объемов и экологического усовершенствования производства. Данный принцип прежде всего связан с сохранением таких природных и социальных ресурсов, как атмосферный воздух, вода, поверхность земли, рекреационные ресурсы, здоровье населения; его реализация возможна лишь в сочетании с эффективным мониторингом, развитым экологическим нормированием и рациональным управлением природопользования;

- *рациональности организации* производства, предполагающей разумное использование сырья и максимальное уменьшение энерго-, материало- и трудоемкости производства в сочетании с созданием новых экологически обоснованных технологий, что должно значительно снизить отрицательное воздействие на окружающую среду.

В качестве главных направлений создания мало- и безотходных производств, связанных с охраной окружающей среды и рациональным освоением природных ресурсов, необходимо выделить:

- комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов;
- усовершенствование существующих и разработку принципиально новых технологических процессов и производств и соответствующего оборудования;
- внедрение водо- и газооборотных циклов;
- использование отходов одних производств в качестве сырья для других и создание безотходных производств.

При этом необходимо соблюдать важные требования:

- минимизация числа технологических операций в любом производственном процессе, поскольку на каждой из них образуются отходы и теряется сырье;
- применение непрерывных процессов, позволяющих наиболее эффективно использовать сырье и энергию;
- оптимальное увеличение мощности производственных агрегатов;
- интенсификация оптимизации и автоматизации производственных процессов;
- сочетание энергетики с технологией, основанное на том, что выделяющаяся в различных технологических процессах теплота должна быть использована, что позволит полнее употребить энергию химических превращений, сэкономить энергоресурсы и сырье и снизить тепловую нагрузку на окружающую среду;
- кооперирование предприятий различных отраслей сельскохозяйственного и промышленного производства.

В настоящее время нет единой методики, по которой можно было бы с учетом количества всех отходов оценивать экологическое совершенство технологии. Вместе с тем в ряде отраслей народного хозяйства такие оценки проводятся по конкретным видам производства. Критерием служит количество отходов, образующихся в том или ином технологическом процессе, что в значительной мере позволяет судить об эффективности использования сырья.

Основой сельскохозяйственного производства в настоящее время является энергетика, обеспечивающая комфортное существование человека. Основным энергоносителем в прошлом веке был уголь, сжигание которого приводило к росту выброса дыма, сажи, копоти, золы и вредных газов: CO, SO<sub>2</sub>, оксидов азота и т. д. Развитие научно-технического прогресса привело к изменению энергетической базы сельского хозяйства. Существенно возросла доля таких энергоносителей, как нефть и газ, экологически более чистых, чем уголь. Однако их ресурсы не беспредельны, что накладывает на челове-

чество обязанность использования новых, возобновляемых источников энергии: солнечной, атомной, геотермальной, гелиотермальной, энергии приливов и отливов, рек и ветров. Эти виды энергии являются неисчерпаемыми, и их производство практически не оказывает вредного воздействия на окружающую среду. Экономическая целесообразность использования этих источников энергии для производства в больших масштабах изучена пока недостаточно. Но очевидно, что в результате, помимо экономии такого ценного сырья, как нефть, существенно снизится вредная нагрузка на окружающую среду благодаря сокращению объемов сжигания топлива в энергетических установках.

Главный элемент ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства — почвенный покров, поэтому важнейшим объектом применения энергосберегающих технологий и охраны является почва, точнее — ее плодородие.

Индустриальные методы работы на земле привели к резкому снижению плодородия почв во всех странах мира. Только за счет роста оврагов площадь пашни ежегодно сокращается на 100–150 тыс. га, площадь смытых земель увеличивается почти на 1 млн га. Продолжают расти площади под подвижными песками — на 40–50 тыс. га в год. С полей и пастбищ ежегодно смывается 2–3 млрд т мелкозема, вместе с ним вымывается около 100 млн т гумуса и более 43 млн т азота, фосфора и калия, что в 1,5 раза больше количества питательных веществ, вносимых в почву. Кроме того, со склоновых земель смывается около трети вносимых минеральных удобрений. Вследствие эрозийных процессов ежегодно недобирается 15–20% урожая сельскохозяйственных культур на слабосмытых почвах, 30–40% — на среднесмытых и 50–60% — на сильносмытых. В целом ущерб народному хозяйству от водной и ветровой эрозии оценивается примерно в 15 млрд руб. ежегодно. В первую очередь страдают наиболее ценные земли — уникальные черноземы, которые основоположник почвоведения В. В. Докучаев считал дороже золота. Деграляция черноземных почв привела к снижению содержания гумуса, а соответственно и плодородия на 30%. С 1 г гумуса теряется 167,6–209,5 кДж, или 4–5 ккал, т. е. ежегодные потери энергетических почвенных ресурсов огромны.

В целях решения комплексной проблемы энергосбережения с учетом экологических аспектов защиты почв применяют минимальную обработку почвы с использованием комбинированных машин, позволяющих за один проход выполнять несколько технологических операций. Например, агрегат РВК-3,0 совмещает рыхление почвы на глубину до 12 см с выравниванием поверхности и прикатыванием. При этом почва меньше уплотняется и распыляется, повышается ее устойчивость к эрозии. Сокращается потребность в технике, горюче-смазочных материалах (на 8–27%); финансовые и трудовые затраты сокращаются на 18–35%. Вспашка поля при помощи отвальных плугов сопровождается разрушением поверхностных слоев, при этом уничтожается травяной покров и дернина, запахиваются стерня и другие пожнивные остатки, защищающие почву от выдувания и смыва, не исключено выворачивание на поверхность менее плодородных слоев. Эти негативные

последствия в районах с ветровой эрозией преодолеваются бесплужным рыхлением при помощи плоскорезов. В сочетании с внедрением лугопастбищных севооборотов, правильным чередованием культур, нарезкой полей перпендикулярно направлению ветров, полосным размещением культур и прочих мер такая система позволяет свести к минимуму разрушение почвы, обеспечить рациональное использование земель и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

### 9.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ ТРЕБОВАНИЙ В АПК

#### 9.3.1. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В Законе РФ «Об охране окружающей природной среды» установлены требования к нормированию качества среды обитания и уровней воздействия на окружающую среду (ОС). Нормативы качества окружающей природной среды определяют научно обоснованную меру сочетания жестких экологических требований к качеству среды обитания и возможностей природопользователей соблюдать их в хозяйственной деятельности. Эти нормативы основаны на следующих основных показателях:

- *медицинском*, который представляет собой пороговый уровень угрозы здоровью человека;
- *технологическом*, т. е. способности экономики обеспечить выполнение установленных пределов воздействия на человека и условия его жизни;
- *научно-техническом*, или способности технических средств обеспечить контроль соблюдения пределов воздействия по всем его параметрам.

Нормативы воздействия на окружающую среду устанавливают требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его определенной пороговой величиной. К этим нормативам относятся предельно допустимые нормы сбросов и выбросов вредных веществ химического, физического, биологического, радиационного и другого воздействия. Эффективность системы нормативов по ограничению вредного воздействия обеспечивается соответствием нормативов современному уровню развития науки и техники, международным стандартам; утверждением этих нормативов специально уполномоченными органами государства; обязательностью выполнения данных нормативов для всех хозяйствующих субъектов и ответственностью предприятий, организаций и граждан за их неисполнение.

Экологические требования составляют нормативно-методическую природоохранную базу. Они предъявляются к предприятиям, организациям и учреждениям независимо от форм их собственности и подчиненности, а также отдельным гражданам на трех уровнях:

- хозяйствующего субъекта;
- этапов хозяйственного процесса (планирования, размещения, проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию и эксплуатации объектов);

- отдельных видов хозяйственного воздействия (возделывания земли, мелиорации, энергетики и т. д.).

Такой подход позволяет предупредить отрицательные экологические последствия хозяйственных решений. Проекты и программы, не получившие положительного заключения Государственной экологической экспертизы в плане соблюдения требований и норм экологической безопасности, запрещается финансировать и реализовывать.

Природоохранные нормы реализуются в две стадии (методическую и расчетную) и включают натуральные и стоимостные нормативы, гарантирующие сохранность природных экосистем. На первой стадии осуществляется подготовка методических указаний и инструкций, на второй производятся расчеты.

*Натуральные природоохранные нормативы* — это экономически обоснованные и технически достижимые величины наиболее эффективного использования природных ресурсов (воды, воздуха, земли, почвы, минеральных ресурсов и т. д.), рассчитываемые исходя из возможностей научно-технического прогресса. С помощью натуральных нормативов осуществляются мероприятия по снижению выбросов вредных веществ в окружающую среду, вводу в действие технологических процессов и агрегатов, отвечающих современным экологическим требованиям, внедрению малоотходных технологий и производств.

*Стоимостные нормативы* призваны экономически стимулировать природоохранную деятельность. Это базовые нормативы платы за выбросы и сбросы вредных веществ и размещение отходов. Данные нормативы являются основой экономического механизма природопользования, действующего в России. Они функционально связаны с натуральными нормативами. Уточнение (ужесточение) последних часто ведет к необходимости корректировки стоимостных нормативов.

Формирование системы природоохранных нормативов включает решение методологических проблем природопользования, разработку методических и инструктивных материалов, собственно разработку, согласование и утверждение норм и нормативов, организацию их использования, а также совершенствование метода расчета этих нормативов.

Без природоохранных норм невозможно рациональное природопользование. Нормативный метод в экологии воплощает важнейшее требование — плановость мероприятий по охране окружающей среды. Природоохранные нормы характеризуют соотношение общества и природы — отражают объективные границы допустимых антропогенных нагрузок на экосистемы и вносимых в них изменений, в значительной мере предопределяя и экономические процессы. Являясь по существу экологическими, природоохранные нормы несут и социальный характер, так как при их нарушении наносится ущерб не только природе, но и здоровью населения.

Для оценки качества окружающей среды используют нормы, ограничивающие воздействие вредных факторов. При обосновании норм и нормативов исходят из естественных адаптационных возможностей организма. В процессе воздействия вредного вещества на организм вначале возникает адаптация,

затем развиваются патологические эффекты — токсичные, канцерогенные, мутагенные, аллергенные, гонадотропные и эмбриотропные, которые могут привести к заболеванию и даже смертельному исходу.

Нормативная база природопользования и охраны окружающей среды включает санитарно-гигиенические, экологические, производственно-хозяйственные и временные нормативы.

К *санитарно-гигиеническим* относятся гигиенические и санитарно-защитные нормативы. Санитарно-гигиенические нормативы — это качественно-количественные показатели, соблюдение которых гарантирует безопасные или оптимальные условия существования человека. В связи с высокой социальной значимостью санитарно-гигиеническое нормирование в нашей стране было первым разработано и внедрено в практику управления природопользованием. В частности, предельно допустимые гигиенические концентрации (ПДК) содержания в атмосферном воздухе первых 10 веществ были утверждены еще в 1951 г., тогда как в США национальные стандарты на содержание 6 веществ в воздухе были приняты значительно позднее — в 1980 г. Поэтому методологическая база гигиенического нормирования в настоящее время является теоретически обоснованной, методически проработанной и организационно оформленной. ПДК — это количество загрязняющего вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или воздействии за определенный промежуток времени не влияющее на здоровье человека и не оказывающее неблагоприятного воздействия на его потомство. Если же вещество причиняет вред природе в меньших концентрациях, чем организму человека, то при нормировании исходят из порога действия этого вещества на окружающую среду. К гигиеническим нормативам относят также токсикометрические показатели, представляющие собой концентрации, дозы вредных веществ или физические факторы, которые вызывают фиксируемые реакции организма. Эти нормативы наиболее распространены и едины по всей территории страны. Наряду с ними в необходимых случаях устанавливают более жесткие нормативы вредных воздействий для отдельных районов.

*Санитарно-защитные* нормативы предназначены для защиты здоровья человека от вредного воздействия источников загрязнения и обеспечения достаточной чистоты пунктов водопользования. Ими руководствуются при создании санитарных зон источников водоснабжения, пунктов водопользования, санитарно-защитных зон предприятий.

*Экологические* нормативы регулируют пределы антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которых может создать угрозу условиям совместного существования человека и его внешнего окружения. Экологические нормативы качества компонентов окружающей среды понимаются как ограничители вредных воздействий, наносящих ущерб материальным и иным общественным ценностям. Они включают эколого-гигиенические и эколого-защитные нормативы, а также предельно допустимые нормативные нагрузки на окружающую среду. При установлении *эколого-гигиенических* нормативов следует учитывать, что многие живые организмы более чувствительны к загрязнениям, чем человек, поэтому целесообразно определять та-

кие нормативы на уровне, обеспечивающем нормальную жизнедеятельность всех организмов. *Эколого-защитные* нормативы направлены на сохранение генофонда, восстановление экосистем, сохранение памятников всемирного культурного и природного наследия и т. п. Эти нормативы используются при организации охранных зон заповедников, природных национальных парков, биосферных заповедников, зеленых зон городов и т. п. Система *предельно допустимых нормативов нагрузки на окружающую среду* направлена на предотвращение истощения природной среды и разрушения ее экологических связей, обеспечение рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. Эти нормативы представляют собой научно обоснованные предельно допустимые величины антропогенных воздействий на определенный природно-территориальный комплекс.

*Производственно-хозяйственные нормативы* (технологические, градостроительные, рекреационные и др.) предназначены для ограничения параметров производственно-хозяйственной деятельности конкретного предприятия с точки зрения экологической защиты природной среды. *Технологические* нормативы включают: предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ в атмосферу, предельно допустимый сброс (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы и предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ). Эти нормативы устанавливаются индивидуально и связаны с профилем работы, объемом и характером загрязнений конкретного предприятия, цеха, агрегата, поэтому они могут быть разными даже в рамках одного завода. Область регламентированного воздействия ПДВ, ПДС и ПДТ на качество окружающей среды весьма широка. С помощью этих нормативов лимитируются отходы и выбросы, производимые в результате тех или иных работ на предприятиях, шумовое загрязнение воздушной среды, расход топлива и пр. В то же время данные нормативы, характеризуя предельно допустимое количество загрязнений, поступающих в окружающую среду в зоне расположения источников, оборудованных системами обезвреживания, не позволяют дать оценку самим системам обезвреживания. *Градостроительные* нормативы разрабатывают для обеспечения экологической безопасности при планировке и застройке городов и других населенных пунктов. *Рекреационные* нормативы определяют правила пользования природными комплексами в целях обеспечения условий для полноценного отдыха и туризма.

В случаях, когда по тем или иным объективным причинам не представляется возможным разработать гигиенические или технологические нормативы, устанавливают временные нормативы. По мере роста научных знаний, развития и совершенствования техники и технологии их регулярно пересматривают в сторону ужесточения, чтобы воздействие на природу было по возможности минимальным.

С целью постоянного контроля содержания вредных веществ и регламентирования их поступления в окружающую среду к настоящему времени установлено значительное число нормативов по показателям ПДК для всех компонентов среды. Так, для воды водоемов их установлено свыше 1000, для атмосферного воздуха более 800, для радиоактивных изотопов более 700, для почвы — несколько десятков.

Основная физическая характеристика содержания вредных веществ в атмосфере — концентрация, т. е. количество вещества, содержащегося в единице объема воздуха при нормальных условиях. Как правило, ее измеряют в мг/м<sup>3</sup>. Этот показатель характеризует физическое, химическое и другие виды воздействия на окружающую среду и относится к основным параметрам при регламентировании допустимых концентраций примеси в атмосфере. Предельно допустимые концентрации загрязнений в атмосферном воздухе населенных пунктов устанавливают на основе лимитирующего показателя, т. е. такой концентрации, которая оказывается наименьшей при проведении исследований на запах, раздражающее действие и специфические проявления организма. Среди нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере особое место занимают среднесуточные концентрации, превышение которых указывает на возможность неблагоприятных токсических воздействий вредных веществ на организм человека. Максимальные разовые концентрации определяются для тех веществ, которые обладают в большей степени раздражающим и рефлекторным действием. Их устанавливают с целью предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, изменение биоэлектрической активности головного мозга, световой чувствительности глаз и др.) при кратковременном воздействии атмосферных примесей. Если токсические реакции организма проявляются при меньшей концентрации вредных веществ, чем рефлекторные или раздражающие, то среднесуточные и максимальные разовые ПДК совпадают.

Определение нормативов качества воды основывается на регламентировании концентрации вредных веществ в водоемах с помощью следующих основных критериев: влияния на общий санитарный режим водоема, на органолептические свойства воды (окраску, запах, привкус), на здоровье населения. Обоснование ПДКВ проводится по одному из трех лимитирующих признаков нормирования на основе экспериментальных исследований.

Изучение влияния вредных веществ на общий санитарный режим водоемов направлено на предупреждение нарушения самоочищения водоема в основном от органических загрязнений в сточных водах. В результате исследований определяется интенсивность процессов обеспечения биохимической и химической потребности в кислороде (БПК и ХПК), интенсивность минерализации азотосодержащих веществ, развития и отмирания сапрофитной микрофлоры.

Изучение органолептических свойств воды имеет большое значение, так как их ухудшение легко обнаруживается и ведет к значительному снижению использования водоемисточника. Практика показывает, что устранить эти нарушения обычными методами очистки фактически не удается.

Особое внимание при установлении ПДКВ уделяется изучению влияния загрязняющих воду веществ на здоровье человека. В результате санитарно-токсикологических исследований определяются подпороговые (максимальные недействующие) и пороговые (минимальные действующие) дозы или концентрации вредного вещества, длительно воздействующего на организм животного. Для опытов берут концентрации веществ, различающиеся в 5–10 раз,



продолжительность опытов с каждым значением концентрации должна быть не меньше 6 ч.

Расчет ПДС веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами предприятий, производят отдельно для взвешенных веществ, минерального состава (по сухому остатку), хлоридов, сульфидов и др. Кроме того, регламентируют следующие свойства сточных вод, для которых нормативы предельно допустимых сбросов не рассчитываются: плавающие примеси (вещества), запахи, привкусы, температура, реакция на рН.

Регламентирование предельно допустимых концентраций вредных веществ в почве существенно отличается от методики регламентирования поступлений загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водоемы. Это связано с тем, что непосредственно из почвы вредные вещества в организм человека не попадают. Однако химические соединения, находящиеся в почве, могут поступать в организм посредством контактирующих с почвой воздуха, воды, растений. Поэтому при нормировании вредных веществ, содержащихся в почве, особое внимание уделяют тем, которые могут мигрировать в атмосферный воздух и почвенные воды, снижать урожай или качество сельскохозяйственной продукции.

Нормирование предельно допустимых концентраций в почве (ПДКП) осуществляется в два этапа — в лабораторных условиях и на натуре. Целью исследований является установление допустимой концентрации вредного вещества в почве, гарантирующей:

- его переход в растения в количестве, не превышающем предельно допустимых концентраций для продуктов питания;
- его переход в грунтовые воды в количестве, не превышающем предельно допустимых концентраций для водных объектов;
- отсутствие влияния на процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз.

Результаты исследований используют при обосновании лимитирующего показателя вредности и ПДКП.

Область применения временно допустимых концентраций вредных веществ в пахотном слое почвы ограничивается в настоящее время только пестицидами и теми препаратами, которые находятся на стадии государственных производственных испытаний или допущены к опытно-производственному применению, а ПДКП для них еще не установлены. Временно допустимая концентрация вредных веществ в пахотном слое рассчитывается на базе предельно допустимых концентраций (в мг/кг) соответствующего пестицида в овощах или плодовых культурах. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия на протяжении всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений. Когда для овощных или плодовых культур установлено несколько нормативов, к расчету принимается минимальное значение. Если после установления предельно допустимой концентрации пестицидов в продуктах питания выявляются отдаленные последствия их действия на организм (канцерогенность, эмбриотоксичность, мутагенность и т. п.), то в расчет вводят коэффициенты запаса, учитывающие степень выраженности отдаленных

последствий и данные о фактическом загрязнении почвы остаточными количествами пестицидов.

В городах и других населенных пунктах, на предприятиях имеется множество разнообразных источников шума, влияющих на окружающую среду. В большинстве случаев уровни шума превышают нормативные. Человек по-разному реагирует на шум в зависимости от субъективных особенностей организма и привычного шумового фона. Считается, что шум с уровнем выше 60 дБ вызывает психическое раздражение. Раздражающее действие шума зависит от его уровня, спектральных и временных характеристик. Раздражающий эффект тональных, высокочастотных и импульсных шумов выше эффекта воздействия широкополосных, низкочастотных и постоянных во времени шумов одинакового уровня. Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Непостоянный во времени шум нормируется по эквивалентным уровням звука постоянного широкополосного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и постоянный шум. Значение этого уровня звука рассчитывается по результатам измерения уровней звука в дБА в течение наиболее шумных 30 мин.

Далее приведены нормативы, применяемые для оценки качества воздушной среды, водных ресурсов, почвы, шума и радиоактивного загрязнения.

*Для воздушной среды:*

- предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>рз</sub>, мг/м<sup>3</sup>). При ежедневной восьми-, семи- и шестичасовой работе (кроме выходных дней) или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч в неделю, эта концентрация в течение всего рабочего дня не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые могут быть обнаружены современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека;
- предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (ПДК<sub>Мр</sub>, мг/м<sup>3</sup>). При вдыхании в течение 30 мин эта концентрация не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека;
- предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК<sub>Сс</sub>, мг/м<sup>3</sup>), которая не должна вызывать отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании;
- временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ВДК<sub>рз</sub>, мг/м<sup>3</sup>). Числовые значения этого показателя для различных веществ определяются расчетным путем и действуют в течение 2 лет;
- временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (ВДК<sub>ав</sub>, мг/м<sup>3</sup>), размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет;
- предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ, кг/сут или г/ч). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение сани-

тарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем сроком на 5 лет;

- временно согласованный выброс (ВСВ, кг/сут или г/ч) устанавливается в тех случаях, когда по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте. Срок действия этого норматива — не более 5 лет;
- предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ, т/ч). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных пунктов при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. ПДТ устанавливается расчетным путем на срок не более 5 лет.

*Для водных ресурсов:*

- предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоема (ПДКВ, мг/л), при которой не оказывается прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений, и не ухудшаются гигиенические условия водопользования;
- предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей (ПДКвр, мг/л). Для подавляющего большинства нормируемых веществ этот показатель значительно меньше ПДКВ, так как токсические соединения могут накапливаться в организме рыб в значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность;
- временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоемов (ВДКВ, мг/л). Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем на 3 года;
- предельно допустимый сброс (ПДС, г/ч или кг/сут), регламентирующий массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем. Применение этого показателя должно обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов, установленных для водных объектов. Величина ПДС определяется расчетным путем на период, установленный органами по регулированию использования и охране вод. После этого она подлежит пересмотру в сторону уменьшения вплоть до прекращения сброса загрязняющих веществ в водоемы.

*Для почвы:*

- предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы (ПДКП, мг/кг). При такой концентрации не оказывается прямое или косвенное отрицательное воздействие на самоочищающую способность почвы и контактирующие с ней воду, воздух и, следовательно, здоровье человека;
- временно допустимая концентрация (ориентировочно допустимая концентрация) вредного вещества в пахотном слое почвы (ВДКП, мг/кг), устанавливается расчетным путем и действует в течение 3 лет.

*Для шумового загрязнения:*

- предельно допустимый уровень шума (ПДУШ, дБА). Шум такого уровня при ежедневном систематическом воздействии в течение многих лет не должен вызывать отклонений в состоянии здоровья и мешать жизнедеятельности человека;
- допустимый уровень шума (допустимый уровень звукового давления) (ДУШ, дБА), при котором длительное систематическое вредное воздействие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно;
- допустимый уровень ультразвука (ДУУ, дБ). При таком уровне длительное систематическое воздействие на организм человека не проявляется или проявляется незначительно;
- предельно допустимый уровень инфразвука (ПДУИ, дБ). Длительное систематическое воздействие инфразвука такого уровня не приводит к отклонениям в состоянии здоровья, которые могут быть обнаружены современными методами исследований, и не нарушает нормальной жизнедеятельности человека;
- предельно допустимая шумовая характеристика машин и механизмов (ПДШХ). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов во всех октавных полосах частот. Его значение определяется по результатам статистической обработки шумовых характеристик однотипных машин и механизмов;
- технически достижимая шумовая характеристика машин и механизмов (ТДШХ) применяется в тех случаях, когда по объективным причинам невозможно установить ее уровень. ТДШХ вводится на срок, не превышающий срок действия стандарта или технических условий на машину или агрегат конкретного вида.

*Для радиоактивного загрязнения:*

## 1) показатели основного дозового предела:

- предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения (ПДД, Дж/кг). При систематическом равномерном воздействии в течение 50 лет не должны возникать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека, которые можно обнаружить современными методами исследований, в настоящее время и в последующие годы;
- предел дозы радиации за год для населения (ПД, Дж/кг), который на практике всегда устанавливается значительно меньше величины ПДД, для предотвращения необоснованного облучения людей;

## 2) показатели допустимого уровня:

- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ в организм работающих (ПДП, кБк/год), которое в течение 50 лет создает в критическом органе дозу, равную 1 ПДД; предел годового поступления радиоактивных веществ в организм человека (ПГП, кБк/год), за 70 лет создающий в критическом органе эквивалентную дозу, равную 1 ПД;
- допустимое среднегодовое содержание радиоактивных веществ в организме или критическом органе (ДС), при котором доза облучения равна ПДД или ПД, кБк;

- допустимое загрязнение поверхности почвы, одежды, транспорта, помещений и т. д. (ДЗ, частица/см<sup>2</sup> мин);
- контрольные показатели (устанавливаются для планирования мероприятий по защите и для оперативного контроля радиационной обстановки в целях предотвращения превышения дозового предела загрязнений:
  - контрольное годовое поступление радиоактивных веществ в организм человека (КГП, кБк/год);
  - контрольное содержание радиоактивных веществ в организме человека (КС, кБк);
  - контрольная концентрация радиоактивного вещества в воздухе или воде, с которыми оно поступает в организм человека (КК, кБк/м<sup>3</sup>);
  - контрольное загрязнение поверхности радиоактивными веществами (КЗ, частица/см<sup>2</sup> мин).

На нормативы качества объектов окружающей среды налагают некоторые ограничения цели их использования. Например, земли, передаваемые под промышленную застройку, не требуют такого же контроля, как пахотные; водные объекты, предназначенные для сплава и судоходства, не обязаны соответствовать нормативам воды питьевого качества и т. д.

Экосистемный подход к нормированию качества компонентов ОС требует учета природных взаимосвязей между ними — путей миграции химических элементов, порогов воздействия на биоту и т. п. Так, нормативы содержания биогенов и пестицидов в почвах должны учитывать требования к качеству водных объектов, расположенных в пределах сельскохозяйственных угодий.

Отличительной чертой экологического нормирования качества компонентов ОС является учет следующих основных требований:

- необходимости защиты экологических систем и биологических сообществ (биоценозов) в целом, так как при таком подходе потеря отдельных особей в популяциях не представляет опасности, если она не снижает потенциальной продуктивности, видового разнообразия, стабильности экосистемы;
- учета движения загрязняющих веществ по трофическим цепям с выделением «критического» по чувствительности и последствиям звена с учетом трансформации загрязняющих веществ и их совместного действия.

В связи с этим в основу экологического нормирования заложены следующие основные принципы:

- принцип цепи (приоритета долгосрочных последствий для общества и природы в целом над краткосрочными, региональных интересов над локальными и т. д.);
- принцип опережения (организация исследований по разработке норматива должна предшествовать началу планируемого воздействия);
- принцип порога (установление критических пороговых значений воздействия хозяйственной деятельности, не превышение которых гарантирует сначала экологическую безопасность, а затем взаимодействие социальных и экологических систем);
- принцип саморегуляции (учет в хозяйственной деятельности не только положительных, но и отрицательных обратных связей, соблюдение ба-

ланса положительного и отрицательного экологических эффектов в системах стимулирования социально-экономического развития);

- принцип «слабого звена»;
- принцип «больше не значит лучше» (переход на путь интенсификации технико-экономического развития за счет максимального качества при минимальном количественном росте);
- принцип снижения удельного риска (развитие только таких направлений роста материального потребления, при которых обеспечивается уменьшение антропогенной нагрузки на единицу площади и единицу продукции).

В реальной жизни каждый человек подвергается целому комплексу факторов воздействия. Одновременное воздействие нескольких факторов одной природы определяется как комбинированное, различной природы — сочетанное действие. О комплексном действии говорят, когда одно и то же соединение поступает в организм различными путями. При совместном действии нескольких химических веществ возможны следующие варианты: независимое действие; суммированное; антагонизм; синергизм (эффект, превышающий суммирование) и изменение характера действия (проявление мутагенных свойств).

В настоящее время в практике экологического нормирования учитывается комбинированное действие (нескольких химических соединений, нескольких радионуклидов, нескольких источников шумовых нагрузок и т. д.) и комплексное (например, учет суммарной дозы облучения организма с учетом всех путей поступления радионуклидов). Больше других изучен эффект суммирования.

### 9.3.2.

#### МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Для оценки качества и загрязнения окружающей природной среды в настоящее время используют мониторинг, который представляет собой систему наблюдения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенного воздействия. Мониторинг не исключает задачи управления качеством окружающей среды.

Существуют различные виды мониторинга как по характеру, так и по методам и целям наблюдения. В соответствии с тремя типами загрязнений различают мониторинг глобальный, региональный, импактный, базовый; по способам — авиационный, космический, дистанционный; по задачам — прогностический.

*Глобальный мониторинг* предусматривает слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере и прогнозирование их изменений. *Региональный мониторинг* охватывает отдельные регионы, в пределах которых наблюдаются процессы и явления, отличающиеся по природному характеру или по антропогенным воздействиям от естественных биологических процессов. *Импактный мониторинг* обеспечивает наблюдения в особо опасных зонах и местах, непосредственно примыкающих к источникам загрязняющих веществ. *Базовый мониторинг* — это слежение за состоянием природных систем, на которые практически не накладываются региональные

антропогенные воздействия. Для осуществления базового мониторинга используют удаленные от промышленных регионов территории, в том числе биосферные заповедники.

При мониторинге качественно и количественно характеризуется состояние воздуха, поверхностных вод, климатические изменения, свойства почвенного покрова, состояние растительного и животного мира. К каждому из этих компонентов биосферы предъявляются особые требования и разрабатываются специфические *методы мониторинга*.

Методы *химического* и *физико-химического анализа* позволяют определить качественный и количественный состав загрязняющих веществ в окружающей среде (в воздухе, почве, воде). Оценка устойчивости природных экосистем к различным видам загрязнений проводится *методом биоиндикации* — обнаружения и определения антропогенных нагрузок по реакции на них живых организмов и их сообществ. Объектами биоиндикационных исследований могут быть отдельные виды флоры или фауны, а также целые экосистемы. Например, хвойные породы деревьев чувствительны к радиоактивному загрязнению, а многие представители почвенной фауны — к промышленному загрязнению. Хвойные леса используются для наблюдений в качестве критических экосистем. Анализ наблюдений за такими объектами позволяет выявить экологические нарушения еще при таких уровнях загрязнения, которые не представляют опасности для населения, проживающего на окружающей территории.

Почвенный покров накапливает информацию о происходящих процессах и изменениях, т. е. почва не только является своеобразным индикатором сиюминутного состояния среды, но и отражает прошлые процессы. Поэтому *почвенный (агроэкологический)* мониторинг имеет более общий характер и открывает большие возможности для решения прогностических задач. Основные показатели, которые оцениваются в процессе агроэкологического мониторинга, — кислотность, потеря гумуса, засоление, загрязнение нефтепродуктами. Кислотность почв оценивается по значению водородного показателя (рН) в водных вытяжках почвы. Значение рН измеряют с помощью рН-метра, иономера или потенциометра. Оптимальные диапазоны рН для растений — от 5,0 до 7,5. Если кислотность повышена, т. е. рН меньше 5, то прибегают к известкованию почв, при рН более 7,5–8 используют химические средства для снижения рН.

В число первоочередных задач в настоящее время входит контроль содержания гумуса. Изменение количества органического вещества в почве не только связано с изменением ее свойств и плодородия, но и отражает влияние внешних негативных процессов, вызывающих деградацию почв. Содержание гумуса определяют по окисляемости органического вещества.

Антропогенное засоление почв проявляется при недостаточно научно обоснованном орошении, строительстве каналов и водохранилищ. Химически оно проявляется в увеличении содержания в почвах и почвенных растворах легкорастворимых солей —  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ . Наиболее простой метод обнаружения засоления основан на измерении электрической проводимости. Применяется определение электрической проводимости почвен-

ных суспензий, водных вытяжек, почвенных растворов и непосредственно почв. Этот процесс контролируется путем определения удельной электрической проводимости водных суспензий с помощью специальных солемеров.

При контроле загрязнения почв нефтепродуктами решаются обычно три основные задачи: определяются масштабы (площади) и оценивается степень загрязнения, выявляются токсичные и канцерогенные загрязнения. Первые две задачи решаются дистанционными методами, к которым, в частности, относится аэрокосмическое измерение спектральной отражательной способности почв. По изменению окраски или плотности почернения на аэрофотоснимках можно определить площадь и конфигурацию загрязненной территории, а степень загрязнения оценивается по снижению коэффициента отражения и по количеству содержащихся в почве углеводов, определяемому методами хроматографии.

Основные стандартные методы контроля загрязнения вод — определение химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК). Химическое потребление кислорода — это величина, характеризующая общее содержание в загрязненной воде органических и неорганических восстановителей, реагирующих с сильными окислителями. Значение ХПК обычно выражают в единицах количества кислорода, расходуемого на окисление. БПК — это количество кислорода, требуемого для окисления находящихся в воде органических веществ в аэробных условиях в результате происходящих в загрязненной воде биологических процессов. При относительной простоте и доступности этих методов с их помощью невозможно достичь высокой точности определения концентраций загрязнений. Такие соединения, как пиридин, бензол, толуол, не окисляются, и установить их наличие в пробе методами определения ХПК и БПК невозможно.

При анализе состава сточных вод все чаще применяются «многокомпонентные» методы анализа — атомно-эмиссионный, рентгеновский и хроматографический, для которых выпускают С-, Н-, N-анализаторы и другие приборы-автоматы. Эти методы позволяют определить широкий спектр химических веществ.

Для анализа примесей, содержащихся в атмосфере, применяют газоанализаторы, позволяющие получать непрерывные во времени характеристики загрязнения воздуха и выявлять максимальные концентрации примесей, которые могут быть не зафиксированы при периодическом отборе проб по несколько раз в сутки. Газоанализаторы различают по типам определяемых примесей ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ), принципам действия, диапазону измеряемых концентраций. В этих приборах примеси, содержащиеся в воздухе, взаимодействуют со специальными реагентами. Концентрации примесей определяют по характеру или показателем интенсивности реакции. Региональные инструментальные методы анализа основаны на автоматизированной системе контроля загрязнения воздуха в промышленном регионе или на нескольких предприятиях. Такая автоматизированная система контроля позволяет получать непрерывную информацию о концентрации примесей. Данные поступают от автоматических газоанализаторов, установленных в различных



местах региона или вокруг крупных промышленных объектов, иногда на конкретных технологических установках. Информация, полученная по каналам автоматической телефонной сети, в центре сбора выводится на индикационное табло и обрабатывается по специальной программе. Если в отдельных пунктах отмечается повышение концентрации примесей, то по метеорологическим данным (в частности, по силе ветра) можно судить, чем это вызвано и от какого источника поступают примеси, и передать указания данному источнику о необходимости сокращения выбросов. Такие системы особенно важны для территориально-производственных комплексов, которые включают предприятия различных типов, связанные единым технологическим циклом и сырьевыми, энергетическими, транспортными потоками.

Глобальный мониторинг осуществляется в основном зондированием атмосферы. Для этого используют оптическую и радиолокационную аппаратуру, которая позволяет определить на разных высотах атмосферы такие загрязнения, как  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ .

В настоящее время повышенное внимание уделяется использованию лазеров для дистанционного анализа загрязнений атмосферы. Автоматизированные приборы на основе лазеров, выпускаемые серийно, получают все большее распространение. Устройства, представляющие собой сочетание лазера и локатора, называются лидарами. С их помощью изучают пространственное распределение примесей в воздухе. Лазерные аэрозольные спектрометры предназначены для исследования в автоматизированном режиме содержания аэрозолей (дымы, туманы) в воздухе как в городах, так и за их пределами. Лазерные приборы дифференциального сканирования успешно используются для измерения на уровне десятитысячных долей процента  $\text{SO}_2$  в движущихся за ветром потоках (хвостах) из труб промышленных предприятий и электростанций.

Описанные методы мониторинга служат для накопления и анализа информации о состоянии природной среды. Данные, полученные этими методами, используются для моделирования процессов в окружающей среде и составления научных прогнозов, на основе которых вырабатываются практические рекомендации по совершенствованию охраны природы.

Важной составляющей общей системы мониторинга является *агроэкологический мониторинг* — общегосударственная система наблюдений и контроля состояния агроэкосистем при интенсивной сельскохозяйственной деятельности. Его стратегическая цель — создание высокоэффективных, экологически сбалансированных агроэкосистем на основе рационального использования и расширенного воспроизводства природно-ресурсного потенциала, грамотного применения средств механизации, химизации и т. д.

Особое значение имеет так называемый *полигонный агроэкологический мониторинг*. Полигонами служат длительные опыты географической сети. Целесообразность использования таких опытов-полигонов определяется тем, что они, как правило, отражают систематическое воздействие на почву и другие компоненты экосистемы наиболее широко распространенного техногенного фактора — удобрений и пестицидов, проводятся в строгом соответствии с требованиями единой методики на фоне высокой агротехники, реко-

мендуемой зональными системами земледелия. Широкий набор вариантов с различной химической нагрузкой позволяет в конечном счете установить экологически оптимальные системы удобрений и средств защиты для конкретных почвенно-климатических условий, разработать обоснованные нормативы нагрузок, уточнить ПДК и т. д. Таким образом, необходимые и неизбежные процессы химизации могут стать экологически безопасными. Использование в качестве полигонов агроэкологического мониторинга опорных базовых вариантов длительных опытов позволяет сделать эколого-агрохимическую оценку различных показателей: насыщения почв минеральными удобрениями (особенно азотными); использования химических средств защиты растений, стимуляторов роста и т. д.; применения мелиорантов (известки, гипса и др.); органических удобрений, растительных остатков промежуточных культур, сидератов; биологических (с минимальным употреблением средств химизации или без них) систем земледелия.

В качестве изучаемых вариантов при подобном мониторинге используют, например, принятые системы земледелия, обеспечивающие различные уровни продуктивности агроэкосистем. В организациях, имеющих хорошую опытную базу для разработки новых, более совершенных, позволяющих выйти на заданную продуктивность систем земледелия, агроэкологические проблемы можно решить более масштабно. Необходимый полигон состоит из трех-четырёх вариантов с различными системами земледелия, насыщенностью удобрениями и средствами защиты растений и др. Набор же вариантов при проведении агроэкологического мониторинга обязательно должен охватывать весь спектр исследуемых уровней продуктивности (как оптимальные, так и экстремальные). Это может быть:

- интенсивное возделывание сельскохозяйственных культур, обеспечивающее максимальную для данных зональных условий продуктивность севооборота на основе использования прогрессивных технологий (первый уровень продуктивности);
- использование интегрированных систем удобрений и средств химической защиты растений, обеспечивающих достаточно высокую продуктивность на основе низких и средних доз удобрений и «мягких» способов применения химических средств защиты растений по экономическим порогам вредности (второй уровень продуктивности);
- биологический способ земледелия, основанный на запашке соломы, использовании лишь органических удобрений, промежуточных культур и т. д., в севооборотах с достаточным содержанием бобовых для обеспечения всех культур севооборота биологическим азотом при биологической и агротехнической системах защиты растений (третий уровень продуктивности);
- соответствующий абсолютному контролю экстенсивный способ земледелия, отражающий естественное плодородие пахотных угодий данной зоны (четвертый уровень продуктивности).

Особенно большое значение в системе агроэкологического мониторинга отводится мониторингу земель, под которым понимается система долгосрочных наблюдений, оценки и прогноза состояния земельного фонда с целью

рационального использования и охраны. В соответствии с концепцией государственного мониторинга земель проводят отслеживание:

- изменений основных параметров агроландшафтов и сопряженных с ними природных ландшафтов, в частности форм рельефа, вызванных подвижными песками, оползнями, оврагообразованием, русловыми и другими процессами;
- динамики водного баланса территорий, режима и состава подземных вод, береговых линий озер, водохранилищ и др.;
- процессов опустынивания, переувлажнения, затопления, заболачивания, засоления, зарастания, заустаривания пашни, осушения земель;
- изменений состояния земель, вызванных промышленными отвалами, карьерами, выработкой торфяников, просадкой под воздействием водотборов и т. п.;
- состояния почвенного покрова и почв по основным параметрам (содержание и запасы гумуса, эродированность, переуплотнение, кислотность, содержание макро- и микроэлементов);
- динамики состояния растительности (посевов, сенокосов, пастбищ, лесов, многолетних насаждений и др.);
- загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод, воздушного бассейна;
- состояния земель, подверженных негативному воздействию производственных объектов (очистных сооружений, навозохранилищ, складов горюче-смазочных материалов, удобрений, скотомогильников и т. п.).

Особое внимание в программе экологического мониторинга уделяется загрязнителям, разнообразие которых представлено четырьмя группами веществ: газообразные вещества и аэрозоли, тяжелые металлы, радиоактивные элементы, органические вещества.

Из радиоактивных элементов (синонимы — радионуклиды, радиоактивные вещества), являющихся источниками ионизирующих излучений, наиболее опасны гамма-излучатели. Гамма-лучи обладают исключительно высокой проникающей способностью (в воздухе до 100 м). Наибольшую угрозу представляют стронций-90, цезий-134 и цезий-137 (аналоги кальция и калия), мигрирующие по пищевым цепям. Их период полураспада составляет около 30 лет.

Среди органических загрязнителей, которые необходимо отслеживать, выделяются нефтяные углеводороды, поверхностно-активные вещества, пестициды (и их метаболиты), полихлорированные бифенилы, бензапирен, нитросоединения, бактериальные токсины, микотоксины, хлорированные диоксины.

Основное внимание общественности обычно концентрируется на применении пестицидов. Главная опасность этих средств заключается в возможности их накопления при переносе по трофическим цепям. Весьма показателен в этом отношении классический пример с ДДТ, когда его концентрация нарастала последовательно: вода в озере Мичиган (0,001 мг/л) — жир рыб (3,5 мг/кг) — жир чаек (100 мг/кг) — жир человека (3–1131 мг/кг). Факты миграции этого пестицида, наиболее распространенного до 1970–1980-х гг., получили широкий общественный резонанс. Данные мониторинга пестицидов

свидетельствуют о ландшафтно-региональном и регионально-бассейновом негативном проявлении их последствий. Задача состоит в том, чтобы не допустить глобального последствия. Для этого предпринимаются значительные усилия на международном уровне. Ассоциацией производителей пестицидов совместно с Продовольственной организацией ООН, Всемирной организацией здравоохранения и другими организациями принят Международный кодекс по распространению и использованию пестицидов, который предусматривает комплекс мер по оптимизации производства и безопасному применению этих средств. Наряду с совершенствованием препаратов и технологий большое значение имеет профессиональный уровень специалистов, имеющих дело с пестицидами, поскольку издержки их употребления связаны в первую очередь с нарушением регламентов использования.

Одной из сложных задач агроэкологического мониторинга является организация наблюдений и контроля за микотоксинами. Известно более 240 видов различных плесневых грибов, которые продуцируют около 100 токсических соединений. Наиболее частые случаи загрязнения сельскохозяйственной продукции связаны с деятельностью грибов вида *Aspergillus*, продуцирующих афлатоксины, рода *Penicillium*, производящих патулин. Грибы рода *Fusarium* продуцируют трихотеценовые микотоксины. Эрготоксины содержатся в рожках гриба спорыньи. Необходимая профилактическая мера, предотвращающая микотоксикозы, — анализ зерна, кормов и другой сельскохозяйственной продукции на загрязнение микотоксинами. В условиях резко снизившегося в последнее время применения средств защиты растений, в том числе от грибных инфекций, следует ожидать повышения риска микотоксикозов.

Мониторинг, сопряженный с государственной системой активного реагирования, должен незамедлительно выполнять свою функцию в случаях, когда загрязнение является следствием грубых нарушений технологии возделывания культур или утилизации отходов животноводства, неправильного хранения навоза и пестицидов и других проявлений бесхозяйственности. Преимущественно эти причины и породили, например, проблему загрязнения нитратами продукции и окружающей среды в России при относительно невысоком уровне применения азотных удобрений.

### 9.3.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОЕКТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Проведение экологической оценки технологий и проектов возможно с помощью экологической экспертизы, цель которой — определить влияние использования природного ресурса (сброса или выброса продуктов отхода) или применения конкретной технологии на состояние окружающей природной среды. *Экологическая экспертиза* является предупредительной мерой, которая позволяет предотвратить вред, причиняемый пользователем природных ресурсов. Она представляет собой предварительную проверку соответствия хозяйственных решений, процесса и результатов деятельности требованиям охраны окружающей природной среды, рационального

пользования природными ресурсами, экологической безопасности общества. Однако экологической экспертизой может считаться не любая предварительная проверка, а лишь такая, которая выполняется специальной комиссией, назначаемой соответствующим уполномоченным органом.

*Государственная* экологическая экспертиза назначается уполномоченным органом государства в области охраны окружающей природной среды (Минприроды). Ее выводы имеют силу надведомственного документа, обязательного для исполнения.

*Ведомственная* экологическая экспертиза может проводиться по приказу соответствующего ведомства. Ее результаты сохраняют силу внутри ведомственной структуры, если они не противоречат выводам государственной экологической экспертизы.

*Общественная* экологическая экспертиза организуется по инициативе общественных объединений и проводится негосударственными структурами. Ее заключение может иметь форму рекомендаций.

*Научная* экологическая экспертиза проводится по инициативе научных учреждений или высших учебных заведений, а также отдельных ученых или научных коллективов. Ее заключение носит информационный характер.

Экологическая экспертиза включает: сбор и обобщение информации, рассмотрение материалов на комиссии, оценку материалов экспертизы и составление заключения. Основные принципы экологической экспертизы описаны в ст. 35 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды». Хотя эти принципы сформулированы применительно к государственной экспертизе, они используются в любой эколого-экспертной деятельности. Государственная экологическая экспертиза должна базироваться на обязательности, научной обоснованности, независимости и вневедомственности при широкой гласности и участии общественности.

Принцип *обязательности* в государственной экологической экспертизе имеет два значения: во-первых, обязательность проведения ее в тех программах, проектах, сооружениях, которые способны оказать негативное влияние на окружающую среду или здоровье человека. Это значит, что финансирование и осуществление работ по данным проектам и программам может быть разрешено вышестоящими органами только после положительного заключения государственной экспертизы. Во-вторых, обязательность выполнения тех рекомендаций, которые содержатся в экспертном заключении. Принцип *научной обоснованности* означает, что выводы экологической экспертизы должны быть научно аргументированы, базироваться на требованиях охраны окружающей природной среды и, прежде всего, на научно обоснованном сочетании экологических и экономических интересов, обеспечивающем приоритет охраны жизни и здоровья человека, реальную гарантию права человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду.

Экологическая экспертиза проводится на законодательной основе и регулируется федеральными законами «Об охране окружающей природной среды», «Об экологической экспертизе» и ведомственными инструкциями Минприроды РФ, обязательными для всех министерств и ведомств. Независимость и вневедомственность экологической экспертизы призваны обеспечить

свободу работы экологоэкспертной комиссии. При составлении заключения комиссия должна руководствоваться только фактами, научными принципами обоснования своих решений и действующими законами. Экологическая экспертиза отстаивает принципы охраны окружающей природной среды, а не интересы отдельного ведомства или группы людей.

Широкая гласность относительно опасного объекта, назначение по нему экологической экспертизы являются обязанностью государственных органов охраны окружающей природной среды. Обязательным для них является также своевременное и исчерпывающее информирование населения об экологической обстановке. Доступность информации связана с привлечением общественности к участию в экологической экспертизе. Формы такого участия могут быть различными: рассмотрение предложений граждан или общественных объединений о проведении экспертизы вредного объекта; включение представителей общественности и прессы в состав экспертных комиссий; ознакомление населения с результатами экспертизы; проведение референдумов. Участие граждан в назначении и проведении экологической экспертизы предусмотрено ст. 12 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды».

*Субъектами* государственной экологической экспертизы выступают три стороны: заказчик, подрядчик, потребитель. *Заказчиком* является властная государственная структура, наделенная правом назначать подобную экспертизу: Минприроды и его территориальные органы, а в особых случаях — правительственные органы РФ либо ее субъектов. *Подрядчиком* выступает исполнитель задания по экологической экспертизе — от отдельного специалиста до целого научно-исследовательского института. Экспертиза может выполняться комиссией, состоящей из подобранных и назначенных компетентным органом специалистов. *Потребителем* в данной системе общественных отношений является предприятие или организация — собственник объекта, ставшего предметом экспертного анализа.

*Объектами* экологической экспертизы могут быть документы, предшествующие хозяйственной деятельности, негативно воздействующей на природную среду, сама такая деятельность и ее продукты. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» (ст. 37) не устанавливает единого перечня объектов, он дает лишь их общую характеристику. Но из текста закона следует, что любой проектный документ или мероприятие, намечаемое к реализации на территории России, новая техника, оборудование, продукция, материалы потенциально могут рассматриваться в качестве объектов государственной экологической экспертизы. Детальный перечень объектов, подлежащих государственной экспертизе, установлен в специальном Положении, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 22 сентября 1993 г. Обязательной государственной экспертизе также подлежат экологические обоснования лицензий и сертификатов, проектов нормативной технической и инструктивно-методической документации в части охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Временная инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной деятельности в предпроектных и проектных материалах (Минприроды России, 16 июля 1992 г.) называет 15 экологически опасных видов хозяйственной

деятельности, требующих особого внимания, проведения специальных исследований, дополнительных научных и проектных работ, в том числе — наряду с атомной промышленностью и энергетикой — животноводческие комплексы, птицефабрики, мелиоративные системы; крупные склады для хранения нефтяных, химических продуктов, ядохимикатов и пестицидов. В стандартах на новую технику, технологию, материалы, вещества, выпускаемую продукцию потребления устанавливаются экологические требования с целью предупреждения вреда окружающей природной среде, здоровью и генетическому фонду человека. Проверка соответствия этих объектов требованиям экологии — задача экологической экспертизы.

Особым объектом экологической экспертизы является человек, его жизнь и здоровье во взаимосвязи с окружающей природной средой. Такая экспертиза называется *эколого-санитарной*. Ее задача — установить причинно-следственную связь между состоянием здоровья человека и вредным воздействием окружающей среды под влиянием антропогенной деятельности. Эколого-санитарная экспертиза имеет принципиальное значение для решения вопроса о возмещении вреда здоровью граждан от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

Близкие задачи стоят перед *эколого-нормативной* экспертизой, призванной исследовать соответствие требованиям экологической безопасности нормативов качества окружающей природной среды, предельно допустимых концентраций, выбросов, сбросов вредных веществ, предельно допустимого уровня воздействия шума, вибрации, магнитных полей, радиации. В процессе такой экспертизы проверяется эффективность показателей качества окружающей природной среды с точки зрения здоровья человека, охраны его генетического фонда.

Объектом *эколого-правовой* экспертизы являются законы, указы, правительственные постановления и распоряжения, нормативные акты министерств и ведомств, акты субъектов Федерации, принимаемые ими в рамках отведенной компетенции. Необходимость проведения такой экспертизы вытекает из обязанности, возложенной Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» на законодательные и нормативные органы. В действующем законодательстве нет исчерпывающего перечня объектов экологической экспертизы. Субъекты Федерации в принимаемых ими нормативных актах вправе принимать относительно объектов решения, обусловленные спецификой местных условий.

Использование природы представляет собой экономические отношения между людьми по поводу природных благ. Знание этих отношений, а также правовых норм природопользования в различных его формах позволяет специалисту не только повысить эффективность работы своего предприятия, но и снизить вред, причиняемый природной среде.

Исходными материалами экологической экспертизы как на предпроектной, так и на послепроектных стадиях являются климатические, геологические, гидрогеологические, генетические и самоочищающие характеристики почв, лесистость территории, флора, фауна, население, социально-экономические данные и др. Экспертиза проводится таким образом, что в результате

получается модель объекта, выявляющая соответствие проекта требованиям охраны природной среды (ОПС) и построенная на основе анализа следующих моментов:

- конечная цель проекта и его народно-хозяйственное значение (от районного уровня до федерального);
- обоснованность реализации проекта на данной местности;
- технико-экономическое обоснование (ТЭО); в последние годы оно заменяется технико-экономическими расчетами с учетом технической возможности, земле- и ресурсоемкости;
- современное состояние ОПС, его сравнение с фоновыми концентрациями;
- типы и надежность действий проекта по охране ОПС;
- возможные негативные воздействия на окружающую среду и меры их снижения;
- соответствие технико-экономических потребностей природным возможностям с целью выявления потенциальных кризисных ситуаций;
- альтернативные решения реализации проекта;
- альтернативные варианты рекомендуемых природоохранных мероприятий и очередность их осуществления;
- выбор оптимального варианта, обеспечивающего компромисс между минимумом ущерба ОПС и максимумом технических возможностей;
- сопоставление альтернативных решений на единицу затрат по критериям ценности проекта, экономических и социальных преимуществ от размещения объекта на местности, степени риска непредвиденных последствий реализации проекта, стоимости природоохранных мероприятий (текущих и на перспективу).

Согласно Международной конвенции об оценке воздействия на ОПС, принятой странами Европейской экономической комиссии в 1991 г., России предписано проводить экспертизу по природным, техническим, экономическим, социальным, геотехническим, природно-техническим системам и природно-хозяйственным регионам.

#### 9.4. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТА

Современная система земледелия должна соответствовать общественным потребностям, природным и агроэкологическим условиям, современному уровню интенсификации производства, хозяйственному укладу, а также требованиям минимального риска загрязнения продукции и окружающей среды. Если это соответствие нарушается хотя бы по одному из пунктов, возникают экономические противоречия и экологические эксцессы.

Поскольку система земледелия должна быть адаптирована ко всем этим условиям на ландшафтной основе, правильно будет называть ее *адаптивно-ландшафтной*.

Механизм формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия заключается в том, чтобы, исходя из биологических и агротехнических



требований сельскохозяйственных культур, найти отвечающие им агроэкологические условия или создать их путем последовательной оптимизации лимитирующих факторов с учетом экологических ограничений техногенеза. При этом следует руководствоваться системой агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, пользующихся рыночным спросом. Биологические и агротехнические требования культур необходимо изложить в агроэкологических паспортах сортов. В соответствии с этими требованиями проводят агроэкологическую оценку земель по отношению к каждому элементарному ареалу агроландшафта (ЭАА), под которым понимается участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом или элементарной почвенной структурой при одинаковых геологических, литологических и микроклиматических условиях. Такая оценка осуществляется на основе агроэкологической классификации земель, раскрывающей всю совокупность факторов, с которыми нужно считаться при формировании системы земледелия.

Далее схожие ареалы объединяют в типы земель — участки, однородные по агроэкологическим требованиям культуры и условиям возделывания. При этом рассматриваются не только реальные возможности использования этих участков исходя из их фактического состояния, но и перспективные — с учетом преодоления лимитирующих факторов за счет их регулирования и управления, пусть даже ограниченного. К другим, нерегулируемым факторам можно лишь адаптироваться. В соответствии с этими факторами типы земель классифицируются по степени пригодности для возделывания в группы по характеру и способу преодоления ограничивающих факторов при возделывании той или иной культуры или группы культур, близких по агроэкологическим требованиям.

Размеры участков, отвечающих типам земель, зависят от адаптивного потенциала культивируемых растений и производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя, способного изменить агроэкологические условия с помощью мелиоративных и других мер. Чем более пластичен сорт культуры и чем выше уровень интенсификации производства, тем более разнообразные элементы агроландшафта может объединить тип земель. По площади они соответствуют полям севооборотов или производственным участкам. Наряду с уровнем интенсификации учитывают и необходимость предотвращения процессов деградации и загрязнения ландшафтов.

В первую очередь выделяют типы земель для овощных и садовых культур, виноградников, наиболее требовательных полевых культур, затем менее требовательных полевых культур по возрастающей устойчивости к неблагоприятным условиям. Затем в соответствии с типами земель разрабатывают севообороты, мелиоративные, противоэрозионные меры, формируют технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В пределах агроэкологических групп земель с учетом структурно-функциональной иерархии агроландшафтов решают задачи противоэрозионной организации территории, размещения мелиоративных и лесовосстановительных работ, экологических ограничений. Различным экологическим группам и подгруппам земель отвечают разные адаптивно-ландшафтные систе-

мы земледелия. Такой подход к формированию систем земледелия, основанный на их агроэкологической классификации, предполагает вместо традиционного почвенного картографирования почвенно-ландшафтное с изображением структуры почвенного покрова, геоморфологии и литологии.

Таким образом, для построения адаптивно-ландшафтной системы земледелия необходимы: системы агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур и земель, агроэкологическая классификация земель, группирование типов земель, методики почвенно-ландшафтного картографирования и проектирования систем земледелия.

Особого внимания заслуживает проблема агроклиматической адаптации земледелия, сложность которой возрастает с усилением континентальности, засушливости климата. Это связано не только с уменьшением среднегогодовой суммы осадков, но и с усилением их изменчивости по годам и сезонам. При этом пространственная дифференциация земледелия, обычно ориентированная на среднесезонные агроклиматические параметры, должна углубляться с учетом вероятностных оценок их изменчивости и корректироваться в зависимости от влагообеспеченности культур по причине экспозиции и крутизны склонов, наличия лесных массивов и насаждений, режима почвенных вод. Ближайшие задачи агроклиматической адаптации земледелия включают углубление агроклиматического районирования, развитие имитационного моделирования продукционного процесса в агроценозах и его регулирования в соответствии с динамикой агроклиматических ресурсов, что в определенной мере зависит от разработки методов долгосрочного прогнозирования погодно-климатических условий и прежде всего — чрезвычайных ситуаций (засух, переувлажнений, больших волн холода).

Известно, что применение долгосрочных прогнозов в практике природопользования определяется уровнем их оправдываемости от 70% и выше. Достоверность долгосрочных сезонных прогнозов, составленных на традиционной основе с помощью статистических способов, включающих информацию о динамике макроциркуляционных процессов атмосферы и солнечной активности, достигает лишь 65%. Распространенные в практике Гидрометеослужбы синоптический и гидродинамический методы прогнозирования данных задач не решают, поскольку заблаговременность прогнозов по ним не превышает месяца. Более успешный поиск ведется на основе физической интерпретации многоритмичных космически-земных связей, адекватного описания их в математических моделях с целью прогнозирования земных процессов.

Основные принципы адаптивного природопользования и создания агроландшафтов были сформулированы еще В. В. Докучаевым, обосновавшим комплекс агрогидромелиоративных мероприятий по оптимизации лесостепных ландшафтов, включающий:

- регулирование рек для уменьшения их заиления и обмеления, предотвращения катастрофических паводков, надолго затапливающих плодородные пойменные земли;
- регулирование оврагов и балок с целью прекращения дальнейшего размывания их дна и берегов, превращение их в луга;

- регулирование водного хозяйства в открытых системах, на водораздельных пространствах, обеспечивающее эффективное использование снеговых и дождевых вод на полях, задержание их в прудах и водохранилищах для уменьшения половодий и орошения;
- использование полевых и мелиоративных лесонасаждений для защиты водоемов, закрепления оврагов, песчаных массивов, предотвращения водной и ветровой эрозии почв;
- использование подземных вод для обводнения и орошения;
- выработку норм, определяющих относительные площади пашни, лугов, леса и вод;
- определение приемов обработки почвы, наиболее благоприятных для наилучшего использования влаги, и большее приспособление сортов культурных растений к местным как почвенным, так и климатическим условиям.

Таким образом, Докучаев предложил новый подход к регулированию природных процессов — целостное восприятие природы. Для его реализации требуется более высокий уровень изучения естественно-исторических и социально-экономических условий того или иного региона, что позволит прогнозировать изменения природных процессов под воздействием комплекса осушительных, оросительных и других мелиоративных мер.

При формировании агроландшафтов необходимо обеспечивать их устойчивость и надежность. *Устойчивость* агроландшафта — это способность сохранять структуру и свойства при выполнении определенных функций в условиях антропогенных воздействий (ГОСТ 17.8.1.01-80). Проблема *надежности* ландшафтно-технических систем возникает с появлением в ландшафтах технических элементов. Таким образом, устойчивость является частью надежности — особого свойства ландшафтно-технических систем, характеризующего способность обеспечивать их нормальное функционирование в течение прогнозного периода при сохранении проектных параметров в заданных пределах. К ее изучению приложимы понятия и методы теории надежности, анализирующей возникновение отказов в технических системах. Надежность измеряется величиной воздействия, способного вызвать отказ — частичную или полную потерю структурно-функциональных качеств вследствие временных отрицательных воздействий (эрозия, оползни, вторичное засоление, заболачивание и т. д.).

Одним из важнейших в теории надежности является понятие *резервирования*, обеспечивающего безотказную работу системы и способность ликвидировать отказы до такой степени, что они не влияют на ее общее состояние и режим функционирования. Надежность системы повышается введением избыточности как дополнительного ресурса или возможностей, минимально необходимых для выполнения заданных функций. На этих принципах должны строиться оросительные, осушительные, противоэрозионные, противодефляционные и другие агросистемы.

Главным инструментом формирования агроландшафта является адаптивно-ландшафтная система земледелия, все элементы которой несут соответствующую нагрузку. Роль каждого элемента должна быть оценена с точки

зрения экологизации производства. Те из них, которые приближают агроландшафты по устойчивости к природным и способствуют повышению продуктивности, заслуживают особого внимания. В первую очередь следует отметить мульчирование поверхности почвы растительными остатками. Этот прием в некоторой степени компенсирует экологическую роль лесной подстилки и степного войлока. Его значение особенно велико для предотвращения дефляции, избыточного стока воды, эрозии, чрезмерного испарения влаги, регулирования температурного режима почвы, подавления сорных растений.

*Адаптивно-ландшафтная система земледелия* — это система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия формируются применительно к агроэкологическим группам земель (эрозионным, переувлажненным в разной степени, засоленным, солонцеватым и т. д.) в соответствии с агроэкологической классификацией земель, разработанной для каждой зональной провинции. Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается в структурно-функциональной иерархии агроландшафта в зависимости от его категории, трансформированной в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологическую группу земель.

Новый методологический подход к формированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия позволяет сформулировать основные положения их классификации. Главными ее критериями представляются: совокупность природных факторов; основные направления растениеводства с учетом потребностей в той или иной продукции; совокупность факторов интенсификации производства (формы и уровни интенсификации); основные способы производства и формы использования земель; экологические ограничения. Название системы земледелия устанавливается согласно агроэкологической классификации земель и природно-хозяйственному районированию.

Природные предпосылки формирования земледелия в той или иной мере реализуются на практике в зависимости от потребности людей и животных в продукции растениеводства, определяющей выбор направления сельскохозяйственной деятельности наряду с природными факторами. По этому критерию системы земледелия приобретают названия: зерновая, кормовая и т. д.

По совокупности факторов интенсификации производства различаются: примитивные (залежная, подсеčno-огневая и т. д.), техногенные, техногенно-химические, интегральные, биологические системы земледелия. Под техногенно-химическими понимаются системы, в которых увеличение производства растениеводческой продукции достигается преимущественно в результате применения минеральных удобрений и других химических и технических средств. В интегральных системах существенно усиливается значение биологических факторов, применения сортов, устойчивых к болезням, вредителям, засухе и другим неблагоприятным условиям, биологических методов

борьбы с вредоносными организмами; возрастает роль биологического азота за счет возделывания культур и сортов, способствующих активной фиксации атмосферного азота клубеньковыми или ассоциативными микроорганизмами, использования активных штаммов для инокуляции; высокотоксичные химикаты заменяются избирательными пестицидами нового поколения, близкими по свойствам к природным соединениям. В этих системах, которые в развитых странах идут на смену техногенно-химическим, полнее используется адаптивный потенциал растений как в результате создания новых сортов, видов, так и за счет более дифференцированного их размещения в агроландшафтах. Формирование интегральных систем земледелия предполагает также использование технических средств нового поколения в соответствии с экологическими требованиями.

Как идеальную форму интенсификации можно рассматривать биологическую систему земледелия, в которой высокая продуктивность должна достигаться преимущественно за счет биологических средств при очень ограниченном применении пестицидов и азотных удобрений. Это станет возможным лишь при высоком уровне развития биотехнологии, селекции, новых методов регулирования фитосанитарных условий и питания растений в агроценозах, т. е. в отдаленной перспективе.

Традиционным критерием систем земледелия является форма использования земли, в соответствии с которой выделяются паровая, плодосменная, пропашная, противоэрозионная, контурно-мелиоративная, гребнегрядовая (для районов с муссонным климатом), противодефляционная системы земледелия.

Особые экологические ограничения диктуют формирование систем земледелия для водоохраных, пригородных, рекреационных, заповедных и других условий, в которых исключается или ограничивается применение химических и других средств, которые могут стать факторами риска. Этому критерию в той или иной мере могут отвечать биодинамические системы земледелия, предусматривающие полный отказ от синтетических удобрений и пестицидов, органические и органо-биологические системы с частичным отказом от их применения.

В основе разработки адаптивных ландшафтно-экологических систем земледелия должны лежать принципы, использование которых обеспечит условия для расширенного воспроизводства плодородия почв и устойчивое ведение отрасли.

*Принцип экологичности* заключается в умении земледельца управлять поступающей энергией солнца путем различных методов воздействия на почву и растения с целью увеличения использования ее растениями, изменения теплового режима посредством поглощения или отражения почвой, а также подразумевает рациональное использование природных ресурсов и их воспроизводство, сохранение среды обитания животных организмов как саморегулируемой и саморазвивающейся системы.

*Принцип энергопоглощающей способности* тесно связан с энергоемкостью. Любая система земледелия способна поглощать и прямо или косвенно трансформировать в органическое вещество лишь ограниченное количество

энергии, поступающей в данный агроландшафтный комплекс (энергию солнца, осадков, привносимого органического вещества, механического воздействия на почву, минеральных удобрений, пестицидов и др.). Превышающее экологическую способность системы насыщение энергией приводит не только к непроизводительным тратам ресурсов, но и к существенному сбою в работе самой системы и, следовательно, к снижению прибыли и рентабельности производства. Поэтому, прежде чем проектировать уровень интенсификации любой рациональной системы земледелия или рекомендовать его для отдельной культуры, необходимо иметь точное знание об энергопоглощающей способности естественных фитоценозов в целом за вегетацию или в ее отдельные периоды.

*Принцип целостности* подразумевает наличие в структуре системы земледелия необходимых для эффективного функционирования элементов (звеньев), которые находятся во взаимосвязи друг с другом и представляют собой единое целое. В отличие от промышленных (технических) систем, которые при отсутствии отдельных частей прекращают выполнять свою главную функцию, системы земледелия благодаря специфике обмена веществ не теряют своего основного свойства — производить продукцию, но их продуктивность резко снижается. Поэтому при проектировании системы земледелия необходимо учитывать все меры, способствующие поддержанию факторов формирования урожая, воспроизводства плодородия почвы и экологических условий на должном уровне.

*Принцип дифференциации* предусматривает разработку систем земледелия в зависимости от климатических условий ландшафта, материального обеспечения (интенсивности) и специализации хозяйства, спроса и предложения продукции и сырья на рынке. Системы земледелия в первую очередь учитывают зональные особенности и климат региона. Однако и в пределах одной зоны сельское хозяйство ведется на различных элементах рельефа, ландшафтах (равнинные участки, склоны разной длины, формы, крутизны и экспозиции, пойма и т. д.), которые различаются уровнем залегания грунтовых вод и плодородием почвы; степенью проявления водной эрозии и дефляции, возможностью использования почвообрабатывающих машин интенсивного типа, сроками созревания почвы и другими условиями. Все это оказывает существенное влияние на направленность агротехнических и мелиоративных мероприятий.

*Принцип адаптивности* указывает на то, что все элементы систем земледелия должны соответствовать природным и организационно-экономическим условиям хозяйства (приспособлены к конкретным условиям ландшафта, традициям и опыту земледелия), и предполагает необходимость обоснования соотношения сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, залежь, многолетние насаждения) и способа их использования по элементам ландшафта. Обоснование проводят с учетом расположения несельскохозяйственных угодий, существенно влияющих на микроклимат и экосистему прилегающих к ним территорий землепользования. Необходимо также учитывать социальные факторы и инфраструктуру хозяйства.

*Принцип зелено-белого ковра* характеризует способность ландшафтно-экологической системы земледелия создавать зеленое органическое вещество в течение всей вегетации, ограниченной периодом снежного покрова. В агроландшафтном земледелии, как и в естественных фитоценозах, вегетация происходит в течение всего теплого периода. При этом процессы разрушения и накопления органического вещества почвы уравновешены, потери притекающей в систему внешней энергии сводятся к минимуму, исключается проявление эрозионных и дефляционных процессов и т. д.

*Принцип оптимизации* означает необходимость научного обоснования в первую очередь пригодности ландшафта для возделывания сельскохозяйственных культур. Каждый элемент ландшафта должен соответствовать требованиям по уровню плодородия растений и гранулометрическому составу почвы, крутизне и экспозиции склона, гидролитическому и тепловому режимам, глубине залегания глееватого горизонта, размерам контуров, выровненности земельных участков и их удаленности от хозяйственных центров и дорог, наличию опор электрических и телефонных линий. При этих условиях подбирают оптимальный состав культур; дальнейшую оптимизацию их видового и сортового состава осуществляют с учетом специализации хозяйства, наличия хранилищ и перерабатывающих предприятий, спроса на продукцию, организации территории землепользования (прямоугольная, контурная, контурно-полосная, контурно-мелиоративная), системы севооборотов и пр.

*Принцип нормативности.* Основная цель применения нормативных данных — выявление объемов используемых растениями вещественных факторов, закрепляемых почвой и мигрирующих в вертикальном и горизонтальном направлениях ландшафта. Это дает возможность рассчитать баланс питательных веществ и гумуса почвы, водный режим и др. Кроме того, нормативы позволяют выявить влияние технологических приемов на биологические, физические и агрохимические показатели плодородия почвы, загрязнение окружающей среды, установить оптимальное чередование культур.

*Принцип экономической и экологической эффективности.* Эффективность систем земледелия определяется уровнем продуктивности сельскохозяйственных культур, валовым сбором и качеством различных видов продукции, затратами ресурсов на производство единицы продукции. Важный показатель эффективности системы земледелия — степень реализации потенциально возможной урожайности культур, рассчитанной по сумме приходящей фотосинтетически активной радиации, водо- и теплообеспеченности. Наряду с оценкой продуктивности системы необходимо учитывать степень воспроизводства плодородия почвы и поддержания экологического равновесия. Для этой цели используют следующие показатели: содержание органического вещества, элементов минерального питания, уровень кислотности, мощность гумусового слоя и фитосанитарное состояние почвы. Кроме того, на каждое поле должен составляться экологический паспорт с указанием содержания тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов или их метаболитов и других веществ в почве и растениях. О наличии эрозии почвы в хозяйстве можно судить не только по состоянию земельных участ-

ков, но и по изменению содержания минеральной части и химических элементов в близлежащих водоемах. В каждом случае система земледелия может обеспечить определенный экономически выгодный, самокупаемый уровень продуктивности наряду с высоким качеством продукции. Экономическую эффективность систем земледелия целесообразно рассматривать во взаимосвязи с животноводством, поскольку в основном оно определяет состав кормовых культур и структуру посевных площадей. Кроме того, для выпаса скота используют земли, непригодные для производства продукции плодородия, что позволяет снизить себестоимость продукции животноводства.

Соблюдение всех этих принципов не только определяет гармоничное сочетание системы земледелия с природно-экологической ситуацией ландшафтного комплекса, но и позволяет получать максимальную прибыль при минимальных затратах энергетических и производственных ресурсов.

Оптимальная модель адаптивной ландшафтно-экологической системы земледелия с учетом перечисленных принципов должна включать следующие основные элементы:

- агроландшафтную организацию территорий хозяйств (землепользования) и систему севооборотов;
- систему обработки почвы;
- систему удобрения;
- систему противоэрозионных и мелиоративных мероприятий;
- систему мер по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений;
- технологию возделывания сельскохозяйственных культур;
- воспроизводство плодородия почвы и экологическое равновесие;
- систему семеноводства;
- систему машин;
- систему улучшения лугов и пастбищ;
- природоохранные мероприятия;
- организационно-экономические приемы.

Важная составная часть формирования агроландшафта и освоения ландшафтно-экологической системы земледелия — система экологического контроля.

Потенциальные возможности каждого ландшафта определяются количеством солнечной энергии, которая обеспечивает растения фотосинтетически активной радиацией и теплом. Эти нерегулируемые компоненты природной среды служат основным источником энергии для систем земледелия. Для каждого элемента агроландшафта требуется разработка экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Системы земледелия должны быть построены таким образом, чтобы воспроизводство гумуса в почвах не требовало специальных затрат, а было результатом действий по повышению продуктивности агроценозов и защите почв от различных видов деградации.

В комплексе мер по созданию рациональных агроландшафтов важная роль принадлежит землеустройству, в процессе которого проводится противоэрозионная организация территории с учетом региональных природно-экономических особенностей. Организация землепользования служит кар-



касом, на котором в дальнейшем надстраиваются все звенья адаптивного ландшафтно-экологического земледелия.

В настоящее время учеными предложены следующие основные принципы построения устойчивых агроландшафтов.

1. *Принцип адекватности.* Производственная деятельность в агроландшафтах включается в функцию биосферы: она должна быть адекватна природным закономерностям окружающей среды. Человек, вытесняя естественные экосистемы путем вовлечения их в производство и создавая другие экосистемы, своими прямыми и косвенными воздействиями нарушает устойчивость всей биосферы. Задача заключается в том, чтобы заменить ныне действующие неустойчивые агроэкосистемы, подверженные воздействию вредных факторов, экологически равноценными, устойчивыми экосистемами, имитирующими функции биосферы. Сложную проблему эквивалентной замены экосистем помогут решить внесение удобрений, введение севооборотов с многолетними травами на склонах, замена вспашки бесплужной (плоскорезной) обработкой, ее минимизация и другие прогрессивные агротехнические приемы, которые способствуют улучшению почвы, поддержанию устойчивости и повышению продуктивности агроландшафтов. Прогрессивные системы земледелия, сформированные с учетом экологических закономерностей и функционирующие в рамках научно обоснованной организации территорий, вписываются в структуру сложившихся природных ландшафтов, образуя новые природно-хозяйственные комплексы, которые обеспечивают более эффективное использование биоэнергетических ресурсов зоны.

2. *Принцип совместимости.* Организуя территорию, создавая новые или совершенствуя прежние ландшафты, человек должен стремиться к тому, чтобы они наиболее рационально, по возможности, гармонично вписывались в природную среду. Новые и усовершенствованные агроландшафты развиваются под мощным воздействием процессов, свойственных тем природным ландшафтам, которые служат их основой и фоном. И если производственная деятельность человека в природной среде и создаваемые новые элементы территории не согласуются со строением и закономерностями функционирования природных комплексов, то нарушается экологическое равновесие, проявляется тенденция к деградации природных ресурсов. Не совместимый с природной средой элемент территории играет роль внешнего раздражителя, нарушающего общую стойкость организма — природного комплекса. Примером слабого учета природно-антропогенной совместимости при формировании ландшафтов может быть проектирование крупных прямоугольных клеток-полей на склонах сложных форм. Дело в том, что природные факторы, которые должны учитываться при размещении полей на сложном рельефе, расположены не в виде квадратов или прямоугольников, а в виде горизонтально-контурных и полосных микрозон.

3. *Принцип соответствия фитоценоза местообитанию.* Структура агроландшафта устанавливается с учетом закона соответствия фитоценоза (растительного сообщества) своему местообитанию и правильного плодосменного чередования сельскохозяйственных культур. Практическое применение

этого принципа находит отражение, в частности, в дифференцированном размещении различных культур и севооборотов. При установлении структуры агроландшафта важным звеном является правильное определение места возделывания тех или иных групп сельскохозяйственных культур на неоднородных по экологическим свойствам и расположению отдельных частях пахотных земель с учетом биологических особенностей этих культур, чтобы обеспечить повышение их урожайности при одновременном росте плодородия почв. По экологическим соображениям целесообразно классифицировать севообороты, выделив ареалы (зоны) для разных групп культур. В настоящее время практикуется введение разных севооборотов на основе учета различий почвенных и других условий. Однако в системах севооборотов наблюдается большая дискретность. Например, в системах полевого и почвозащитного севооборотов неполно учитывается вертикальная (склоновая) микроразнональность.

4. *Принцип приоритета фитомелиорации.* При формировании почво-водоохранной агроэкосистем и ландшафтов ведущая роль принадлежит фитомелиорации. Фитомелиорация создает условия и для выполнения одного из важнейших законов земледелия — закона минимума, согласно которому плодородие и эффективность производства определяются не столько средними показателями свойств почв, уровня агротехники, вносимых удобрений, механизации и других факторов, сколько фактором, находящимся на минимальном уровне. Таким дефицитным фактором часто является влага, в рациональном использовании которой важную роль играет растительная мелиорация. Фитомелиорация имеет большое ландшафтно-экологическое значение и должна занимать ведущее место в разработке почвозащитных мер. Отсюда вытекает практическая задача организации территории — установление оптимального соотношения между полем, лугом и лесом в увязке с другими компонентами.

5. *Принцип пространственного и видового разнообразия среды.* Искусственные агроэкологические системы создаются с учетом требования пространственного и видового разнообразия среды, способствующего их экологической устойчивости и динамическому равновесию. Чем разнороднее и сложнее структура агроландшафта, тем выше его устойчивость, способность противостоять внешним воздействиям. Экологические системы, из которых складываются естественные ландшафты, сами создают для себя оптимальные условия среды. Устойчивость ландшафтов в целом и определяется тем, что они состоят из сложных, относительно независимых и в то же время взаимосвязанных экосистем.

6. *Принцип оптимизации структуры и соотношения земельных угодий.* При устройстве агроландшафтов устанавливаются экологически и экономически обоснованные структура и соотношение размеров площадей пашни, лугов, леса и вод для каждого сельскохозяйственного региона, землепользования в целом и конкретных массивов в соответствии с местными природными условиями. Определение оптимальных структур полевых ландшафтов для каждого региона в увязке с современными системами земледелия — дело непростое. Требуется изучать, определять количественные и ка-

чественные пороговые значения экологической совместимости природных условий и факторов хозяйственной деятельности человека и решать ряд других задач.

Современная наука располагает достоверной информацией об эффективности многих компонентов агроландшафта (лесных насаждений, полосных посевов многолетних трав, простейших водорегулирующих гидротехнических сооружений и др.), однако до сих пор уделялось мало внимания рассмотрению их функционирования как единой системы. Если соотношению земельных угодий и их размеров уделяется значительное внимание в научной литературе, то вопрос оптимального сочетания биотических составляющих ландшафта и технологических условий территории требует дальнейшего изучения.

7. *Принцип учета микрозональности природных условий.* Одним из путей повышения продуктивности агроландшафтов при их устройстве является детальный учет микрозональности природных факторов — элементов минерального питания, влаги, температуры и др. Современные методики землеустройства пока не в полной мере учитывают эти факторы, хотя они даже в пределах одного поля севооборота обычно распределены весьма неравномерно. В пределах поля в значительной степени изменяются плодородие почвы, видовой состав и численность сорняков и вредителей. Между тем успех борьбы за урожай нередко определяют несколько недостающих градусов тепла, 50–70 мм запасов влаги в почве, 10–15 дней вегетационного периода и другие лимитирующие факторы среды. Таким образом, задача заключается в том, чтобы в каждом хозяйстве почвенно-климатические ресурсы использовались более дифференцированно, сельскохозяйственные культуры и севообороты размещались с учетом их экологической устойчивости, колебаний микроклимата и плодородия почвы в пределах полей. Одним из перспективных приемов устройства ландшафтов является контурная организация территории, наиболее полно учитывающая ее природное строение — закономерности горизонтальной и вертикальной микрозональности расположения территориальных факторов.

8. *Принцип природного баланса и экономичности.* Экономические задачи при использовании земель решаются на уровне, соответствующем балансово-экосистемному состоянию потенциала агроландшафта. Агроландшафты создаются с минимально обоснованными затратами и обеспечивают эффективное использование техники. Суть природного баланса заключается в том, чтобы в хозяйственной деятельности обеспечить простое, а затем и расширенное воспроизводство компонентов природной среды. При этом следует исходить из того, что производство и природопользование представляют собой две стороны единого процесса. На современном этапе без интенсификации использования природных ресурсов невозможно развитие производства, а без развития производства, в свою очередь, невозможно рационализация природопользования, обеспечивающая нормальные условия для жизни современного и будущих поколений. Требование природного баланса находит отражение в законах земледелия, рассмотренных выше.

В заключение следует отметить, что проблема экологической безопасности земледелия имеет множество аспектов — от преодоления бесхозяйственности до создания оптимальной системы природопользования. Главным средством решения этой проблемы является экологическая и экономическая оптимизация структуры земледелия и агропромышленного производства и экологизация самих технологических процессов. Все другие средства могут быть эффективными только при этом условии. Ограничительные и запрети- тельные меры полезны, если они не препятствуют научно-техническому про- грессу, в то же время уменьшая степень риска от неадекватного использова- ния его достижений.

Экологический аспект оптимизации земледелия основывается на пред- ставлениях о потенциальной емкости экосистемы относительно такого уров- ня антропогенной нагрузки, сверх которого она теряет способность к само- регуляции. Критерием такой способности является восстановление экоси- стемы до исходного или близкого к нему состояния после прекращения производственной деятельности человека. В связи с этим возникает необ- ходимость введения стандартов качества окружающей среды (величин по- верхностного и грунтового стока, уровня и качества грунтовых вод, интен- сивности эрозионных процессов, состояния растительного покрова и др.). Соответственно следует формировать систему нормативов экологических ограничений технологий с точки зрения их влияния на качество окружаю- щей среды по всем параметрам. С этих позиций экологические ограниче- ния адаптивно-ландшафтных систем земледелия будут более жесткими, чем ограничения, ориентированные только на получение экологически чи- стой продукции.

Необходимо также, чтобы агротехнологии не ухудшали качество сре- ды обитания не только в самом агроландшафте, но и за его пределами. Это чрезвычайно важно, поскольку в процессе миграции токсиканта с при- родными биогеохимическими потоками его концентрация за пределами поля, где он внесен, может возрасти в десятки раз, загрязняя сопряжен- ные уголья или природные экосистемы. Потребуется определенные уси- лия, чтобы разработать для технологов производства различные нормати- вы, относящиеся к геохимическим ландшафтам различных зональных про- винций.

В настоящее время существующие нормативные показатели (типа ПДК для продуктов питания и некоторых объектов наземных и водных экоси- стем) предназначены в основном для организаций и служб, ведущих токси- кологический надзор и контроль. Систему этих показателей надо разви- вать, как и контрольную службу, однако в первую очередь необходимо ре- шить проблему технологических нормативов, чтобы создать предпосылки для экологически безопасного земледелия.

Что касается контроля загрязнения растениеводческой продукции, осо- бенно предназначенной для производства продуктов питания, то она должна подвергаться сертификации на основе нормирования токсичных элементов (таких, как мышьяк, свинец, ртуть, кадмий, цинк, медь), микотоксинов, нитратов, нитритов, N-нитрозаминов, остатков пестицидов).

**Контрольные вопросы**

1. Опишите основные виды экологической опасности при интенсивном ведении сельского хозяйства.
2. Расскажите об экологических законах земледелия.
3. В чем состоит воздействие сельскохозяйственной техники на окружающую среду?
4. Какие вы знаете способы предотвращения переуплотнения почв в результате применения сельскохозяйственной техники?
5. Что такое природопользование и рациональное природопользование?
6. В чем состоят принципы рационального природопользования?
7. Перечислите правила рационального природопользования.
8. Назовите основные направления природозащитных мероприятий.
9. Как можно классифицировать меры по охране окружающей среды в процессе сельскохозяйственного производства?
10. Какие вы знаете инженерно-экологические природозащитные мероприятия?
11. В чем заключается суть организационно-технических мероприятий?
12. Что представляют собой технологические природоохранные мероприятия?
13. Сформулируйте понятия малоотходной и безотходной технологий.
14. Какова роль малоотходных сельскохозяйственных технологий в ресурсо- и энергосбережении?
15. Назовите основные принципы перехода сельского хозяйства на малоотходное производство.
16. Перечислите главные направления создания мало- и безотходных производств, связанных с охраной окружающей среды и рациональным освоением природных ресурсов.
17. Сформулируйте понятие и опишите сущность нормативов качества окружающей природной среды и природопользования.
18. Какие вы знаете виды нормативов качества окружающей природной среды и природопользования?
19. Перечислите нормативы оценки качества воздушной среды.
20. Назовите основные нормативы качества водных ресурсов, почвы.
21. Какие нормативы качества окружающей природной среды используются для оценки шумового загрязнения, радиоактивного загрязнения?
22. Перечислите принципы экологического нормирования.
23. В чем состоит мониторинг загрязнения окружающей среды?
24. Какие виды мониторинга различают по типам загрязнений, способам проведения, задачам?
25. Сформулируйте понятие, цель и значение агроэкологического мониторинга.
26. В чем заключается проведение государственного мониторинга земель?
27. Сформулируйте понятие, цель и виды экологической экспертизы.
28. Опишите основные принципы и объекты экологической экспертизы.
29. Что такое агроландшафт и адаптивно-ландшафтная система земледелия?
30. Что понимается под термином «устойчивость агроландшафта»?
31. Перечислите основные принципы формирования адаптивных ландшафтно-экологических систем.
32. Назовите основные принципы построения устойчивых агроландшафтов.

## МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АПК

### 10.1.

#### СУЩНОСТЬ, МЕТОДЫ И ВИДЫ МАРКЕТИНГА

**В** современных условиях особое место в деятельности любого предприятия независимо от его организационно-правовой формы, специализации и размеров отводится маркетингу как одному из важнейших элементов рыночного механизма хозяйствования.

Маркетинг (от *англ.* market — рынок) — понятие многоплановое и динамичное. В широком смысле маркетинг есть концепция управления, интегрированная целевая философия бизнеса, сущность которой выражена формулой: производите то, что у вас точно будет куплено, а не навязывайте покупателю то, что вам удалось произвести. В узком смысле это гибкая целостная система организации и управления всеми сторонами деловой активности предприятия на основе комплексного анализа рынка, запросов покупателей с целью успешной реализации продукции и получения на этой основе максимального дохода (прибыли) [22].

Как экономическое понятие и особый вид предпринимательской деятельности, маркетинг возник на рубеже XIX–XX вв. Это было своего рода ответом на необходимость решать все более сложные проблемы реализации в условиях развития крупномасштабного производства и нарастающей рыночной конкуренции. Появилась потребность осваивать новые, более эффективные приемы рыночной деятельности, когда на смену «рынку продавца» стал приходиться «рынок потребителя».

*Методы маркетинговой деятельности:*

- анализ внешней (по отношению к предприятию) среды, включающей не только рынок, но и политические, социальные, культурные и иные условия. Анализ позволяет выявить факторы, содействующие коммерческому успеху или препятствующие ему. В итоге формируется банк данных для оценки окружающей среды и ее возможностей;
- анализ потребителей — как реальных, так и потенциальных. Данный анализ заключается в исследовании демографических, экономических, социальных, географических и иных характеристик людей, принимающих решение о покупке, а также их потребностей в широком смысле

и процессов приобретения ими как нашего, так и конкурирующих товаров;

- изучение существующих и планирование будущих товаров, то есть разработка концепций создания новых товаров и (или) модернизации старых, включая их ассортимент и параметрические ряды, упаковку и т. д. Устаревшие, не дающие расчетной прибыли товары снимаются с производства и рынка;
- планирование товародвижения и сбыта, в том числе создание собственных сбытовых сетей со складами и магазинами и (или) агентских сетей;
- формирование спроса и стимулирование сбыта (ФОССТИС) путем комбинации рекламы, личных продаж, некоммерческих престижных мероприятий и различных материальных стимулов, адресованных покупателям, агентам и конкретным продавцам;
- разработка ценовой политики, заключающейся в планировании систем и уровней цен на поставляемые товары, определении «технологии» использования цен, кредитов, скидок и т. п.;
- соблюдение технических и социальных норм региона, в котором сбывается продукция, что предполагает обеспечение должной безопасности использования товара и защиту окружающей среды, соответствие морально-этическим правилам, надлежащий уровень потребительской ценности товара;
- управление маркетинговой деятельностью (маркетингом) как системой, то есть планирование, выполнение и контроль маркетинговой программы и индивидуальных обязанностей каждого участника работы предприятия, оценка рисков и прибылей, эффективности маркетинговых решений [8].

В настоящее время маркетинг превратился в целостную систему взглядов на рыночную деятельность, отражающую взаимосвязь интересов и потребностей людей с производством, сбытом товаров и услуг, удовлетворяющих эти потребности, и направляющую усилия участников рынка на обновление, рост и повышение эффективности производства. Маркетинг не ограничивается одной лишь торговой или производственной, рекламной или посреднической деятельностью, а пронизывает весь процесс — от замысла производства товаров до их конечного потребления.

Главный классификационный признак в маркетинге — спрос.

*Спрос* — категория рыночной экономики, означающая подкрепленное платежеспособностью желание потребителей приобрести какой-либо товар. Спрос характеризуется количеством товаров и услуг, которое покупатели могут и намерены приобрести по данной цене в определенный период. Формально спрос — это величина потребления, которая зависит от многих факторов. Спрос всегда связан с предложением.

*Предложение* — это желание и способность рыночного субъекта продавать товары или услуги.

Конкретная маркетинговая деятельность зависит от характера предприятия, предлагаемого им товара, состояния рынка, намерений и амбиций предпринимателя. Маркетинг может быть простым, даже элементарным, а мо-

жет быть очень сложным, включающим перспективное планирование продукта, разработку и проведение ценовой политики, анализ не только рынка, но и предпринимательской деятельности. Чем разнообразнее деятельность фирмы, тем многограннее маркетинг.

Многогранность маркетинга зависит также от сбалансированности спроса. Несбалансированный спрос предопределяет действия по его выравниванию, а спрос, превышающий предложение, заставляет осуществлять демаркетинг. С этой точки зрения выделяют следующие виды спроса: отрицательный, отсутствующий, скрытый, падающий, нерегулярный, полноценный, чрезмерный, нерациональный.

*Отрицательный спрос* характеризует состояние рынка, когда значительная часть покупателей не желает покупать продукт и может даже заплатить определенную цену за отказ от его использования. Причины отрицательного спроса: вредность товара для здоровья, неприятные ощущения при потреблении, товар вышел из моды, отрицательный имидж фирмы-производителя. Например, негативный спрос на прививки, некачественный товар и т. д. При отрицательном спросе используется *конверсионный маркетинг*, задача которого — проанализировать, почему покупатели испытывают неприязнь к товару, и дать ответ на вопрос, может ли программа маркетинга изменить это негативное отношение путем переделки товара, снижения цен, более активного стимулирования и рекламы. Конверсионный маркетинг применяют, например, табачные фирмы, когда активность государственных органов здравоохранения, просвещения, социального страхования, общественности приводит к резкому снижению числа курильщиков. Так, в США табачные фирмы, стремясь восстановить утраченные позиции, разработали и выпустили специальные марки сигарет с пониженным содержанием канцерогенных смол, то есть обновили продукцию, сопроводив ее рекламой: «Прежний аромат при минимальном содержании смол».

При *отсутствии спроса* используют *стимулирующий маркетинг*. Причины отсутствия спроса могут быть различными: новизна изделия, неправильный выбор рынка сбыта, потеря ценности товара, отсутствие информации о его существовании. В данном случае потребители могут быть не заинтересованы в товаре или безразличны к нему (фермеров не интересуют курсы иностранных языков, а студентам колледжей не нужны новые методы ведения хозяйства). Задача стимулирующего маркетинга — в отсутствие спроса отыскать способы увязки присущих продукту свойств с потребностями и интересами потенциальных потребителей, чтобы изменить их отношение к продукту. Для этого требуется преодоление полного незнания возможностей продукта, препятствий в его распространении и других возможных причин отсутствия спроса.

Основные инструменты стимулирующего маркетинга — резкое снижение цен, активная реклама, информационная работа, бесплатное предоставление продукта «на пробу», во временное пользование, другие методы продвижения. Например, объявления о платных образовательных программах могут сопровождаться сообщением о том, что первые занятия проводятся бесплатно.



*Скрытый (латентный) спрос* характеризует состояние рынка, когда у многих потребителей возникает желание приобрести товар, которое невозможно удовлетворить из-за отсутствия товара на рынке. Например, существует скрытый спрос на безвредные сигареты, более экономичные автомобили, большую безопасность проживания и особо эффективные виды топлива. Необходимо измерять величину потенциального спроса и разрабатывать новый продукт. При скрытом потенциальном спросе используется *развивающий маркетинг*, задача которого — своевременно выявить спрос, оценить емкость потенциального рынка и создать эффективные товары и услуги на новом качественном уровне, способные удовлетворить спрос, то есть превратить его из потенциального в реальный. Инструменты развивающего маркетинга — разработка продуктов, отвечающих новым потребностям, переход на новый качественный уровень их удовлетворения, использование рекламы, создание специфического, ориентированного на конкретные потребительские группы имиджа продукта.

При *снижающемся спросе*, характерном для всех видов товаров и любого периода в зависимости от фазы жизненного цикла товара, используется *ре-маркетинг* — вид маркетинга, призванный проанализировать причины падения спроса, оценить перспективы его восстановления, разработать комплекс мер, направленных на оживление спроса, на основе творческого переосмысления ранее использовавшегося маркетингового подхода, перехода на иной целевой рынок, изменения свойств товара или использования более эффективных коммуникативных средств. Причиной снижения спроса может быть падение качества, появление товаров-заменителей, снижение престижности продукта, моральное устаревание. Каждая организация рано или поздно сталкивается с сокращением спроса на один или несколько своих товаров. Так, в середине 1970-х гг. в структуре потребления спиртных напитков США произошел существенный сдвиг: потребители, ориентируясь на низкокалорийные продукты, значительно снизили спрос на пиво, стали предпочитать ему сухое виноградное вино. Тогда компания «Миллер» выпустила на рынок новую марку пива «Лайт» со сниженной вдвое калорийностью, и за счет этого обошла многих конкурентов по объему продаж и годовой массе прибыли.

*Нерегулярный спрос* характеризует сезонные, ежедневные и даже часовые колебания, что создает определенные проблемы, связанные с временными простоями и перегрузками. Например, спрос на услуги городского транспорта меняется в течение суток, в музеях меньше посетителей в будни. При нерегулярном, колеблющемся спросе используется *синхромаркетинг*, ориентированный на условия, когда спрос значительно превышает возможности производственных мощностей или, наоборот, выпуск продукта больше потребностей рынка. Задача синхромаркетинга — найти способы сглаживания колебаний спроса (нерегулярного спроса) с помощью гибких цен, методов продвижения и других инструментов. Этот вид маркетинга необходим при торговле товарами сезонного потребления либо подверженными иным циклическим или непредсказуемым спадам конъюнктуры. Эффективный метод — поочередный спланированный переход

на различные географические и другие сегменты рынка (с последующим возвратом). Например, в сфере образовательных услуг наблюдается ежегодный спад спроса в связи с летним отпускным периодом. Образовательные услуги не складываются, к помощи дистрибьютора в данном случае прибегнуть нельзя. Однако отчасти проблема решается сама собой в силу естественного уменьшения числа исполнителей в отпускной период. В то же время образовательные услуги можно сочетать с предоставлением возможностей для активного отдыха обучающихся. Возможны более активные рекламные действия в период, предшествующий летним отпускам, переход на обслуживание абитуриентов, ценовые скидки на лето.

При *полноценном спросе*, когда организация удовлетворена объемами сбыта, используется *поддерживающий маркетинг*, задача которого — поддержать существующий уровень спроса с учетом изменения системы предпочтений потребителей и усиления конкуренции. Организация должна удерживать (повышать) достигнутый уровень качества, постоянно отслеживать степень удовлетворения спроса. Средства поддержания спроса — ценовая политика, модернизация товара, изменение условий продажи, реклама, проверка целесообразности издержек на маркетинговые операции. Классический пример полноценного маркетинга — деятельность компании «Дженерал моторс», которая в 1920-х гг. сумела обогнать компанию «Форд», противопоставив надежной, но стандартной на вид, выкрашенной в один и тот же черный цвет фордовской модели «Т» свою современную, выполненную в широкой цветовой гамме модель автомобиля.

*Чрезмерный спрос*, величина которого превышает возможности организации по его удовлетворению из-за недостатка производственных мощностей, ограниченности ресурсов и сырья, приводит к необходимости использовать *демаркетинг*, задача которого — изыскание способов временного или постоянного снижения спроса в целях ликвидации ряда отрицательных явлений, например спекуляции. В основном демаркетинг применяют для престижных, сверхпопулярных товаров и услуг или в период разворачивания производства, особенно часто — к новым товарам, моделям и т. д. Демаркетинг требуется также для того, чтобы у потребителей не создалось невыгодного для фирмы впечатления о ее низких производственных возможностях. Если они действительно ограничены и нет достаточных ресурсов для быстрого наращивания предложения собственными силами, наилучшим выходом представляется передача права на производство и сбыт товара или услуги другим фирмам, в том числе иностранным (продажа лицензий, ноу-хау и т. д.). Разумеется, при этом обязательное условие — использование или упоминание торговой марки фирмы — продавца прав на товар; это нужно, чтобы не потерять и даже нарастить авторитет на изменившемся рынке, а также контролировать сбыт. *Общий демаркетинг* направлен на сокращение спроса в целом путем использования таких рычагов, как повышение цен, уменьшение затрат на продвижение и обслуживание. *Избирательный демаркетинг* призван воздействовать на области рынка, которые характеризуются наименьшей прибыльностью или в меньшей степени нуждаются в товарах и услугах организации [34].

## 10.2. ОСОБЕННОСТИ И ФУНКЦИИ АГРОМАРКЕТИНГА

На начальной стадии развития маркетинг осваивался преимущественно в отраслях промышленности, затем постепенно стал распространяться и в аграрном секторе.

Под *агротомаркетингом* следует понимать деятельность, направленную на обеспечение конкурентоспособности АПК и его субъектов на основе учета закономерностей функционирования и развития рынка сельхозпродукции и продовольствия. Теория и практика агротомаркетинга развиваются весьма интенсивно, так как на рынке сельхозпродукции и продовольствия наблюдается тенденция к усилению конкуренции по мере роста численности и уровня жизни населения, значения сельскохозяйственного сырья для развития промышленности, науки, производительных сил и производственных отношений.

В сельскохозяйственных и агропромышленных формированиях маркетинговая деятельность может быть эффективной при условии, что ею занимаются все работники аппарата управления при содействии всех сотрудников сферы производства. На скотоводческих предприятиях, например, функциональное маркетинговое воздействие осуществляется как руководителем предприятия, так и заведующим фермой. Вместе с работниками службы маркетинга и зоотехниками ее выполняют экономисты, технологи и пр. Одновременно со специалистами аппарата управления маркетинговые функции осуществляют работники сферы производства: производят продукцию необходимого качества и установленного ассортимента, создают условия для своевременного удовлетворения спроса потребителей.

Отличия агротомаркетинга от промышленного, коммерческого, банковского и других видов маркетинга определяются особенностями сельского хозяйства — зависимостью результатов от природных условий, ролью и значением продукции, разнообразием форм собственности, несовпадением рабочего периода и периода производства, сезонностью производства и получения продуктов, многообразием и диалектикой организационных форм, внешне-экономическими связями, участием государственных органов в развитии АПК и его отраслей.

Природные и экономические процессы в сельском хозяйстве интегрируются, поэтому для производства и организации маркетинга создаются особые условия:

1) служба агротомаркетинга имеет дело с товаром первой жизненной необходимости, следовательно, надо своевременно, в нужном объеме и ассортименте, с учетом национальных традиций, возраста, пола, состояния здоровья потребителей удовлетворять их нужды и интересы. Товар, как правило, скоропортящийся, поэтому требуется оперативность поставки, адекватная упаковка, сервисное и эстетическое обслуживание;

2) несовпадение рабочего периода и периода производства. Например, продукцию растениеводства получают один-два раза в год, а рабочий период длится целый год. В связи с этим специалисты по маркетингу должны уметь прогнозировать диалектику спроса, хорошо знать тенденции его удовлетво-

рения, рыночную конъюнктуру прочие факторы, ибо от этого зависит эффективность агромаркетинга. Кроме того, такая особенность сельскохозяйственного производства, как сезонность, влияет на формы и методы агромаркетинга и делает их отличными от форм и методов промышленного маркетинга;

3) производство всех сельскохозяйственных продуктов взаимосвязано и определяется основным средством и предметом производства — землей, ее качеством и интенсивностью использования. Существует также тесная связь использования земли с развитием отраслей животноводства. Все это определяет объем, ассортимент и качество продукции, придает агромаркетингу определенную специфику в процессе его организации и проведения;

4) многообразие форм собственности в системе АПК на земле, средства производства, реализуемый товар. Это определяет многоаспектную конкуренцию, которая управляется только спросом потребителей и его удовлетворением. Отсюда разнообразие стратегий и тактик, стремление к совершенствованию форм и методов агромаркетинга, приспособлению их к нуждам потребителей. Положение осложняется тем, что в Россию поступает большое количество продуктов питания из-за рубежа, поэтому отечественное маркетинговое обеспечение вынуждено конкурировать с зарубежными фирмами;

5) более высокая восприимчивость, адаптивность, самоорганизация и самоуправление системы агромаркетинга по сравнению с другими видами маркетинга, что объясняется особенностями спроса потребителя, острой конкуренцией на рынке сельскохозяйственной продукции из-за идентичности товаров, необходимостью быстрого приспособления системы маркетинга к государственным и другим директивным решениям вследствие многообразия конкурентных организационно-правовых форм;

6) более низкий уровень научности и творчества в маркетинговой деятельности в АПК по сравнению с другими областями, поскольку до настоящего времени не сформировалась наука об агромаркетинге и, следовательно, отсутствуют научно обоснованные рекомендации по его осуществлению. Однако в последнее время положение начало меняться в лучшую сторону. В частности, многие сельскохозяйственные учебные заведения приступили к подготовке специалистов по агромаркетингу [85].

Для эффективной деятельности на рынке сельскохозяйственной продукции необходимо знать функции агромаркетинга, чтобы принимать оптимальные, научно обоснованные решения. Все функции маркетинга в АПК следует классифицировать по двум критериям: содержанию и объекту воздействия. Первые можно назвать общими, вторые — конкретными.

*Общие функции маркетинга* — управление, организация, планирование, прогнозирование и целеполагание, анализ, оценка, учет и контроль; *конкретные* — исследование рынка, изучение потребителя и спроса, анализ окружающей среды, осуществление товарной политики, инфратоварное обеспечение, поддержание жизненного цикла товара, ценообразование и ценовая политика, товародвижение и сбыт продукции, формирование спроса и стимулирование сбыта продукции, коммерческая деятельность,

внешнеэкономическая маркетинговая деятельность, учетно-финансовая деятельность, управление маркетингом. В процессе маркетинговой деятельности общие и конкретные функции взаимосвязаны. При осуществлении любой конкретной функции выполняются общие.

Рассмотрим подробнее общие функции агромаркетинга.

*Управление* представляет собой деятельность по поддержанию функционирования системы маркетинга в заданном направлении или по переводу в новое. Оно носит оперативный характер, поэтому включает оперативную координацию и регулирование.

*Организация* призвана сформировать целостность, единство, упорядоченность работы службы маркетинга. Отдельные системы маркетинга, объединяясь, создают оптимально организованное целое. Так, должна сохраняться целостность экономической, организационной, технической и других подсистем и при этом обеспечиваться специализация, кооперация, ритмичность, синхронность и непрерывность маркетингового действия.

*Планирование* определяет целевую программу, ее пропорции и обеспеченность необходимыми средствами. С помощью этой функции достигается планомерность производства, управления и маркетинга. Составными частями планирования являются прогнозирование, программирование, проектирование. Особенно широко используется моделирование: составляются различные модели проведения маркетинговых процедур. Планирование должно осуществляться на принципах научности, системности, единства этого процесса.

*Прогнозирование и целеполагание* обеспечивают прогноз на основе экономико-математических методов, глубокого исследования действительности и ее диалектики (исследования рынков, потребностей и интересов покупателей). Прогноз в маркетинговой и коммерческой деятельности имеет большое значение, потому что многие поведенческие аспекты потребителей трудно, а порой и невозможно предусмотреть. Но если прогнозирование выполнено на должном уровне, то далее разрабатывается целевая программа, или дерево целей маркетинговой деятельности.

*Анализ* — это сбор, обработка, систематизация и изучение информации, выявление отклонений от заданных программ и определение их причин, уяснение возможностей и путей ликвидации этих отклонений, сводка аналитических материалов по маркетингу, представление их руководителям и специалистам, изучение и установление путей повышения качества и эффективности маркетинговой деятельности в сложившихся условиях.

*Оценка* подводит итог выполнения предыдущих функций и позволяет определить, правильно ли было выбрано направление маркетинговой деятельности.

*Учет и контроль* — постоянная функция, необходимая для контроля фактического процесса маркетинга, деятельности руководителей и специалистов. Контроль должен быть всеобъемлющий, постоянный, своевременный и эффективный.

Соотношение, взаимосвязь и координацию функций отражает программа маркетинговой деятельности. Маркетинг обеспечивает руководителя ин-

формацией о том, какие товары и почему хотят покупать потребители, о ценах, которые они готовы платить, о динамике спроса на локальных рынках, а также позволяет определить, в какие виды производства наиболее выгодно инвестировать средства, и рассчитать различные варианты эффективности затрат на производство и реализацию продукции.

Маркетинг выполняет двойственные функции. С одной стороны, это тщательное изучение рынка, то есть вкусов и спроса потребителей, ориентация производства на эти требования, адресность; с другой — активное воздействие на спрос, формирование потребностей и покупательских предпочтений.

Субъекты маркетинга — это производители и организации обслуживания, оптовые и розничные торговые предприятия, специалисты по маркетингу и потребители. У каждого из них своя роль. Важно отметить, что хотя ответственность за выполнение маркетинговых функций может делегироваться и распределяться различным образом, в большинстве случаев этими функциями нельзя пренебречь, они должны обязательно кем-то выполняться.

Как правило, один субъект не берет на себя все маркетинговые функции, так как:

- многие производители не располагают достаточными финансовыми ресурсами для прямого маркетинга; даже крупнейшие корпорации не всегда могут себе позволить выполнять все маркетинговые функции;
- прямой маркетинг часто требует от производителей выпуска соответствующей продукции или продажи соответствующих товаров других фирм;
- организация может не хотеть или быть не в состоянии выполнять определенные функции и ищет для этого специалистов по маркетингу; так, многие компании прибегают к услугам специализированных рекламных агентств, используют исследовательские организации для разработки вопросников, сбора и анализа данных;
- многие организации слишком малы для того, чтобы эффективно выполнять те или иные функции;
- для многих товаров и услуг уже отработаны методы реализации, и обойти их трудно;
- многие потребители в целях экономии средств могут делать покупки в больших количествах, самостоятельно забирать товар, пользоваться самообслуживанием и т. д.

Российские агропромышленные предприятия пока используют лишь отдельные функции и стратегии маркетинговой деятельности, которые не дают должного эффекта. Экономическая ситуация в стране не позволяет большинству товаропроизводителей применять всю систему маркетинга. Основными проблемами, сдерживающими развитие агромаркетинга, являются неразвитая рыночная инфраструктура, нехватка квалифицированных кадров, владеющих опытом маркетинговой работы, отсутствие достаточной информации о состоянии внутреннего и внешних рынков сельскохозяйственной продукции, недостаток материально-технических и финансовых ресурсов для создания и функционирования службы маркетинга на предприятии.

По мере усиления конкуренции на рынке сельхозпродукции и продовольствия увеличиваются затраты на управление маркетингом в АПК. Так, судя по публикациям, в США ежегодно на эти цели тратится около 500 млрд долларов, из которых примерно половина приходится на оплату труда работников маркетинговых служб. В настоящее время в сфере агромаркетинга в США трудится свыше 13 млн человек. Это более 50% всех работников АПК страны и примерно по 6 человек в расчете на одну североамериканскую ферму. Как следствие, аграрный сектор США занимает ведущие позиции на мировом рынке сельхозпродукции и продовольствия. Высокая конкурентоспособность АПК США во многом обусловлена именно тем, что в этой стране давно создана и десятки лет функционирует эффективная система агромаркетинга, в которой наряду с предпринимательскими структурами задействованы органы государственной власти. К примеру, для США обычной является практика, когда президент страны лоббирует интересы своих фермеров на международных встречах на высшем уровне.

В России, как уже было отмечено, агромаркетинг пока не получил должного внимания и развития. Это является одной из причин того, что отечественные производители не в состоянии конкурировать с поставщиками зарубежной многократно дотированной продукции даже на внутреннем рынке. К примеру, в 2010 г. наша страна все еще была нетто-импортером продовольствия (то есть его импорт превышал экспорт) и четвертым в мире импортером молочных продуктов, а доля импорта в потребляемом в России продовольствии превышает 30%.

В течение всей постсоветской истории Россия входит в первую пятерку крупнейших импортеров сахара-сырца (в 1992, 1997–2004, 2006 и 2007 гг. — первое место в мире), в первую десятку крупнейших импортеров свиного мяса (с 2002 г. — в первую тройку, а в 2006 и 2007 гг. — на первом месте в мире), в первую десятку крупнейших импортеров говядины и телятины (за исключением 1999 и 2000 гг., когда она заняла 11-е и 15-е место соответственно) и в число двадцати крупнейших импортеров куриного мяса (с 2000 г. — в первую тройку). По данным на май 2008 г., Россия импортировала 46% всех продуктов и сельскохозяйственных товаров (в том числе 75% потребляемого в стране мяса и 50% растительного масла), а в крупных городах доля импорта достигала 85%. Безусловно, подобная зависимость от зарубежных поставок угрожает безопасности страны.

### 10.3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АГРОМАРКЕТИНГОМ

Агромаркетинг представляет собой сложную систему, требующую регулирования и управления. Сельскохозяйственное предприятие не является самообеспечиваемым, поэтому между ним и окружающей маркетинговой средой происходит постоянный обмен ресурсами и информацией. Сам факт его существования и дальнейшее выживание зависят от влияния окружающей среды. Чтобы продолжать функционирование, предприятие вынуждено, с одной стороны, приспосабливаться к изменениям во

внешней маркетинговой среде, с другой — воздействовать на нее по мере своих возможностей.

Система агромаркетинга включает комплекс наиболее существенных рыночных отношений и информационных потоков, которые связывают сельскохозяйственное предприятие с рынками сбыта. Две системы (внешняя и внутренняя) соединены несколькими потоками. Фирма налаживает связи с рынком и элементами его среды, направляет на него информацию, продукцию и услуги, а в обмен получает деньги и информацию, сырье, услуги и т. д. Система взаимодействия предприятия с внешней маркетинговой средой может быть распространена и на некоммерческую деятельность.

Таким образом можно сказать, что основная цель управления агромаркетингом — поддержание соответствия между состоянием маркетинговой среды и адекватной ей системой маркетинговой деятельности предприятия сельского хозяйства.

Агромаркетинговая среда предприятия может быть условно разделена на микро- и макросреду. *Микросреда* агромаркетинга включает такие элементы, с которыми предприятие ежедневно непосредственно сталкивается в процессе своей деятельности: это поставщики, конкуренты, маркетинговые посредники (торговые фирмы; организации, осуществляющие транспортировку и хранение продукции; финансово-кредитные учреждения; рекламные агентства и др.), контактные аудитории и целевые клиенты.

Совокупность факторов, оказывающих широкомасштабное воздействие как на деятельность самого предприятия, так и на элементы микросреды, представляют *макросреду* маркетинга. К ней относятся политико-правовые, экономические, научно-технические, природно-климатические, демографические и культурные факторы.

Управление маркетингом осуществляется путем воздействия на комплекс маркетинга — набор подпадающих под контроль элементов, которые менеджер предприятия использует для того, чтобы вызвать желаемую реакцию целевого рынка, то есть определенной группы покупателей.

В комплексе маркетинга выделяют четыре основные составляющие: товар, цена, система распределения товара, система стимулирования продаж.

**Товар** имеет набор свойств, нужных потребителю, которые он желает приобрести. Агропромышленные предприятия могут обновлять отношения с покупателями при продаже известных продуктов, последовательно улучшая их потребительские свойства:

- обогащать кисломолочные продукты белковыми, фруктово-ягодными, витаминными добавками (цель данного направления — удержать спрос на определенном уровне);
- выходить на рынок с новыми продуктами (например, предлагать молоко, обогащенное витаминами и добавками растительного происхождения); внедрение нового продукта в ассортимент уже известных позволяет снизить риск до минимума;
- диверсифицировать производство: освоить выпуск диетических продуктов с пониженным содержанием жиров, утилизацию особо ценных продуктов сельскохозяйственного производства — желез внутренней секре-



ции, крови забиваемых животных и т. д. (данное направление наиболее рискованно, но в случае успеха оно обеспечивает максимальную прибыль).

**Цена** — это денежное выражение стоимости товара; экономическая категория, служащая для косвенного измерения общественно необходимого рабочего времени, затраченного на производство продукта.

Ценовой механизм в АПК сочетает рыночную цену с регулируемыми гарантированными ценами. Рыночные цены складываются под влиянием спроса и предложения и являются основной формой экономических взаимоотношений сельскохозяйственных товаропроизводителей с другими субъектами рынка. Гарантированные цены определяют минимально допустимый уровень цен на сельскохозяйственную продукцию, выполняют страховую функцию по отношению к доходам сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В основе ценовой политики предприятия лежат три фактора:

1) положение предприятия на рынке, определяемое организационной структурой, рыночной долей товаропроизводителя, его товарным ассортиментом и финансами;

2) перспективность товара, обусловленная его конкурентоспособностью, технологией производства, уровнем платежеспособного спроса;

3) перспективность рынка, определяемая его емкостью и насыщенностью, ценовой и подоходной эластичностью спроса на товар.

Политика ценообразования диктуется целями предприятия, которые могут включать выживание, максимизацию текущей прибыли, максимизацию рыночной доли, лидерство в области качества продукции. В основу определения цен могут быть также положены издержки производства, мнение покупателей, цены конкурентов.

**Система распределения товара** — это деятельность, благодаря которой товар становится доступным для потребителя. Система включает организацию эффективных каналов товародвижения, подбор оптовых и розничных посредников, поддержание необходимых запасов, обеспечение эффективной транспортировки и складирования товаров.

**Канал товародвижения** — это путь, по которому товары движутся от производителя к потребителю. Его участники выполняют следующие функции: собирают и распространяют маркетинговую информацию, стимулируют сбыт, приводят товары в соответствие требованиям покупателей, транспортируют и хранят их, финансируют функционирование каналов, принимают на себя риск хищения и устаревания запасов.

Предприятия агропромышленного комплекса используют каналы прямого маркетинга, косвенные каналы, вертикальные и горизонтальные маркетинговые системы. *Прямой* маркетинговый канал представляет собой товаропроизводителя, продающего товар непосредственно потребителю. Примером может служить продажа молока ФГУП «Учхоз-племзавод „Комсомолец“» конечным потребителям на рынках города Мичуринска. *Косвенный* канал включает одного или нескольких товаропроизводителей, оптовых и розничных посредников. Это в основном характерно для рынков зерна и сахара Тамбовской области. Маркетинговые системы — это системы распределения, в которых производители, оптовые и розничные посредники действуют как единое целое.

**Система стимулирования продаж** представляет собой деятельность по распространению сведений о достоинствах товара и убеждению покупателей; включает различные виды рекламы и методы стимулирования сбыта.

Целью рекламы является психологическое воздействие на покупателя, заставляющее его думать о товаре. Основные требования к рекламе — юридическая безупречность, правдивость, характерные черты — высокая действенность, хорошая запоминаемость и эмоциональность.

В зависимости от этапа жизненного цикла товара выделяют информативную, увещательную и напоминающую рекламу.

*Информативная* реклама преобладает на этапе внедрения товара на рынок, когда стоит задача формирования первичного спроса. Ее цель — проинформировать о товаре или его новом применении, рассеять опасения потребителя, сообщить об изменении цены.

*Увещательная* реклама приобретает особое значение на этапе роста продаж, когда встает задача формирования избирательного спроса. Такая реклама основана на сравнении товара с его предыдущей моделью или с товарами конкурентов.

*Напоминающая* реклама важна на этапе зрелости жизненного цикла товара, когда большинство потенциальных покупателей уже приобрели его. Используется, чтобы заставить потребителя вспоминать о товаре, поддерживать на высоком уровне осведомленность о нем.

В зависимости от вида товара предприятия АПК могут использовать разнообразные методы стимулирования сбыта: кредит, бесплатные образцы, купоны на покупку со скидкой, различные виды скидок.

#### 10.4. СУЩНОСТЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОМАРКЕТИНГЕ

*Маркетинговые исследования* — это комплексное понятие, включающее все виды исследовательской деятельности: систематический сбор информации, фиксацию и анализ данных по проблемам, стоящим перед организацией.

*Цель* маркетинговых исследований — создать достаточную информационно-аналитическую базу для принятия управленческих решений и тем самым снизить сопутствующий им уровень неопределенности и рыночных рисков. Необходимость исследований обуславливается процессами расширения производства, появлением новых технологий, информатизацией производства и распределения товаров и услуг, ростом социальных и культурных запросов потребителей.

Проведение маркетинговых исследований — непрерывный процесс, так как рынок подвержен постоянным изменениям, требующим анализа. Результаты исследований служат основой для корректировки производственно-сбытовой деятельности организации, формирования текущего и будущего спроса, прогнозирования тенденций развития сферы деятельности организации, выбора и реализации стратегии и тактики маркетинга.

Принципы проведения маркетинговых исследований — системность, комплексность, систематичность, объективность, конкретность и точность.

Основу исследований составляют сбор, обработка и анализ информации. Методы маркетинговых исследований делят на кабинетные и полевые в зависимости от характера используемой информации, способов ее получения, техники проведения и конечных результатов.

**Кабинетное исследование** — метод сбора и оценки маркетинговой информации, которая содержится в источниках, подготовленных для других целей. Этот метод применяется в целях получения и анализа информации, дающей общее представление о конъюнктуре и тенденциях развития того или иного товарного рынка, изменениях его емкости, развитии отдельных отраслей и сфер производства. Кабинетные исследования могут дать ответ и на такие вопросы, как доступность рынка, его территориальная отдаленность, стоимость перевозки продукции, а также представить статистические данные по изучаемым вопросам. Такие исследования относительно недороги и дают возможность получить информацию в максимально короткие сроки. В кабинетных исследованиях обычно применяют традиционный (классический) метод анализа документов, информативно-целевой анализ, контент-анализ.

**Полевое исследование** — это метод сбора и оценки информации непосредственно об объекте исследования, регистрируемой посредством наблюдения, опроса, эксперимента.

**Наблюдение** — это метод сбора информации согласно поставленной цели путем пассивной регистрации определенных процессов, действий, поступков людей, событий, которые могут быть выявлены органами чувств. Посредством наблюдения изучается поток потребителей в розничной точке, реакция покупателей на витрины. В ходе наблюдения формируется профиль среднего потребителя — типичного представителя некоторой группы (сегмента) реальных или потенциальных покупателей, которому, помимо собственных личностных качеств и признаков, присущи качества и признаки, наблюдающиеся у каждого представителя группы.

При проведении наблюдения исследователь должен придерживаться ряда условий. Чтобы изменения окружающей обстановки не повлияли на изучаемые факторы, наблюдение следует проводить за небольшой промежуток времени. Наблюдаемые процессы должны быть доступны и происходить на публике. Наиболее значимые данные об условиях и ситуациях (реакция потребителей, реплики, обмен мнениями, отношение к товару) фиксируются в протоколах или дневниках. Полученная информация проверяется на обоснованность и устойчивость.

Достоинства метода наблюдения:

- независимость от объекта наблюдения, его желания участвовать в исследовании и способности выразить свое мнение;
- объективность, так как наблюдению подвергаются только фактически происходящие события;
- возможность учета неосознанного поведения людей.

**Опрос** — это метод сбора информации путем выяснения субъективных мнений, предпочтений людей в отношении какого-либо объекта. Достоин-

ства опроса — гибкость формы проведения, возможность выявить суждения, мысли, идеи, мотивацию, привычки покупателей, статистически обработать данные. Недостатки состоят в субъективности полученной информации, зависимости ее качества от способа исследования и от желания участников опроса высказывать свое мнение.

Некоторые формы опроса получили самостоятельные названия. Например, фокусирование, панельные исследования.

*Фокусирование* (фокус-группа) — это форма опроса, предполагающая всестороннее дискуссионное обсуждение проблемы с отобранной группой людей, проводимое модератором с целью установления качественных параметров поведения потребителей. Модератор организует в группе респондентов дискуссию на заданную тему, в ходе которой каждый высказывает свое мнение. Допускается, что респонденты могут иметь противоположные точки зрения и влиять на мнения других участников обсуждения. Однако достижение компромисса не является целью фокус-группы. Дискуссия необходима для того, чтобы каждый участник аргументировал свою позицию, привел факты, доказывающие правильность его точки зрения. Если же участник не убежден в своей правоте, дискуссия выявит возможность повлиять на изменение его позиции в отношении исследуемого объекта. Фокусирование применяют для поиска идей по созданию новых товаров, организации рекламных кампаний, при изучении запросов, мотивов поведения, отношений, ценностей потенциальных потребителей.

*Панельные исследования* проводятся с выборочной совокупностью опрошиваемых, подвергаемых повторяющимся исследованиям, предмет которых остается неизменным. Панельный метод имеет преимущества перед единичными опросами, так как дает возможность сравнивать результаты последующих опросов с итогами предыдущих и устанавливать тенденции и закономерности развития изучаемых явлений.

Панели могут быть потребительскими, розничными и специальными. В них соответственно исследуются мнения индивидуальных потребителей и домохозяйств; предприятий розничной и оптовой торговли; специалистов (экспертов) и специальных учреждений (школ, поликлиник, кинотеатров), фермеров. По времени существования панели подразделяют на краткосрочные и долгосрочные: краткосрочные существуют не более года, долгосрочные — до пяти лет.

С помощью потребительской панели можно получить информацию о количестве товара, покупаемого домохозяйством, денежных доходах и расходах потребителей, структуре расходов, предпочитаемых ценах, видах упаковок товара, различиях в поведении потребителей, принадлежащих к разным социальным слоям, проживающих в городской и сельской местности.

*Эксперимент* — это метод сбора информации путем активного вмешательства исследователя в определенные процессы с целью установления взаимосвязи между событиями. Объекты эксперимента тщательно отбирают и подвергают запланированным воздействиям в условиях контроля за внешним окружением, чтобы выявить статистически значимые различия в их реакции. В той же мере, в какой исследователю удастся «отсечь» или взять под

контроль не относящиеся к делу внешние факторы, наблюдаемые эффекты могут быть соотнесены с воздействием экспериментатора на объект. Устанавливаемые таким образом связи между событиями после критического анализа могут считаться причинно-следственными, а цели эксперимента — достигнутыми.

Как правило, эксперимент проводится для прогнозирования объема продаж или обоснования выбора средств продвижения нового товара. Достоинства эксперимента — высокая объективность, возможность проверки маркетинговых решений (особенно по новым товарам), контроль над окружающей обстановкой; недостатки — наличие временного лага между экспериментом и принятием маркетингового решения, влияние посторонних факторов, большие затраты времени и средств, высокий риск, неопределенность возможности использования результатов эксперимента для других условий среды.

Выбор и применение конкретных методов маркетинговых исследований определяются целями и возможностями организации [10].

Важным моментом в проведении маркетинговых исследований является сбор информации. Маркетинговая информация — это сведения, используемые в маркетинговых исследованиях. Она динамична, характеризуется возможностью многоцелевого использования одних и тех же данных, обладает способностью к преобразованию. Ей присущи различные свойства.

*Полнота* характеризует качество информации и определяет достаточность данных для принятия решений или создания новых данных на основе имеющихся. Чем полнее информация, тем шире диапазон методов, которые можно использовать, тем проще подобрать метод, вносящий минимум погрешностей в ход исследования.

*Актуальность* — степень соответствия информации текущему моменту. Нередко с актуальностью, как и с полнотой, связывают коммерческую ценность информации. Поскольку маркетинговые исследования растянуты во времени, то достоверная, но устаревшая информация может приводить к ошибочным решениям.

*Адекватность* — это степень соответствия информации реальному состоянию объекта. Неадекватная информация может образовываться при создании новой информации на основе неполных или недостоверных данных. Однако и полные, достоверные данные могут приводить к созданию неадекватной информации в случае применения к ним неадекватных методов.

*Доступность* — возможность получить ту или иную информацию. На степень доступности информации влияют одновременно как доступность данных, так и доступность адекватных методов их интерпретации. Отсутствие доступа к данным или адекватных методов их обработки приводят к одинаковому результату: информация оказывается недоступной.

Для использования маркетинговой информации на любом уровне управления ее необходимо правильно отобрать и сформировать. Обычно при проведении маркетинговых исследований используют информацию, полученную на основе первичных и вторичных данных.

*Источник первичной информации* — сам объект исследования, который создает информацию в соответствии с поставленными целями. Первичные

данные имеют следующие достоинства: их отбирают в соответствии с целями исследования, при этом обеспечивается секретность и недоступность сведений для конкурентов, отсутствуют противоречивые данные, методология сбора сведений контролируется. Основные недостатки состоят в том, что сбор первичных данных может занять много времени и потребовать значительных затрат.

Под *вторичной информацией* понимают данные, собранные в ходе кабинетных исследований. Вторичная информация недорога, достаточно достоверна, собирается быстро. Несколько источников позволяют выявить разные подходы к проблеме, сопоставить данные, получить комплексное, разностороннее представление о проблеме.

Недостатки вторичной информации:

- она может не подходить для целей проводимого исследования в силу неполноты, слишком общего характера, нестыковки единиц измерения, использования разных определений и систем классификации, различной степени новизны, сложности оценки достоверности;
- может быть устаревшей;
- может содержать противоречивые сведения, не все материалы исследований, что повлечет за собой неверные выводы.

Поскольку кабинетные исследования — наиболее доступный и дешевый метод маркетинговых исследований, сбор вторичных данных обычно предшествует сбору первичных. Для малых и средних организаций, крестьянских и фермерских хозяйств такие исследования являются доминирующим методом получения маркетинговой информации.

Кабинетные исследования не могут опираться на единственный источник; только сравнение данных нескольких источников может привести к выводам, имеющим ценность. В зависимости от местонахождения источника вторичную информацию подразделяют на внешнюю и внутреннюю.

*Внутренней* называют информацию о событиях, происходящих в организации. Основное назначение внутренней маркетинговой информации заключается в отслеживании возможностей организации по удовлетворению запросов потребителей. Внутренними источниками служат:

- бухгалтерские и финансовые отчеты, отражающие сбыт по ассортиментным группам, отдельным продуктам, географическим регионам, сезонам или декадам, данные о запасах готовой продукции и сырья, издержки, движение денежной наличности, информацию о дебиторской и кредиторской задолженности;
- обзоры жалоб и рекомендаций потребителей, благодарственные письма;
- планы производства и инновационной деятельности.

Характер внутренней информации может не соответствовать целям маркетинга. Например, бухгалтерский учет может вестись по предприятию в целом, что не позволит проводить анализ по отдельным продуктам. Данная проблема решается путем разработки специальных форм учета информации.

*Внешней* называют информацию о событиях во внешней среде организации. Это наблюдения за действиями конкурентов, посредников и других субъектов, сбор сведений о целевых рынках и событиях во внешней среде,

создающих угрозу деятельности организации или благоприятные возможности, на которые необходимо своевременно реагировать. Структура внешней информации задается организацией исходя из ее интересов на достаточно длительный период. Внешняя маркетинговая информация значительна по объему, в ней преобладают качественные сведения, она слабо структурирована, степень ее неопределенности высока. Обычно используют следующие источники внешней информации:

1) официальные издания и документы: законы, указы, постановления государственных органов; выступления государственных, политических и общественных деятелей; официальную статистику, периодическую печать, результаты научных исследований; документы международных организаций (Международного валютного фонда, Европейской организации по сотрудничеству и развитию, ООН и профессиональных ассоциаций). Эта группа источников характеризуется высокой доступностью, но, как правило, содержит устаревшую информацию. Представленные в них сведения доступны всем и поэтому никому не дают преимущества. Это так называемые жесткие данные;

2) связи с клиентами, поставщиками, посредниками, торговым персоналом и сотрудниками самого предприятия, персоналом конкурирующих фирм на выставках, ярмарках, конференциях, презентациях, днях открытых дверей; приобретение товаров конкурентов и т. п. Данная группа источников характеризуется нерегулярностью контактов, значительной трудоемкостью сбора информации. Однако из них может быть получена эксклюзивная информация, которой нет у конкурентов. Стратегическое преимущество может дать и возможность опередить конкурентов, получив эту информацию;

3) специализированные маркетинговые агентства, поставляющие информацию о товарных рынках, розничных ценах, объемах продаж; информацию отраслей, бирж, банков, таблицы курсов ценных бумаг; сведения средств массовой информации об аудиториях и рейтингах, результатах конкурсов. Эта информация обрабатывается и издается специализированными исследовательскими организациями по результатам проведенных ими инициативных исследований. Информация имеет высокое качество и регулярно обновляется, но недоступна для широкого круга пользователей, так как доступ к ней платный. Однако стоимость такой информации значительно ниже, чем стоимость индивидуального маркетингового исследования.

Выбор источников внешней информации определяют следующие факторы:

- цели управления маркетинговой деятельностью;
- особенности функционирования информационной системы исследуемой среды;
- уровень развития инфраструктуры рынка;
- средства на покупку информации.

На рисунке 10.1 приведена классификация основных методов получения и оценки информации.

Методы сбора данных при проведении маркетинговых исследований можно объединить в две группы: количественные и качественные (см. табл. 10.1).



Рис. 10.1  
Методы сбора и обработки информации

Таблица 10.1

Сравнительная характеристика количественных и качественных исследований

Характеристика	Количественное исследование	Качественное исследование
Цель исследования	Получить количественные характеристики определенных показателей выборки и перенести их на генеральную совокупность	Достичь первоначального общего понимания причин определенных явлений
Гибкость при проведении исследования	Низкая (наличие структурированного, стандартного вопроса; односторонняя коммуникация)	Высокая (персональное интервью, в ходе которого первоначальный план интервью может изменяться)
Размер выборки	Большая	Небольшая
Респонденты	Репрезентативная выборка	Эксперты по данной проблеме
Информация, полученная от одного респондента	Незначительная	Значительная
Методы анализа данных	Статистические	Субъективная интерпретация
Требования к интервьюеру	Никаких специальных требований	Наличие специальных знаний по исследуемой проблеме
Затраты времени	Значительные на этапе подготовки и незначительные на стадии анализа	Незначительные на этапе подготовки и значительные на стадии анализа



Количественные исследования обычно подразумевают проведение различных опросов, основанных на использовании структурированных вопросов закрытого типа, на которые отвечает большое число респондентов. Качественные исследования включают сбор, анализ и интерпретацию данных на основе наблюдения за тем, что люди делают и говорят. Поэтому в системе качественных методов получения маркетинговой информации присутствует оценка социально-психологических факторов, мотивов, предпочтений, реакций и т. п.

Для того чтобы качественные наблюдения оценить количественно, требуется специальная процедура оценки (рейтинговая, балльная, весовая и др.) [87].

### 10.5. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АПК

Организация маркетинговых исследований — это способ их осуществления, форма и порядок действий, призванные обеспечить координацию работы всех участников, дать возможность провести исследования как можно эффективнее в намеченные сроки. При этом предполагаются следующие процедуры, связанные как с содержанием исследований, так и с техническими задачами:

- определение видов и последовательности работ, расчет материальных и финансовых затрат, требуемого времени;
- определение количества, набор и подготовка к работе специалистов-исполнителей, формирование групп исполнителей;
- разработка дизайна полевых документов, их тиражирование для пробного исследования, проведение пробного исследования;
- внесение корректив в полевые документы по результатам пробного исследования, тиражирование документов, подготовка полевых работ (уточнение списков респондентов, получение адресов, расчет числа потенциальных респондентов, подбор помещения, инструктирование интервьюеров, определение их нагрузки);
- проведение полевого исследования (распределение задания между исполнителями, контроль за выполнением выборки и процессом сбора данных, рассылка напоминаний и благодарственных писем, другие виды общения с респондентами после сбора данных), прием и обработка данных, ввод данных в информационную базу и контроль за этим процессом, подготовка анализа данных и отчета.

Маркетинговые исследования можно проводить с помощью специализированного исследовательского агентства либо силами службы (отдела) маркетинга предприятия агропромышленного комплекса.

Специализированные агентства предоставляют разнообразные услуги: проводят инициативные маркетинговые исследования, на основе которых выпускают информационно-аналитические обзоры; осуществляют заказные маркетинговые исследования, поддержку решений и консультации. Заказные исследования могут быть стандартными, предназначенными для раз-

личных организаций, и специальными, проводимыми по индивидуальным заказам.

В зависимости от формы финансирования выделяют мультиклиентские и omnibusные исследования. Первые финансируются группой компаний, заинтересованных в решении одной задачи. Стоимость таких исследований для одного клиента невысока, так как затраты распределяются между несколькими заказчиками. Omnibusные исследования проводят для клиентов, интересующихся разными проблемами, решение которых, однако, можно объединить в одном исследовании. В результате заказчики финансируют интересующие их этапы исследования.

Использование услуг специализированного исследовательского агентства имеет как преимущества, так и недостатки. К положительным сторонам относится то, что специализированные организации имеют богатый опыт, кадры высокой квалификации, специальное оборудование для проведения работ и обработки результатов; результаты исследования объективны, так как исследователи независимы от заказчика. Отрицательные стороны: исследования обходятся дороже, чем при выполнении собственными силами; высока вероятность утечки информации; знание особенностей деятельности в сфере АПК ограничено общими представлениями.

Маркетинговая служба (отдел) занимается исследованиями в соответствии с информационными потребностями организации. Необходимость маркетингового исследования возникает в случаях, когда предприятие АПК не достигает поставленных целей, уступает позиции конкуренту, намерено диверсифицировать свою деятельность.

Исследования, проводимые собственными силами, обходятся дешевле заказных. Специалисты организации обладают глубокими знаниями особенностей производимого продукта — тракторов, комбайнов, прицепной техники и др. Исследования носят конфиденциальный характер. Однако их объективность может быть поставлена под сомнение, так как сотрудники могут относиться предвзято к собственному предприятию и к тому же зависимы от руководства. Хуже и техническая база — как правило, это универсальное оборудование и программное обеспечение.

Если агропромышленное предприятие проводит исследования силами службы маркетинга, то большое значение приобретает правильный сбор первичной информации.

Исследования планируются по определенной схеме (рис. 10.2).

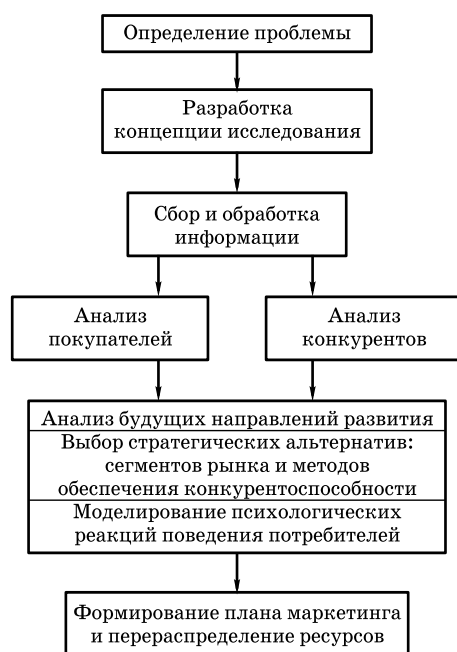


Рис. 10.2

Схема планирования исследований

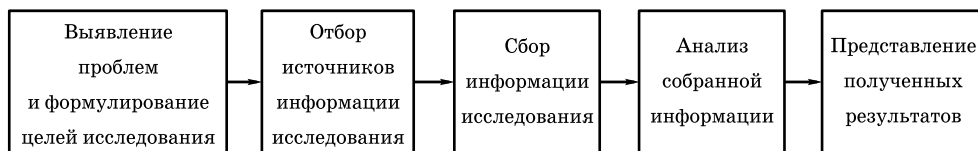


Рис. 10.3  
Схема маркетингового исследования

*Формулирование проблемы* — определение объекта, предмета и метода маркетингового исследования. Этот этап ориентирует на сбор и анализ конкретной информации, нужной для принятия управленческого решения. Поскольку стоимость исследования определяется методом анализа, то способ его проведения должен быть выбран на стадии формулирования проблемы.

*Разработка концепции исследования.* Маркетинговое исследование (его схема представлена на рисунке 10.3) является частью стратегического планирования и служит для снижения неопределенности, сопутствующей принятию решений.

Направления маркетинговых исследований могут быть самыми разными: исследование продукта, его конкурентоспособности, дизайна, оценка реакции на новый продукт, анализ каналов сбыта, определение рыночной доли, установление квот сбыта, каналов продвижения, разработка потребительских панелей, выбор перспектив продвижения продуктов, оценка рекламы, ее эффективности, каналов распределения объемов массового производства и т. п.

Следующий после уточнения проблемы этап исследования — выяснение того, каким образом задача может быть решена. На этой стадии составляется детальный план дальнейших действий. Разработка концепции исследования включает определение гипотезы, метода сбора данных и объема выборки.

Центральное звено — формулирование теоретической гипотезы, т. е. предположения, требующего подтверждения с помощью маркетингового исследования. Гипотеза содержит предварительные объяснения того или иного события и должна поддаваться количественной проверке. Гипотеза формулируется прежде всего для последующей статистической проверки и ограничения возможностей манипуляции исследователя и должна отвечать требованиям категоричности, однозначности и проверяемости. Источниками генерации гипотез могут служить творческое и логическое мышление, аналогии, изучение соответствующей литературы. Фирма должна определиться, на какие товары и рынки следует обращать внимание. При этом необходимо достичь поставленных целей: увеличения прибыли, захвата доминирующего положения в рамках определенной доли рынка и т. п.

Подготовка и проведение наблюдения включают следующие процедуры:

- определение цели, задач, объекта и предмета наблюдения. В зависимости от целей исследования в качестве предмета наблюдения обычно выбирают какую-либо одну или ограниченное число сторон деятельности объекта, например изучают поведение потребителей при выборе сельскохозяйственной техники в салоне продаж;

- выбор места, времени и формы наблюдения, обеспечение доступа к месту наблюдения (получение соответствующих разрешений);
- разработка процедуры наблюдения, его единиц и рамок. Единица наблюдения — это некие действия или признаки, с помощью которых будет описываться исследуемое поведение и по которым можно судить о произошедшем событии. В качестве такой единицы можно зафиксировать любой сложный набор действий — например, покупатель может посмотреть на определенный товар (молоко, хлеб, сахар), взять его в руки и т. д. Рамки наблюдения — это степень детализации, уровни наблюдаемого поведения, которые должны быть охвачены в процессе исследования, например поведение объекта в целом — первый уровень, в отношении конкретного предмета или процесса — второй, в конкретной ситуации — третий и т. д.;
- подготовка отчета, в котором указываются время, место, обстоятельства наблюдения, способ наблюдения и роль наблюдателя, содержится характеристика наблюдаемых лиц, анализ информации, собственные заметки и интерпретации наблюдателя, оценка надежности полученных результатов [15].

Проведение опроса предполагает предварительную кропотливую работу исследователя над анкетой. Анкета должна быть ясной, однозначно понимаемой. Чтобы достичь этого, надо соблюдать несколько правил формулировки вопросов. Вопрос должен фокусироваться на одной проблеме или теме, быть кратким и четким. Все респонденты должны понимать его одинаково и отвечать именно на него. Вопросы следует формулировать нейтрально, без положительной или отрицательной оценки рассматриваемой проблемы. Желательно, чтобы они располагались в определенной логической последовательности. Вначале надо задать вопросы, с помощью которых можно определить уровень компетентности респондента в области проводимого исследования. Затем идут вопросы «разминки» — относительно простые, заинтересовывающие респондентов, показывающие, что они легко справятся с ответами. За разминочными вопросами следуют основные, более сложные. Наиболее трудные вопросы, требующие использования специальных шкал, рекомендуется располагать в середине или ближе к концу анкеты. При определении размера анкеты руководствуются тезисом: «чем меньше вопросов, тем больше шансов получить все ответы». Следует помнить, что общее число вопросов не должно превышать 45. Это максимум, после которого внимание опрашиваемого снижается.

Анкета должна быть составлена так, чтобы с ней было легко работать: в ней должны быть «указательные знаки» и стрелки, которые показывали бы последовательность вопросов, и четкие инструкции (например: «Если Вы на вопрос 4 ответили „нет“, переходите к вопросу 10»; «Обведите кружком ответ, который Вы считаете правильным»). Надо предусмотреть достаточно места для того, чтобы респондент мог дать полный ответ, если вопрос открытый.

Кроме общих, существуют по крайней мере два специальных подхода к проектированию анкет: туннельный и секционный. При туннельном подходе постепенно переходят от общих вопросов к более узким, частным.

Секционный подход заключается в том, что последовательно рассматриваются вопросы на отдельные темы. На практике зачастую используют комбинацию этих подходов.

Проведение *группового опроса* предполагает ряд организационных действий. Во-первых, необходимо найти или приспособить место для проведения опроса, которое позволяло бы респондентам сосредоточиться на анкете. Помещение должно быть достаточно освещенным, со столами, чтобы было удобно писать, или подставками для письма, ручками и т. д. Надо обеспечить респондентам свободу движений и оградить их от возможности того, что кто-то заглянет в их анкету во время ее заполнения. Во-вторых, следует отобрать людей с искомыми характеристиками, убедить их участвовать в исследовании и собрать в назначенном месте в определенное время. Число респондентов, одновременно заполняющих анкеты в одном помещении, определяется для каждого случая индивидуально. В-третьих, надо выступить перед аудиторией и сообщить о целях исследования и способах работы с анкетой. Если аудитория сформирована без участия анкетера, то его следует представить. Это может сделать руководитель исследования. Важно убедить респондентов работать самостоятельно, не отвлекаясь и не мешая друг другу. В-четвертых, следует раздать анкеты и в случае необходимости индивидуально проконсультировать респондентов по процедуре их заполнения. В-пятых, собрать анкеты и убедиться, что в них есть разборчиво написанные ответы на все вопросы.

Основные проблемы организации опроса по почте — отказ респондентов отвечать или задержка их ответов, а также участие не тех лиц. Ответы не присылают по двум основным причинам — из-за апатии и потому, что исследователь не смог привлечь внимание адресата. Последняя проблема может быть успешно решена путем уведомления об опросе, за три–четыре дня до отправки анкеты посылаемого почтой или по телефону, а также напоминания респонденту (через 2–3 недели) о том, что он не отреагировал на обращение. Дополнительные меры, которые помогут преодолеть апатию и нежелание отвечать, — ограничение числа вопросов в анкете, улучшение ее верстки; небольшой сувенир для поощрения отвечающих; объявление розыгрыша призов.

При организации *интервью* большого внимания требует создание благоприятной обстановки: изолированное помещение, блокирование отвлекающих факторов (присутствия третьих лиц и их вмешательства в беседу, посторонних разговоров, телефонных звонков, хождения).

Лучше всего, если беседу ведет один человек, а регистрирует (стенографирует) другой. Ассистент интервьюера, ведущий запись, садится так, чтобы опрашиваемый мог видеть его боковым зрением, тогда как интервьюер располагается напротив респондента. Этим достигается двойная цель: внимание приковано к интервьюеру и отвлечено от ведущего протокол, в то же время сам факт ведения протокола не скрывается, и это перестает волновать респондента.

Протокол интервью оформляется на основе записи беседы тотчас или вскоре после ее окончания. Для оценки уровня контакта с респондентом фиксируют длительность беседы по мнению опрашиваемого (интуитивно)

и сопоставляют с реальной длительностью. Например, опрашиваемый сказал, что беседа продолжалась 40 мин, тогда как реально она длилась 50 мин: это означает, что респондент чувствовал себя непринужденно.

Успех *фокус-группы* во многом зависит от ведущего. Он должен стремиться к возникновению естественной дискуссии среди участников, при этом не отходя от обсуждаемой темы. Ведущий должен быть коммуникабельным человеком, проявляющим глубокий интерес к позициям и комментариям участников группы. Обычно до начала дискуссии в фокус-группе ведущий готовит детальный план, стремится расширить свои знания по обсуждаемой проблематике.

Оптимальный размер фокус-группы — от 8 до 12 человек. При меньшем числе участников не создается необходимый динамизм для продуктивной работы группы, и ведущему приходится прилагать массу усилий для активизации работы. В группе, превышающей 12 человек, трудно вести продуктивную дискуссию, так как она может разбиться на подгруппы, в которых будут вестись разговоры на отвлеченные темы, а в самой дискуссии примут участие лишь несколько человек. Заранее трудно определить численность участников. Нередко изъявляют желание принять участие в дискуссии 12 человек, а фактически приходят только 6. Что касается состава группы, то рекомендуется ее формировать исходя из принципа гомогенности (по возрасту, виду деятельности, семейному положению и т. д.). В этом случае создаются наилучшие условия для свободной дискуссии.

Обычно работу фокус-группы записывают с помощью аудио- и видеотехнических средств. Современные коммуникационные технологии расширяют диапазон применения фокус-групп, появляется возможность организации взаимодействия нескольких групп, проводящих сессии на разных агропромышленных предприятиях области.

При организации сбора данных *панельным методом* исследователю важно определить способ получения информации. Требуемая информация (заполненные дневники, опросные листы) высылается почтой; для участников панели ее собирают специальные работники. Опрашиваемые интервьюируются через определенные промежутки времени, а внутри временного интервала высылают информацию по почте.

В процессе планирования и проведения *эксперимента* исследователю надо выбрать зависимые и независимые переменные и их показатели, определить логическую структуру доказательств гипотезы. Логика взаимосвязи событий опирается на измерение состояния объекта исследования до и после эксперимента. Чтобы снизить влияние посторонних факторов, измерения можно производить параллельно в двух группах — экспериментальной (подвергается воздействию) и контрольной (не подвергается воздействию). Исследователь может сравнивать характеристики по экспериментальной группе до и после воздействия фактора (например, исследование объема продаж до рекламного обращения и после него), по экспериментальной и контрольной группам после воздействия фактора (изменение объема покупок после изменения характеристики товара) и до и после воздействия фактора (при изучении влияния мер по стимулированию сбыта на предпочтения покупателей).

*Презентация (публичное представление) результатов маркетингового исследования* требует подготовки сценария. Обычно презентацию разрабатывают по следующей схеме:

- утверждают ее тему и содержание, график проведения;
- определяют число участников, докладчиков, гостей, прессы, выбирают место проведения;
- отбирают темы докладов и докладчиков, подбирают участников, рассылают приглашения докладчикам и участникам, публикуют информацию о докладах, руководителях презентации;
- разрабатывают программу и порядок проведения презентации с указанием организатора, круга участников, места и времени мероприятия;
- организуют рабочие места докладчиков и участников, техническое оснащение.

На презентации предусматриваются открытие заседания, представление докладчиков, организация дискуссий и выступлений, закрытие мероприятия. При необходимости дискуссии и выступления можно стенографировать, а ход и итоги презентации — публиковать в средствах массовой информации. Так, например, для выявления и формулирования закономерностей, тенденций и внутренних связей, которые определяют развитие спроса сельхозпроизводителей Тамбовской области на технику, были использованы определенные формы анкет и таблицы сбора информации.

Процесс исследования состоит из трех последовательно связанных между собой этапов.

1. Подготовка и организация исследования. На данном этапе ставится цель исследования, разрабатываются стратегия, рабочая гипотеза, формы и методы организации исследовательского процесса. Затем изучается состав сельхозпроизводителей, выявляются факторы, влияющие на величину спроса, производится оценка фактического количества приобретаемой техники, учитываются цены на нее. Кроме того, определяются наиболее существенные факторы, оказывающие воздействие на потребительский спрос.

2. Проверка рабочей гипотезы, уточнение диагноза отклонений, сопоставление целей и задач предшествующего этапа с достигнутыми результатами. Производится поиск методов и выработка методических подходов к определению спроса сельхозпроизводителей на технику. На основе запросов отдельных групп потребителей проводится сегментирование рынка в зависимости от ассортимента продукции, выявляется неудовлетворенный спрос, разрабатываются индивидуальные методические подходы к оценке потребительского спроса. На основе анализа и обобщения полученных величин производится расчет общей величины спроса на сельскохозяйственную технику различных видов.

3. Прогнозирование развития емкости рынка, разработка рекомендаций по балансировке спроса и предложения. Осуществляется корректировка данных, полученных на втором этапе исследования, определяется объем спроса сельхозпроизводителей на технику.

Репрезентативность опроса обеспечивается тем, что:

- респонденты имеют различный уровень образования, компетенции, подверженности влиянию стереотипов и информационных клише;

- среди опрашиваемых имеются как жители областного центра, так и представители городов областного подчинения, поселков городского типа и сельских населенных пунктов;
- анкеты не содержат терминов и понятий, способных затруднить понимание смысла вопросов.

*Опрос* чаще всего предусматривает случайный неповторный отбор единиц наблюдения. Отказы в предоставлении ответов не должны превышать 1% от численности респондентов [22].

Анкета может включать вопросы разного типа.

1. *Вопросы, предполагающие свободный ответ*, когда респондент не связан рамками предложенных вариантов и имеет возможность отвечать своими словами. Например: «Какие технико-экономические показатели продукции данного вида Вы учитываете (принимаете во внимание) при принятии решения о приобретении конкретного образца данной продукции? Проранжируйте эти показатели по степени значимости для принятия решения о покупке, расположив их в списке показателей в порядке убывания значимости (например, 1 — надежность, 2 — экономичность, 3 — удобство эксплуатации и т. д.)». Преимущество вопросов этого типа состоит в том, что они не требуют дополнительных разъяснений, респондент может высказать любые пожелания в отношении данного вида продукции. Недостатки таких вопросов состоят в том, что могут возникнуть трудности при анализе и обобщении ответов, их записи и интерпретации.

2. *Вопросы, предполагающие выбор готового ответа* из предлагаемых вариантов. Требования потребителей в отношении предельных (лучших) значений технико-экономических показателей того или иного вида продукции могут быть выявлены путем предоставления набора ряда альтернативных предельных значений. Респонденту остается лишь выделить желаемое предельное значение из предложенного набора. Например, выявляя требования потребителей к нормам расходования топлива в тракторе при вспашке 1 га зяби, можно предложить следующий набор альтернативных предельных значений расхода топлива: 12, 13, 14, 15, 17, 18 кг. Естественно, в разных анкетах будут выделены различные предельные значения расхода топлива из предложенного набора. В данном случае при обработке результатов можно воспользоваться методами экспертных оценок.

Преимущество вопросов этого типа состоит в том, что облегчается процедура обработки заполненных анкет, и само заполнение не требует от респондента больших усилий. Недостатки таких вопросов связаны с тем, что они могут не охватывать всех возможных вариантов ответов.

3. *Вопросы, предполагающие только два варианта ответа: «да» или «нет»*. Например: «Желаете ли Вы повышения надежности работы данного изделия? Приобрели бы Вы данное изделие (сеялку, плуг и т. п.), способное легко агрегатироваться с Вашим трактором?» Преимущество таких вопросов в том, что на них легко отвечать, а систематизация ответов не вызывает затруднений. Недостатком вопросов такого типа является то, что их сложно сформулировать должным образом. Кроме того, они требуют однозначного ответа, в то время как респондент иногда не может ответить однозначно.



4. Вопросы, содержащие шкалу оценок, используются для выявления отношения респондента к определенному типу продукции, например к изделиям конкретной фирмы. Например: «Как Вы оцениваете качество продукции фирмы „Агроник“»?

- Отличное.
- Хорошее.
- Среднее.
- Плохое.

Недостатком вопросов этого типа является то, что респондент не всегда может дать четкую оценку, так как он неоднозначно воспринимает некоторые свойства (среднее качество).

По функции вопросы могут быть основными или наводящими, контрольными или уточняющими и пр. Тип вопроса может влиять на полноту и правдивость ответа. Что касается формулировки вопросов, то фразы должны быть по возможности короткими, ясными по смыслу, простыми, точными и однозначными. Самые типичные ошибки при составлении анкет:

- 1) скрытая заданность ответа;
- 2) чрезмерная детализация;
- 3) двусмысленность вопросов;
- 4) недостаточная различительная сила вопросов.

Хорошие вопросы должны удовлетворять обычным критериям надежности и валидности.

Системность исследования рынка означает необходимость изучения крупных систем, которые могут быть разбиты на составляющие подсистемы. Рынок сельскохозяйственной техники региона может быть представлен как система рынков отдельных районов (административно-территориальное деление).

Рыночные исследования обычно осуществляются комплексно. Набирается и анализируется статистический материал о емкости рынка, динамических изменениях его показателей. Считается, что оптимально иметь ежемесячные показатели, по которым строятся динамические ряды и проводится систематический анализ. Комплексность изучения рынка означает, что принимаются во внимание все качественные особенности рынка на каждом из уровней разложения. Данный фактор, например, может проявляться в ассортименте товаров, ассортиментных группах, отдельных товарах.

Только в тех случаях, когда системность исследования дополняется комплексностью, могут быть получены положительные результаты.

В процессе исследования рынка необходимо произвести сегментацию покупателей товара, которая впоследствии может быть использована государственными органами при принятии управленческих решений.

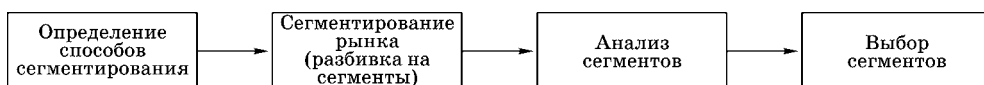


Рис. 10.4  
Процесс сегментации рынка

В общем виде процесс сегментация рынка сельскохозяйственной техники представлен на рисунке 10.4.

Процесс сегментации рынка для предприятия-изготовителя является важным этапом его маркетинговой деятельности, помогает определить круг потребителей, способствует успешной коммерческой деятельности.

Классификацию факторов, служащих для сегментации рынка сельскохозяйственной техники, целесообразно провести следующим образом:

- социальные факторы (возраст потребителей, пол, уровень общей и профессиональной подготовки);
- экономические (доходы, кредитоспособность, уровень потребления товара);
- географические;
- политические (тип политической власти, политическая стабильность, активность политических сил);
- психологические (отношение к товару);
- потребительские мотивы (цена, обслуживание, качество изделий).

Рыночная сегментация ведет к росту издержек производства и обращения, но обеспечивает поставщику ряд преимуществ: фирма может сосредоточить свои усилия на обслуживании таких групп потребителей, спрос которых недостаточно удовлетворен в данное время; при дифференциации рекламной и сбытовой деятельности предприятие добивается наибольших результатов в формировании потребностей конечных покупателей.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность маркетинга как науки и сферы практической деятельности?
2. Чем обусловлено появление маркетинга?
3. Какую роль играет маркетинг в формировании методов рыночной деятельности предприятий?
4. Что такое спрос и какова его роль в осуществлении стратегии и тактики маркетинга?
5. Какие виды маркетинга используются в практике работы предприятий?
6. Каковы особенности маркетинга и его становления в аграрном секторе экономики России?
7. Каковы функции агромаркетинга?
8. Назовите элементы комплекса маркетинга.
9. Дайте определение маркетинговых исследований. Какова роль маркетинговых исследований в процессе управления?
10. Охарактеризуйте методы маркетинговых исследований.
11. Опишите систему агромаркетинговой информации, ее роль в повышении конкурентоспособности предприятия АПК.
12. Что представляет собой вторичная информация, чем она отличается от первичной?
13. Охарактеризуйте факторы микро- и макросреды маркетинга.
14. В чем заключаются основные требования к составлению анкеты, какие существуют методы для обработки и анализа полученных данных?
15. Представьте себе, что вам поручено провести маркетинговое исследование для определения объема и структуры спроса на молочные продукты (макаронные изделия, овощи и т. д.). Как бы вы организовали исследование? Разработайте анкету для опроса потенциальных покупателей. Опросите нескольких покупателей, напишите рекомендации для производителей (продавцов) этих товаров.

16. Опишите схему планирования исследований.
17. Расскажите о каналах товародвижения и их функциях.
18. Какие факторы лежат в основе ценовой политики?
19. Почему сегментирование рынка можно рассматривать как предпосылку более полного удовлетворения потребностей?
20. Соберите информацию, позволяющую охарактеризовать состояние группы экономических факторов маркетинговой макросреды в современной России. Как с точки зрения маркетинга можно оценить существующие тенденции?
21. Соберите информацию, позволяющую охарактеризовать состояние демографических факторов макросреды маркетинга в России на настоящий момент. Как с точки зрения маркетинга можно оценить существующие тенденции?
22. В каких маркетинговых исследованиях, по вашему мнению, нуждаются сегодня российские компании?
23. Какие консультации в области маркетинга со стороны специализированных организаций могли бы способствовать решению современных проблем развития российских компаний?
24. Прокомментируйте утверждение: «Целевой рынок — точка приложения маркетинга».



# ПРИЛОЖЕНИЯ



*Приложение 1 (введение).*  
**Приоритетные направления развития науки, технологий  
и техники в Российской Федерации**  
(утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899)

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Индустрия наносистем.
3. Информационно-телекоммуникационные системы.
4. Науки о жизни.
5. Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные и космические системы.
8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

*Приложение 2 (введение).*  
**Перечень критических технологий Российской Федерации**  
(утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899)

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2. Базовые технологии силовой электротехники.
3. Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.
5. Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
6. Клеточные технологии.
7. Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
9. Технологии атомной энергетике, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
10. Технологии биоинженерии.
11. Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
12. Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
13. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
14. Технологии наноустройств и микросистемной техники.
15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
16. Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
17. Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
18. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.

19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.

21. Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

22. Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.

23. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.

24. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.

25. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

### Приложение 3.

#### Показатели выхода этанола из растительных отходов (выход этанола из 1 т сырья (сухая масса) [16])

Сырье	Выход, л	Сырье	Выход, л
Кукуруза (зерно)	470	Отходы очистки хлопка	215
Стебли кукурузы	427	Лиственные опилки	381
Рисовая солома	415	Багасса	421

### Приложение 4.

#### Характеристика некоторых видов биотоплива [16]

Вид топлива	Влага, % массы	Зола, % массы	Сера, % массы	Хлор, % массы	Теплота сгорания, сухая, б/зол., МДж/кг	Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>
Опилки	8–60	0,4–0,6	0–0,3	0,005	16–18	200–350
Гранулы, брикеты	9–10	0,4–0,8	0–0,3	0–0,05	19–21	550–700
Энергетический лес	25–50	1–5	0,005–0,03	0,01–0,1	18–20	200–350
Кора	21–65	2–6	0–0,01	0–0,02	20–25	300–550
Солома	10–20	4–10	0,05–0,2	0,05–1,5	18–20	Низкий
Конопля	15–75	1,6–6,3	0,03–0,07	0,04–0,1	19	Низкий
Зерновые	14	2–4	0–0,5	0,02–2,3	17–22	250–390
Шелуха зерновых	12	10	0,2	0,2	20	Высокий
Оливковые отходы	0–21	0,4–16	0,01–0,3	0–0,04	19–25	Высокий
Зерна какао	7	5	0,3	0,02	30	495
Отходы цитрусовых	8–10	4–7	0,2	0,02	21	600
Орехи масляных деревьев	3,3–7,6	6–7	0,3	0,1	23	700
Навоз, помет	4–92	15–42	0,3–1,1	0,6–2,4	19–21	Низкий

**Приложение 5.**  
**Номенклатура и классификация ВСП и отходов пищевой**  
**и перерабатывающей промышленности АПК [16]**

Наименование видов вторичного сырья и отходов по отраслям пищевой и перерабатывающей промышленности	Вид	Источник образования	Технологическая стадия получения	Агрегатное состояние	Воздействие на окружающую среду	Материал	Степень использования	Отрасли, использующие ВСП или продукцию из них
<b>Мясная отрасль</b>								
Кровь	Вторичные сырьевые ресурсы (ВСП)	Животный	Первичная переработка скота	Жидкое	Безвредное	Многотоннажная	Полная	Мясная, сельское хозяйство, звероводство, комбикормовая, деревообрабатывающая, металлургическая
Кость	ВСП	То же	То же	Твердое	То же	То же	То же	Мясная, комбикормовая, клеежелатиновая, пищевая, желатиновая
Субпродукты второй категории	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	Мясная, звероводство
Жир-сырец	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	Мясная
Рогокопытное сырье	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	Комбикормовая, металлургическая
Шкурсырье	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	Легкая, пищевая, комбикормовая
Непищевое сырье	То же	То же	Жидкое	Безвредное	Многотоннажное	То же	То же	Комбикормовая, пищевая
Каньга	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же	Сельское хозяйство

**Приложение 6.**  
**Удельные показатели образования ВСП в мясной промышленности [16]**

Наименование ВСП (единица измерения)	Норматив образования
Кровь (от живой массы), %:	
крупного рогатого скота	2,1
свиней	1,6
Кость (от живой массы), %:	
крупного рогатого скота	10,2
свиней	8,2



Наименование ВСП (единица измерения)	Норматив образования
Субпродукты (от живой массы), %:	
крупного рогатого скота	7,1
свиней	7,6
мелкого рогатого скота	3,6
Жир-сырец (от живой массы), %:	
говяжий	4,6
свиной	3,3
бараний	2,2
Рогокопытное сырье (от массы мяса на костях), %:	
крупного рогатого скота	0,38
свиней	0,07
мелкого рогатого скота	0,38
Шкурсырье (на 1 т мяса), кг:	
крупного рогатого скота	150
свиней	100
мелкого рогатого скота	252
Непищевое сырье (от массы мяса на костях), %:	
крупного рогатого скота	6,8
свиней	5,9
мелкого рогатого скота	17,7
Каньга (от массы мяса крупного рогатого скота), %	8,0

*Приложение 7.*  
**Использование ВСП и отходов мясной промышленности [16]**

Вторичные сырьевые ресурсы	Направление использования		
	пищевое	кормовое	техническое и др.
Кровь	Колбасные изделия, консервы, зельц и др.	Кровяная мука, заменитель цельного молока (ЗЦМ)	Разная продукция деревоперерабатывающей и металлургической промышленности
Кость	Пищевой жир, пищевые бульоны	Костная мука, добавки в комбикорм	Технический жир для клежеватинной промышленности
Субпродукты второй категории	Колбасные изделия	—	—
Жир-сырец	Топленый жир	—	—
Рогокопытное сырье	—	Кормовая мука, составная часть кормового полуфабриката, ЗЦМ	—
Шкурсырье	—	Добавка в корма	Кожевенное сырье, технический жир
Непищевое сырье	—	Мясокостная мука	Технический жир
Каньга	—	—	Белковорастительный обогатитель для сельского хозяйства, удобрения

**Приложение 8.**  
**Способы переработки молочной сыворотки [16]**

Способ переработки молочной сыворотки	Характеристика
Тепловая обработка	Наилучшие результаты для временного хранения достигаются при сочетании охлаждения с предварительной пастеризацией. Сыворотку нагревают до 72 ( $\pm 2$ )°С до теплового порога денатурации белков, охлаждают до 6 ( $\pm 2$ )°С. Такую сыворотку можно хранить до двух суток
Сепарирование	Для извлечения молочного жира и казеиновой пыли, а также выделения сывороточных белков после их тепловой коагуляции для получения белкового продукта, а также очистки от несахаров при производстве молочного сахара
Консервирование	Применение консервантов. При переработке молочной сыворотки нашли практическое применение следующие консерванты: аскорбиновая кислота, свекольный сахар, формалин (формальдегид), пероксид водорода, поваренная соль. Сгущение и сушка. Эффективные методы переработки молочной сыворотки в продукты длительного хранения, при этом значительно уменьшается объем исходного сырья, снижаются транспортные расходы. Молочную сыворотку сгущают выпариванием, криоконцентрированием (вымораживанием), гиперфильтрацией. Наиболее распространен процесс выпаривания в вакуум-выпарных аппаратах
Биологическая обработка	Основные направления биологической обработки: синтез белковых веществ микроорганизмами, использующими для роста и развития лактозу; гидролиз лактозы протеолитическими ферментами до моноз; микробный синтез витаминов, жира, ферментов и антибиотиков; переработка лактозы в молочную кислоту и этиловый спирт; расщепление белков до свободных аминокислот и др. Обработка микроорганизмами. Использование микроорганизмов — один из основных способов обработки молочного сырья, в том числе и молочной сыворотки. Для этого в молочную сыворотку после предварительной обработки вносят различные закваски, которые готовят на чистых культурах микроорганизмов (молочнокислых, уксуснокислых бактерий, дрожжей). Обработка ферментными препаратами. Для гидролиза молочного сахара (лактозы) используют фермент Р-галактозидазу. В результате гидролиза плохо растворимый молочный сахар (лактоза) превращается в хорошо растворимую смесь моносахаров (глюкозы и галактозы)
Мембранные методы обработки	К мембранным методам обработки относятся гиперфильтрация (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос) и электродиализ

**Приложение 9.**  
**Нормативы образования ВСР при выработке крупы, % [16]**

Культура	Основная продукция		Вторичные сырьевые ресурсы и отходы							
	крупя целая	крупя дробленая	дробленка кормовая	мучка, сечка	лузга	мелкое зерно	отходы		зародыш	усушка
							I и II категории	III категории		
Рис	55,0	10,0	—	12,2	18,4	—	3,0	0,7	—	0,7
Гречиха (при проращении)	62,0	5,0	—	3,5	20,8	—	6,5	0,7	—	1,5
Просо	65,0	—	4,0	7,5	15,5	—	7,0	0,5	—	0,5
Овес	45,5	—	—	15,5	27,0	5,0	2,8	0,7	—	3,5

Культура	Основная продукция		Вторичные сырьевые ресурсы и отходы							
	крупа целая	крупа дробленая	дробленка кормовая	мучка, сечка	лузга	мелкое зерно	отходы		зародыш	усушка
							I и II категории	III категории		
Ячмень при наработке крупы:										
перловой	45,0	—	—	40,0	7,0	5,0	1,0	0,7	—	1,3
ячневой	65,0	—	—	18,0	7,0	5,0	3,0	0,7	—	1,3
Пшеница	63,0	—	—	30,0	—	—	5,3	0,7	—	1,0
Горох	47,0	30,0*	—	6,5	6,0	5,0	1,0	0,5	—	4,0
Кукуруза	40,0	15,0**	—	34,0	—	—	3,0	0,5	7,0	0,5

\* колотый; \*\* мука.

*Приложение 10.*  
**Нормативы производственного брака и реализуемых отходов  
в хлебопекарной промышленности [16]**

Показатели	Норматив, %
Брак:	
производственный	0,2
экспедиционный	0,1
Реализуемые отходы на предприятиях	0,1
Потери при хранении муки:	
тарном	0,15
бестарном	0,09

*Приложение 11.*  
**Кормовая ценность вторичных сырьевых ресурсов [16]**

Сырье, продукт	Кормовые единицы (в 1 кг)	Переваримый протеин, %	Са, мг/кг	Калорийность, ккал/кг
Кормовая мука из отходов:				
кабачков	0,72	4,73	128	3301
капусты	0,84	11,21	146	4484
моркови	0,87	10,87	190	4650
томатов	0,61	13,65	175	5258

**Приложение 12.**  
**Комплексные технологии переработки плодовоовощного сырья**  
**и вторичных ресурсов отрасли [16]**

Технология	Разработчик	Эффект
Комплексная переработка плодов бахчевых культур	Волгоградская ГСХА	Безотходная переработка сырья: семена используют как посевной материал или для производства лечебно-профилактических препаратов; из корок производят цукаты; из мякоти плодов — порошок, шоре, джемы, повидло; сок используется в свежем виде
Комплексная переработка арбузов	Северокавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства; ЗАО «Комбинат „Теучежский“»	Получение арбузных дистиллятов из некондиционных плодов и излишков урожая
Комплексная переработка чеснока	ГНУ ВНИИКОП	Получение из вторичного сырья и отходов продуктов с регулируемым содержанием биологически активных веществ профильного назначения
Комплексная переработка ревеня	Хабаровская государственная академия экономики и права; Тихоокеанский государственный экономический университет	Получение из вторичного сырья модифицированного, сохраняющего целостность растительных волокон при дальнейшей термобработке полуфабриката из ревеня
Безотходная переработка растительного сырья с участием микроорганизмов	Нижегородский НИИ эпидемиологии и микробиологии	Получение биологически ценных молочнокислых заквасок из соковых выжимок
Переработка отходов свеклы столовой	Дальневосточная государственная академия экономики и управления	Производство пищевых красителей, порошковых ингредиентов для пищевой промышленности
Переработка твердых отходов растительного сырья	Волгоградский НИИ мясомолочного скотоводства и переработки продукции животноводства	Производство сорбентов для очистки водных растворов от тяжелых металлов и органических красителей, сорбентов для выведения тяжелых металлов из организма сельскохозяйственных животных при скармливании
Изготовление консервов из вторичного сырья пищевых производств	ГУ «Красноярский НИИ хранения и переработки сельхозпродукции»	Изготовление консервов с добавлением других компонентов в виде шоре и паст
Утилизация семян граната	АО «Химфарм»; ЮКГУ им. М. Ауезова (г. Шымкент, Казахстан)	Получение нетрадиционного растительного масла
Безотходная комплексная технология переработки плодов граната	Государственный университет Акакия Церетели (Грузия)	Из выжимок граната получают биопрепарат сиропа-красителя «Гранат», который используют в качестве коньячной основы. Из семян и корок получают муку, затем масло, используемое в косметике. Спиртовой экстракт из выжимок применяют в качестве добавок к зубной пасте, шампуням, кремам для рук и ног
Утилизация виноградных косточек	Ставропольский ГАУ	Получение нетрадиционного растительного масла
Переработка плодов и отходов шиповника, малины, калины	ГНУ НИИ пищевого концентратной промышленности и специальной пищевой технологии	Получение биологически активных компонентов

*Приложение 13.*  
**Нормативы образования и сбора отходов картофеля [16]**

Наименование картофелепродуктов	Способы очистки картофеля	Норма образования вторичного сырья, %	Норма сбора вторичного сырья от массы переработанного сырья, %
Сухое картофельное пюре в виде:			
крупки	Паровой	41,5	39,3
хлопьев	То же	43,1	40,9
гранул	То же	37,6	35,4
Картофель гарнирный быстрозамороженный	Паровой, механический	48,5 66,7	39,3 46,5
Картофель хрустящий	Механический	31,2	28,9
Биточки картофельные быстрозамороженные	Паровой	46,6	44,6
Сушеный картофель	То же	33,0	30,8

*Приложение 14.*  
**Современные технологии производства красителей и порошкообразных продуктов из основного и вторичного сырья плодоовощной отрасли [16]**

Технология	Разработчик	Краткая характеристика
Производство натуральных порошковых концентратов из томатов путем низкотемпературного обезвоживания в вакууме (НОВ)	Научно-экспертное общество «Эльтрон»	Обеспечивает кипение и испарение воды в вакууме при температуре 20–50°C. При этом происходит фракционирование жидкой массы на чистую воду, твердое (сухое) вещество влажностью до 1% и газообразный экологически безопасный выхлоп
Производство пищевых порошков	ГНУ ВНИИКОП	Концентрирование продукта достигается воздействием диоксида углерода, азота или закиси азота с расходом ниже критического значения. Упаривание происходит во вращающемся барботажном слое, процесс интенсифицируется генерируемым потоком теплоносителя и ультразвуковыми колебаниями. Распылительная сушка также происходит в поле ультразвуковых колебаний
Производство быстрорастворимых порошков из растительного сырья	ГНУ ВНИИКОП	Используется комбинированный способ сушки. Инстант-порошок характеризуется улучшенной восстанавливаемостью при получении целого продукта в отличие от традиционных технологий
Производство натуральных пищевых красителей с использованием ферментативного катализа	Московский государственный университет пищевых производств	Предобработка сырья ферментным комплексом «целловеридин–пектофетидин» 3 : 1 обеспечивает более высокий выход красящих веществ

**Приложение 15.**  
**Объемы образования ВСР и отходов масложирового производства по годам [16]**

Наименование ВСР и отходов	Количество отходов, тыс. т			
	2000 г.	2002 г.	2005 г.	2011 г.
<b>Маслодобывание</b>				
Масличный сор	41,13	32,85	35,31	50,08
Подсолнечная лузга	492,03	392,96	422,4	599,04
Жмых	1319,26	1053,62	1132,56	1606,16
Шрот	1494,93	1193,92	1283,37	1820,05
<b>Жиропереработка</b>				
Фосфатиды	2,267	2,46	4,5	11,5
Соапстоки	67,7	92,25	144,0	207
Отбельные глины	1,862	2,422	5,4	15,53
Погоны дезодорации	2,437	3,69	5,76	8,28

**Приложение 16.**  
**Сравнительная характеристика плит из лузги и ДСП [16]**

Плита	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Разбухание по толщине при обычной влажности, %
Из древесной стружки	720–850	15,0–17,0	20–30
Из лузги (содержание лузги 80%)	541–594	5,74–6,20	29,4
Из лузги, облицованной шпоном	641	15,0	—

**Приложение 17.**  
**Сравнительная характеристика растительных масел, используемых при производстве биодизеля [16]**

Показатели	Масло						
	рапсовое	подсолнечное	хлопковое	соевое	пальмовое	арахисовое	льняное
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	915	924	916	923	913	917	932
Вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	77	63	84	25	—	81,5	29
Температура, °С							
вспышки	305	320	318	220	295	—	—
кристаллизации	–18	–16	–4	–11	–8	—	—
Теплота сгорания (низшая/высшая), кДж/кг	–/37 200	36 981/39 686	–/34 000	–/39 000	–/38 000	37 023/39 638	–/37 000
Цветное число	36	33,4	41	27	—	—	36,6
Масло:							
содержание, %	43	42	—	22	—	37	—
выход, л/кг	0,37	0,25	—	0,07	—	0,3	—
извлечение, %	72,1	65,6	—	32,3	—	73,5	—
Затраты энергии, Вт/кг	47	118,3	—	178,4	—	174	—

**Приложение 18.**  
**Сравнительные свойства биодизеля из смеси отстоев масла**  
**и соапстоков соевого масла [16]**

Свойства	Биодизель	Дизельное топливо	Стандарт США (ASTM)	Стандарт Германии (DIN)
Плотность при 15°C, г/см <sup>3</sup>	0,89	0,83–0,86	—	0,875–0,900
Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	5,7	3,0–8,0	1,9–6,0	3,5–5,0
Точка вспышки, °С	112	>55	>130	>110
Теплотворная способность, кДж/г	34,6	35,3–36,3	—	—
Кислотное число, мгКОН/г	0,43	—	<0,80	<0,50

**Приложение 19.**  
**Нормативы вторичных сырьевых ресурсов при производстве**  
**солада и пива [16]**

Наименование ВСП	Норматив		Стандартная влажность, при которой установлен норматив
	образования	сбора	
Зерновые отходы (к массе сухих веществ товарного ячменя), %	7	6	15,5
Сплав зерновой (к массе сухих веществ очищенного ячменя), %	2	1,5	40,0
Ростки солодовые (к массе сухих веществ очищенного ячменя), %	4	3,0	10,0
Отходы полировочные и аспирационные (к массе сухих веществ забираемых зернопродуктов), %	1,5	1,0	10,0
Дробина пивная (к объему готового пива), %:			
при транспортировке	35,0	35,0	88,0
при сухой выгрузке	20,0	20,0	75,0
Дрожжи пивные жидкие избыточные (к объему готового пива), %	1,0	0,5	88,0
Углекислота брожения (диоксид углерода) к объему готового продукта, %	1,5–2,0	—	—

**Приложение 20.**  
**Питательная ценность 1 кг ВСП пивоваренной промышленности**  
**и их химический состав [16]**

Наименование ВСП	Ценность, корм. ед	Количество переваримого белка, г	Усвояемость корма, %	Химический состав							
				%						г	
				вода	белок	жир	клетчатка	БЭВ	зола	Са	Р
Дробина пивная	0,17	28,68	82,1	82,91	3,9	1,30	3,2	8,0	0,60	0,39	1,12
Сплав ячменя	0,63	34,67	87,3	48,08	4,9	2,20	8,4	32,9	2,40	1,88	1,82
Солодовые ростки	0,11	186,10	88,5	7,23	22,7	1,30	12,9	49,1	6,70	2,67	6,85
Зерновые отходы	0,82	67,30	81,0	10,12	12,0	2,40	19,9	48,3	6,80	2,71	2,90
Дрожжи пивные избыточные	0,14	49,00	100,0	91,00	5,3	0,06	—	3,7	0,80	0,07	0,08

Наименование ВСП	Ценность, корм. ед	Количество переваримого белка, г	Усвояемость корма, %	Химический состав							
				%						г	
				вода	белок	жир	клетчатка	БЭВ	зола	Ca	P
Белковый отстой	0,14	8,90	100,0	88,30	1,4	0,09	—	9,9	0,03	0,04	0,08
Лагерные осадки	0,10	25,80	100,0	90,96	3,5	0,10	—	4,9	0,05	0,24	0,35
Хмелевая дробина	0,08	13,30	79,0	91,38	1,8	0,25	2,1	4,2	0,50	1,01	0,41

*Приложение 21.*  
**Номенклатура отходов деревообрабатывающего производства [16]**

Наименование	Группа отходов по структуре	Характеристика	Размеры, мм		
			длина	ширина	толщина
<i>Отходы пиломатериалов</i>					
Рейка обзолная	Кусковые крупные	Боковая часть доски, отделяемая при продольном раскрое необрезной доски	1000–6500		
Короткомер крупный	То же	Неполномерные короткие отрезки пиломатериалов	500–1500	100–200	10–50
Недомерок средний	Кусковые средние	Отрезки после продольной и поперечной распиловки	250–500	100–220	16–35
Мелочь кусковая	Кусковые мелкие	Мелкие отрезки и срезки после продольной и поперечной распиловки	До 250	15–60	12–30
Стружка	Сыпучие	Древесина, отделяемая резцами при строгании или фрезеровании	2–25		0,2–1,5
Опилки	То же	Отделяемая в процессе распиловки зубьями пил часть древесины	1–5		0,1–3
Древесная пыль	То же	Пылевидные частицы древесины, измельчаемой в процессе обработки резцами или шлифованием			0,01–0,02
<i>Отходы фанеры и древесноволокнистых плит</i>					
Обрезки клееной фанеры	Кусковые крупные	Обрезки	225–1525	15–1751	4–15
Обрезки строганого шпона	То же	То же	30–1700	15–150	0,8–1,2
Опилки		См. «Отходы пиломатериалов»			
Древесная пыль					
<i>Отходы древесностружечных плит</i>					
Обрезки плит	Кусковые крупные	Обрезки	225–1700	15–220	6–32
Опилки		См. «Отходы пиломатериалов»			
Древесная пыль					



**Приложение 22.**  
**Виды топливно-экономических ресурсов как энерготоваров по ИСО 13600**

<b>Б.1. Твердое топливо</b>	
Энергетический уголь	Весь уголь, извлеченный из земли, за исключением металлургического угля для фильтров
Энергетический торф	Торф, энергетически отличающийся от торфа, используемого для совершенствования почвы (грунта) или других целей
Коммерческие дрова	Щепки дерева и тырса — подэлементы коммерческих дров, используемых как энергопродукт (энерготовар)
Другая биомасса	«Энергетические» лес, солома, тростник, высушенный коровий навоз, кустарник, стручки семян, используемые в качестве топлива
Топливные брикеты и гранулы	Горючее вещество ископаемого или биологического происхождения в форме порошка, зерен (гранул) и мелкой щепы, уплотненных в блоки для механизации погрузо-разгрузочных работ
Древесный уголь	Твердый осадок деструктивной перегонки и пиролиза дерева, кроме древесного угля для фильтров
Кокс	Твердое топливо, полученное из угля путем нагрева в отсутствие воздуха
<b>Б.2. Жидкое топливо</b>	
Сырая нефть	Неизвлеченная нефть, не являющаяся энергопродуктом. Она становится энергопродуктом сразу, как только добывается (извлекается)
Нефтепродукты: моторный газولين, авиационный газولين, другой керосин, дизельное топливо, газойль для отопления, топливная нефть	Могут быть приведены в группах различных энергопродуктов. Любая из отдельных жидких смесей быстроиспаряющегося углеводородного бутана и пропана
LPG (сжиженный нефтяной газ)	Пребывает в газообразном состоянии при атмосферном давлении и становится жидким при 15°C и под низким давлением от 0,17 до 0,75 МПа
Получистые продукты	Жидкие углеводороды, включаемые в список энергопродуктов независимо от того, используются они для производства топлива или как нефтехимическое исходное сырье
Моторные спирты	Этиловый спирт, метиловый спирт с добавками и смесями из составов и групп органических кислородосодержащих составов (эфир и спирты) с легкими топливами
NGL (газоконденсатные жидкости)	Жидкие части природного газа, которые восстановлены (регенерированы) в сепараторах, шахтном оборудовании и газогенераторных установках
Топлива, производимые из растительных и животных масс	Растительные и животные масла, извлеченные из различных растений и животных
<b>Б.3. Газообразное топливо</b>	
Топливо из природного газа:	
природный газ	Метан и газовые смеси
LNG (сжиженный природный газ)	Природный газ, сжижаемый при низкой температуре для последующего хранения и транспортирования

Преобразованное (конвертированное) газообразное топливо:	
газ, извлеченный из угля	Получаемый из угля
топочный газ	Получаемый из металлургического угля
газифицированная биомасса (или биомасса в газообразном состоянии)	
газ, получаемый при перегонке (нефтезаводской [п. неконденсирующийся])	
газ бытового назначения (коммунальный или городской)	Газ, производимый для общественного (коммунального) снабжения
биогаз (биомасса)	Составленный главным образом из смеси метана и диоксида углерода, произведенной анаэробным вывариванием биомассы; метан, отделяемый вне этой смеси, назван «биометаном». Газ из жидкого навоза, болотный газ, газ от мусора (свалок) и т. д.
<b>Б.4. Водород</b>	
	В газообразной или жидкой форме, получаемый из ископаемых или возобновляемых источников
<b>Б.5. Ядерное топливо</b>	
	Уран, торий и плутоний — расщепляющиеся и воспроизводящиеся материалы (элементы)
<b>Б.6. Сетевое электричество (или электричество энергосистемы)</b>	
	Энергопродукт, произведенный в силовых установках и распределенный по общественной или подобной сети
<b>Б.7. Коммерческое тепло, районное тепло</b>	
	Горячая жидкость или пар, используемые в коммерческих тепловых распределительных системах, полученные из других энергопродуктов, возобновляемых ресурсов, включая такие, как солнечная радиация и геотермальное тепло

### Приложение 23.

#### Энергетические эквиваленты и энергосодержание топлива и материалов

Наименование объекта	Энергетический эквивалент
Топливо:	
дизельное	10,0
бензин авиационный	10,5
бензин автомобильный	10,5
керосин тракторный	10,0
Электроэнергия	8,7 МДж/(кВт·ч)
Тепловая энергия	0,0055 МДж/ккал
Тракторы, самолеты, вертолеты	120
Сельскохозяйственные машины, сцепки	104
Продукция машиностроения	144
Кирпич	8,5
Сталь (прокат)	45,5
Алюминий (из глинозема)	343

Наименование объекта	Энергетический эквивалент
Медь	83,7
Цемент	7,0
Известковые материалы	3,8
Бетонные конструкции	8,3
Здания и сооружения (жилые)	4810
Производственные здания	5025
Административные и культурно-бытовые здания	5662
Подсобные помещения	4180
Ограждения	383
Картофель	8,0
Подсолнечник	5,0
Кукурузное зерно	5,0
Пшеница	6,8
Сахарная свекла	18,4

*Приложение 24.*

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах, мг/кг (по: Раскатов, 2001)**

Пищевые продукты	Pb	Cd	As	Hg	Cu	Zn
Зерновые	0,5	0,1	0,2	0,03	10,0	50,0
Зернобобовые	0,5	0,1	0,3	0,02	10,0	50,0
Овощи свежие и свежемороженые	0,5	0,03	0,2	0,02	5,0	10,0
Фрукты, ягоды свежие и свежемороженые	0,4	0,03	0,2	0,02	5,0	10,0
Мясо, птица свежие и свежемороженые	0,5	0,005	0,1	0,03	5,0	70,0
Рыба свежая и свежемороженая пресноводная	1,0	0,2	1,0	0,3	10,0	40,0
Молоко, кисломолочные изделия	0,1	0,03	0,05	0,005	1,0	5,0

*Приложение 25.*

**Образование токсических веществ при сжигании органического топлива, г/кг**

Токсические вещества, г/кг	Бензин	Дизельное топливо	Природный газ	Мазут	Уголь
CO	274	7,1	Незначит.	0,05	0,09
CXНУ	24	16,4	—	Нет данных	Нет данных
NOX	13,5	26,4	0,063	13,8	9,07
Сажа	1,4	13,2	0,24	0,46	1,95
Свинец	8,4	—	Нет данных	Нет данных	0,018
Бенз(а)пирен	7,2–10,5	10,5–105	—	X	X
SO <sub>2</sub>	1,3	4,8	0,0006	27,7	60,4
Альдегиды	0,5	1,2	Нет данных	Нет данных	Нет данных

*Примечание:* X — при сжигании нефти и угля в атмосферу выбрасывается 99% полициклических ароматических веществ (ПАУ), образующихся при сжигании всех видов топлива. *Источник:* Боева, 1982.

## Приложение 26.

## Уровни содержания тяжелых металлов в почве и известковых материалах

Элемент	Класс опасности	ПДК в почве, мг/кг	Фоновое содержание в почве, мг/кг (валовые формы)	Ориентировочное содержание в материале, мг/кг
Кадмий	1	3,0	0,05–0,24	1–5
Мышьяк	1	2,0		
Ртуть	1	2,1	0,0–1,0	
Свинец	1	30,0	10–16	3–150
Фтор	1	2,8 п. ф.	20–300	
Цинк	1	100,0	40–80	30–300
Кобальт	2	5,0 п. ф.		
Медь	2	3,0 п. ф.	15–25	5–100
		55,0 вал. ф.		
Никель	2	4,0 п. ф.	20–60	3–300
		85,0 вал. ф.		
Хром	2	2,0 п. ф.	80–140	100–10000
Ванадий	3	150,0	60–100	1–1000
Марганец	3	1500,0		200–10000
Марганец + ванадий	3	1000,0–100,0		
Стронций	3	—	120–170	100–1000

Примечание: п. ф. — подвижные формы; вод. ф. — водорастворимые формы; вал. ф. — валовые формы. Источник: Черников, 2000.

## Приложение 27.

## Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
Валовое содержание					
1	Бенз(а)пирен	50–32–8	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	0,02	Общесанитарный
2	Бензин	8032–32–4		0,1	Воздушно-миграционный
3	Бензол	71–43–2	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,3	Воздушно-миграционный
4	Ванадий	7440–62–2	V	150,0	Общесанитарный
5	Ванадий + марганец	7440–62–2+ 7439–96–5	V + Mn	100 + 1000	Общесанитарный
6	Диметилбензолы (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	1330–20–7	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	0,3	Транслокационный

№ п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
7	Комплексные гранулированные удобрения (КГУ). КГУ — комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K = 64:0:15. ПДК КГУ контролируется по содержанию нитратов в почве, которое не должно превышать 76,8 мг/кг абсолютно сухой почвы			120,0	Водно-миграционный
8	Комплексные жидкие удобрения (КЖУ). КЖУ — комплексные жидкие удобрения состава N:P:K = 10:34:0 ТУ 6-08-290-74 с добавками марганца не более 0,6% от общей массы. ПДК КЖУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абс			80,0	Водно-миграционный
9	Марганец	7439-96-5	Mn	1500	Общесанитарный
10	Метаналь	50-00-0	CH <sub>2</sub> O	7,0	Воздушно-миграционный
11	Метилбензол	108-88-3	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	0,3	Воздушно-миграционный
12	(1-метилэтил) бензол	25013-15-4	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub>	0,5	Воздушно-миграционный
13	(1-метилэтил) бензол	98-82-8	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	0,5	Воздушно-миграционный
14	(1-метилэтил) бензол + (1-метилэтил) бензол	98-82-8 + 25013-15-4	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> + C <sub>9</sub> H <sub>10</sub>	0,5	Воздушно-миграционный
15	Мышьяк. Нормативы мышьяка и свинца для разных типов почв представлены как ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) в другом документе	7440-32-2	As	2,0	Транслокационный
16	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	14797-55-8	NO <sub>3</sub>	130,0	Водно-миграционный
17	Отходы флотации угля (ОФУ). ПДК ОФУ контролируется по содержанию бенз(а)пирена в почве, которое не должно превышать ПДК бенз(а)пирена			3000,0	Водно-миграционный. Общесанитарный
18	Ртуть	7439-97-6	Hg	2,1	Транслокационный

№ п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
19	Свинец. Нормативы мышьяка и свинца для разных типов почв представлены как ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) в другом документе	7439-92-1	Pb	32,0	Общесанитарный
20	Свинец + ртуть	7439-92-1 + 7439-97-6	Pb + Hg	20,0 + 1,0	Транслокационный
21	Сера	7704-34-9	S	160,0	Общесанитарный
22	Серная кислота (по S)	7664-93-9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	160,0	Общесанитарный
23	Сероводород (по S)	7783-06-4	H <sub>2</sub> S	0,4	Воздушно-миграционный
24	Суперфосфат (по P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			200,0	Транслокационный
25	Сурьма	7440-36-0	Sb	4,5	Водно-миграционный
26	Фуран-2-карбальдегид	39276-09-0	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	3,0	Общесанитарный
27	Хлорид калия (по K <sub>2</sub> O)	7447-40-7	KCl	360,0	Водно-миграционный
28	Хром шестивалентный	18540-29-9	Cr(+6)	0,05	Общесанитарный
29	Этаналь	75-07-0	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	10	Воздушно-миграционный
30	Этилбензол	100-42-5	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	0,1	Воздушно-миграционный
П о д в и ж н а я   ф о р м а					
31	Кобальт. Подвижная форма кобальта извлекается из почвы ацетатно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 и рН 4,7 для сероземов и ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 для остальных типов почв	7440-48-4	Co	5,0	Общесанитарный
32	Марганец, извлекаемый 0,1 н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :				
	чернозем			700,0	
	дерново-подзолистая:				
	рН 4,0			300,0	
	рН 5,1-6,0			400,0	
	рН 6,0			500,0	
	извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8:	7439-96-5	Mn		Общесанитарный
	чернозем			140,0	

№ п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
32	дерново-подзолистая:				
	pH 4,0			60,0	
	pH 5,1–6,0			80,0	
	pH 6,0			100,0	
33	Медь	7440–50–8	Cu	3,0	Общесанитарный
34	Никель	7440–02–0	Ni	4,0	Общесанитарный
35	Свинец	7439–92–1	Pb	6,0	Общесанитарный
36	Фтор	16984–48–8	F	2,8	Транслокационный
37	Хром трехвалентный	16065–83–1	Cr(+3)	6,0	Общесанитарный
38	Цинк	7440–66–6	Zn	23,0	Транслокационный
Водорастворимая форма					
39	Фтор	16984–48–8	F	10,0	Транслокационный

**Приложение 28.**  
**Общие требования к составу и свойствам воды**

Состав и свойства воды	Категория водопользования	
	хозяйственно-питьевое водоснабжение	рыбохозяйственные цели
Взвешенные вещества	Содержание по сравнению с природным не должно увеличиваться более чем на 0,25 мг/дм <sup>3</sup> . Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм <sup>3</sup> природных минеральных веществ, допускается увеличение их содержания до 5%. Спуск взвешенных веществ со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ запрещен	
Плавающие вещества	На поверхности воды не должно быть пленок и пятен масел, нефтепродуктов, жиров и других загрязняющих веществ и предметов	
Запахи, привкусы	Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов и сообщать их мясу рыб	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике 20 см	Вода не должна иметь посторонней окраски
Температура	Летом в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 30°C по сравнению со средней температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	Не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема более чем на 50°C при общем повышении не более чем до 20°C летом и 5°C зимой для водоемов, в которых обитают холодноводные рыбы, и более чем до 28°C летом и 8°C зимой для остальных водоемов
Водородный показатель (pH)	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5	
Растворенный кислород	Не менее 4 мг/дм <sup>3</sup>	Не менее 6 мг/дм <sup>3</sup>
Биохимическое потребление кислорода (БПК)		Значение БПК полное при 20°C не должно превышать 3,0 мг/дм <sup>3</sup>
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, превышающих установленные нормативы, могущих прямо или косвенно оказывать вредное воздействие на человека и водные организмы	

Источник: Раскатов, 2001.

**Приложение 29.**  
**Критерии оценки загрязненности поверхностных вод**  
**(ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши)**

Ингредиенты и показатели	Предельно допустимая концентрация, мг/л	Лимитирующий показатель вредности
Аммоний солевой ( $\text{NH}_4^+$ )	0,5 (0,39)	Токсикологический
Нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ )	40(9,1)	Санитарно-токсикологический
Нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ )	0,08 (0,02)	Токсикологический
Нефть и нефтепродукты	0,05	Рыбохозяйственный
Фенолы	0,001	То же
СПАВ анионоактивные	0,1	Токсикологический
Железо ( $\text{Fe}^{3+}$ )	0,5	Органолептический
Медь ( $\text{Cu}^{2+}$ )	0,001	Токсикологический
Цинк ( $\text{Zn}^{2+}$ )	0,01	То же
Хром ( $\text{Cr}^{3+}$ )	0,5	Органолептический
Хром ( $\text{Cr}^{6+}$ )	0,001	Санитарно-токсикологический
Никель ( $\text{Ni}^{2+}$ )	0,01	Токсикологический
Кобальт ( $\text{Co}^{2+}$ )	0,01	То же
Свинец ( $\text{Pb}^{2+}$ )	0,03	Санитарно-токсикологический
Мышьяк ( $\text{As}^{3+}$ )	0,055	Токсикологический
Ртуть ( $\text{Hg}^{2+}$ )	0,0005	Санитарно-токсикологический
Кадмий ( $\text{Cd}^{2+}$ )	0,005	Токсикологический
Марганец ( $\text{Mn}^{2+}$ )	0,01	То же
Фтор (F)	1,5	Санитарно-токсикологический
Цианиды (CN)	0,05	Токсикологический
Сульфиды ( $\text{S}_2^-$ )	—	Общесанитарный
Роданиды ( $\text{CNS}^-$ )	0,1	Санитарно-токсикологический
Хлорорганические, фосфорорганические пестициды	—	Токсикологический
Метилмеркаптаны	0,002	Органолептический
Бензол	0,5	Токсикологический
Фурфурол	1,0	Органолептический
Метанол	0,1	Санитарно-токсикологический
Формальдегид	0,01	То же
Ксантогенат бутиловый	0,001	Органолептический
Детиофосфат крезоловый	0,001	То же
Калий (катион) ( $\text{K}^+$ )	50,0	Санитарно-токсикологический
Кальций (катион) ( $\text{Ca}^{2+}$ )	180,0	То же
Магний (катион) ( $\text{Mg}^{2+}$ )	40,0	То же
Натрий (катион) ( $\text{Na}^+$ )	120,0	То же
Сульфаты (анион) ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	100,0	То же
Хлориды (анион) ( $\text{Cl}^-$ )	300,0	То же
Минерализация	1000	Общие требования

Источник: Раскатов, 2001.



**Приложение 30.**  
**Оrientировочная шкала оценки загрязнения водных систем**

Уровень загрязнения	Zc* токсичных элементов в донных отложениях	Содержание токсичных элементов в воде
Слабый	10	Слабовывышенное относительно фона
Средний	10–30	Повышенное относительно фона, эпизодическое превышение ПДК
Сильный	30–100	Во много раз выше фона, стабильное превышение отдельными элементами уровней ПДК
Очень сильный	100	Практически постоянное присутствие многих элементов в концентрациях выше ПДК

\* Zc — суммарный показатель загрязнения, определяется так же, как и для почв (см. разд. 5.5). *Источник:* Раскатов, 2001.

**Приложение 31.**  
**Контролируемые параметры, подлежащие мониторингу при всех видах предварительного обследования (преимущественно при маршрутных формах его реализации)**

№ п/п	Контролируемый вопрос	Показатель	Метод измерения	Периодичность	Методы регулирования
1	Подкисление или подщелачивание почв за счет удобрений, мелиорантов или химического загрязнения	pH водный — все почвы; pH солевой — почвы, ненасыщенные основаниями	Потенциометрический	2–3 раза в год	Химические и водные мелиорации, агротехнические приемы
2	Вторичное засоление	Содержание и состав солей в 100 см слое; удельная электропроводность	Аэрокосмические спектральные измерения; электрометрический	Один раз в год	Регулирование водно-солевого режима орошением и дренажом
3	Осолонцевание при орошении	Процент обменного натрия	Потенциометрия или плазменная фотометрия	То же	То же
4	Потери гумуса	Процент гумуса в почве; водорастворимые органические вещества	По И. В. Тюрину	То же	Внесение навоза; биологические мелиорации
5	Окислительно-восстановительный процесс	Почвы	Потенциометрический	2–3 раза в год	Агротехнические мероприятия; регулирование водного режима почв дренажом
6	Дыхание почвы	Выделение CO <sub>2</sub>	Дистанционные наблюдения	То же	Органические и минеральные удобрения
7	Содержание доступных растениям соединений NPK	Нитраты, фосфаты, K <sub>2</sub> O	Анализ почвы и вытяжек; ионоселективные электроды	То же	Внесение органических и минеральных удобрений; агротехнические приемы

№ п/п	Контролируемый вопрос	Показатель	Метод измерения	Периодичность	Методы регулирования
8	Загрязнение почв тяжелыми металлами	Содержание подвижных форм	Атомно-адсорбционный анализ	2–3 раза в год	Химические мелиорации; агротехнические приемы; удаление загрязненного слоя почвы или запахивание на большую глубину
9	Уплотнение почвы	Объемный вес почвы	Объемный бур; гаммоскопический плотномер	То же	Внесение органических удобрений; агротехнические приемы
10	Динамика грунтовых вод	Уровень грунтовых вод	Электрометрический; «хлопушка»	То же	Дренаж
11	Минерализация грунтовых и дренажных вод	Катионный и анионный состав макроэлементов; микроэлементы	Химические методы анализа; ионоселективные электроды	3–4 раза в год	Оптимизация норм удобрений и сроков их внесения; агротехнические мероприятия

Источник: Черников, Соколов, 2000.

**Приложение 32.**  
**Примерный перечень контролируемых параметров для режимных наблюдений на стационарных участках мониторинга**

№ п/п	Показатель, свойства почв	Периодичность определения	Глубина апробирования
1	Влажность почвы	Один раз в декаду	ЗА* (ПП**)
2	Потенциал почвенной влаги	Один раз в течение 2–5 суток	ЗА (ПП)
3	Уровень грунтовых вод	Один раз в течение 2–5 суток	ЗА (ПП)
4	Метеорологические параметры (температура и влажность воздуха, скорость ветра, осадки, испаряемость и т. д.)	Ежедневно	ЗА (ПП)
5	Объем дренажного стока с мелиоративной системой и отдельных ее участков	Один раз в неделю	
6	Элементы водного баланса (суммарное испарение, инфильтрация, расход грунтовых вод)	Один раз в 5 суток	Моделируется ЗА мощностью 1,0–1,5 и 2,0 м
7	Химический анализ дренажных и грунтовых вод на кальций, магний, аммиачный и нитратный азот, калий, фосфор, углекислоту, гидрокарбонаты и другие элементы, а также определение содержания тонкодисперсных частиц	В начале, середине и конце вегетационного периода	
8	Окислительно-восстановительный потенциал почвы, растений, дренажных, грунтовых и поливных вод	По основным фазам развития растений	В почве (гориз. А + В)
9	Температура почвы на разных глубинах	По фазам и в течение вегетационного периода один раз в 5 суток	ПП
10	Элементы теплового баланса	По фазам и в течение вегетационного периода один раз в 5 суток	

\* ЗА — зона аэрации. \*\* ПП — почвенный профиль. Источник: Черников, 2000.

**Приложение 33.**  
**ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни**  
**их содержания по показателям вредности**

Вещество	ПДК поч- вы с уче- том фона (кларк), мг/кг	Показатели вредности			
		транслока- ционный	миграционный		общесани- тарный
			водный	воздушный	
Подвижная форма					
Медь <sup>1</sup>	3,0	3,5	72,0	—	3,0
Никель <sup>1</sup>	4,0	6,7	14,0	—	4,0
Цинк <sup>1</sup>	23,0	23,0	200,0	—	37,0
Кобальт <sup>2</sup>	5,0	25,0	Более 1000	—	5,0
Фтор	2,8	2,8	—	—	—
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	—	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	—	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	—	150,0
Марганец+	1000,0+	1500,0+	2000,0+	—	1000,0+
+ванадий	+100,0	+150,0	+200,0	—	+100,0
Свинец	30,0	35,0	200,0	—	30,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	—	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец+	20,0+	20,0+	30,0+	—	30,0+
+ртуть	+1,0	+1,0	+2,0	—	+2,0
Хлористый калий (KCl)	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
Нитраты	130,0	180,0	130,0	—	225,0
Бенз(а)пирен (БП)	0,02	0,2	0,5	—	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропил-бензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфа-метил-стирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Коилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сернистые соединения:					
сероводород (H <sub>2</sub> S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	—	160,0
Серная кислота	160,0	180,0	380,0	—	160,0
ОФУ <sup>3</sup>	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГУ <sup>4</sup>	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
ЖКУ <sup>5</sup>	80,0	Более 800,0	80,0	Более 800,0	800,0

1 — подвижные формы меди, никеля, цинка извлекаются из почвы аммонийно-ацетатным буфером с рН 4,8 (медь, цинк), рН 4,6 (никель); 2 — подвижная форма кобальта извлекается из почвы аммонийно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 для сероземов и рН 4,7 для дерново-подзолистой почвы; 3 — ОФУ — отходы флотации угля. ПДК ОФУ контролируются по содержанию бенз(а)пирена в почве, которое не должно превышать ПДК БП; 4 — КГУ — комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K = 64:0:15. ПДК КГУ контролируется по содержанию нитратов в почве, которое не должно превышать 76,9 мг/кг абсолютно сухой почвы; 5 — ЖКУ — жидкие комплексные удобрения состава N:P:K = 10:34:0 ТУ 6–08–290–74 с добавками марганца не более 0,6% от общей массы. ПДК ЖКУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абсолютно сухой почвы. *Источник:* Раскатов, 2001.

## Приложение 34.

## Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Мероприятия по снижению доступа токсикантов в растения (известкование, внесение органических удобрений и т. п.)
II. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельхозрастений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне работы сельхозработчиков и в воде местных водных источников
III. Высокоопасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе	Использование под технические культуры. Использование под сельхозкультуры ограничено (а растения-концентраты исключаются)	Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях — продуктах питания и кормах
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельхозприменения. Лесозащитные полосы	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне работы сельхозработчиков и в воде местных водных источников

Источник: Раскатов, 2001.

## Приложение 35.

## Анкета потребителя хлеба и хлебобулочных изделий

Уважаемый респондент, просим Вас как потребителя хлебобулочных изделий принять участие в маркетинговом исследовании рынка хлеба и хлебобулочных изделий Тамбовской области.

1. Примерно какое количество хлебобулочных изделий Вы включаете в свой ежедневный рацион?

- а) 125 граммов
- б) 250 граммов
- в) 500 грамм
- г) 1 кг

2. Какие виды хлебобулочных изделий преимущественно потребляют в Вашей семье?

- а) Хлеб

- б) Батон
  - в) Сдобные изделия
  - г) Диетические хлебобулочные продукты
3. Где проживаете Вы и Ваша семья?
- а) В городе
  - б) В сельской местности
  - в) В пригороде
4. Как часто Вы и Ваша семья покупаете хлебобулочные изделия?
- а) Один раз в неделю
  - б) Два раза в неделю
  - в) Три раза в неделю
  - г) Каждый день
  - д) Другие варианты (назовите их, пожалуйста)
5. Приобретает ли Ваша семья хлебобулочные изделия в одном и том же магазине Вашего района или разных?
- а) В одном и том же магазине (назовите, пожалуйста, его номер)
  - б) Покупаем в разных магазинах
  - в) Покупаем вообще в другом районе
  - г) Покупаем у частников на рынке
6. Интересует ли Вас производитель хлебобулочных изделий?
- а) Да
  - б) Нет
  - в) Не всегда
  - г) Не обращаем внимания
7. Хлебобулочную продукцию каких производителей Вы предпочитаете?
- а) Хлебозаводов Тамбовской области
  - б) Хлебозаводов соседних областей
  - в) Мини-пекарни
  - г) Не берете во внимание производителя
8. Как Вы оцениваете качество купленных хлебобулочных изделий?
- а) По внешнему виду
  - б) По степени свежести
  - в) По другим свойствам
  - г) Не знаю
9. Что явилось определяющим условием Вашей покупки именно этого хлебобулочного изделия?
- а) Я его предпочитаю другим
  - б) Не было выбора
  - в) Другая хлебобулочная продукция была черствее
  - г) Другие причины
10. Удовлетворены ли Вы ассортиментом хлебобулочных изделий?
- а) Да
  - б) Нет (если нет, то какие виды хлебобулочных изделий Вы хотели бы видеть на прилавке)
  - в) Не совсем
11. Устраивает ли Вас расфасовка и упаковка хлебобулочных изделий?
- а) Да
  - б) Нет. Какую расфасовку и упаковку Вы предлагаете?
  - в) Не обращаете внимания
12. Каков уровень доходов на 1 члена Вашей семьи?

- а) До 1500 руб.
- б) 1500–3001 руб.
- в) 3001–4500 руб.
- г) Свыше 4500 руб.

13. Повышение цены на хлебобулочные изделия объективно было необходимым. Считаете ли Вы оптимальным размер повышения цен на них?

- а) Цены завышены
- б) Новые цены близки к оптимальным
- в) Цены по-прежнему низкие
- г) Затрудняюсь ответить

14. Изменились ли объемы покупок хлебобулочных изделий в Вашей семье после повышения цен?

- а) Увеличились
- б) Уменьшились
- в) Не изменились
- г) Затрудняюсь ответить

15. Как изменился ассортимент покупаемых Вашей семьей хлебобулочных изделий после повышения цен?

- а) Мы стали покупать меньше хлебобулочных изделий (по массе)
- б) Мы стали покупать более дешевые сорта хлебобулочных изделий
- в) Изменений не произошло
- г) Мы стали покупать больше хлебобулочных изделий, так как другие продукты

слишком дороги

- д) Другие варианты

16. Повлияло ли повышение цен на хлебобулочные изделия на материальное положение Вашей семьи?

- а) Да, заметно повлияло
- б) Повлияло, но незначительно
- в) Не повлияло
- г) Затрудняюсь ответить

д) На материальное положение нашей семьи большее влияние оказало повышение цен на другие продукты

17. Как изменилось бы потребление хлебобулочных изделий в Вашей семье, если бы Вы имели больше денежных средств?

- а) Потребляли бы больше хлебобулочных изделий (по массе)
- б) Потребляли бы более дорогие сорта хлебобулочных изделий
- в) Расширили бы ассортимент покупаемых хлебобулочных изделий
- г) В нашем потреблении хлебобулочных изделий ничего бы не изменилось
- д) Меньше потребляли бы хлебобулочных изделий, приобретали бы больше других продуктов (мяса, молочных продуктов, фруктов и т. п.).

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Абиотические факторы среды** — компоненты и явления неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы: климатические, почвенные и гидрографические факторы. Основными абиотическими факторами среды являются температура, свет, вода, соленость, кислород, магнитное поле земли, почва.

**Агробиогеоценоз** — однородный участок агроэкосистемы (севооборот, посев многолетних трав и т. д.), включающий агроценоз (культурные и сорные растения, фауну, в том числе почвенную, водоросли, грибы и другие микроорганизмы) и условия среды.

**Агрolandшафт** или **антропогенный ландшафт** (от *греч.* anthropos — человек и genes — рождающий, рожденный) — географический ландшафт, созданный в результате целенаправленной деятельности человека или возникший в ходе непреднамеренного изменения природного ландшафта. К антропогенным ландшафтам относятся природно-производственные комплексы, городские поселения и т. д. В настоящее время антропогенные ландшафты занимают около половины территории суши.

**Агролесомелиорация** — раздел мелиоративной науки, который разрабатывает теоретические основы работ. Представляет совокупность лесохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение почвенно-гидрологических и агроклиматических условий местности, делающих ее более благоприятной для ведения сельского хозяйства. Агролесомелиорация основана на создании полезных стокорегулирующих лесных полос, облесении овра-

гов, крутых склонов и песков. Правильная система лесополос в освоенных земельно-сельскохозяйственных районах (4% территории сельскохозяйственных районов) дает прибавку урожая от 9 до 32%. Экономический эффект от агролесомелиорации в 10 раз и более превышает стоимость лесохозяйственных работ, а окупаемость наступает уже в первые годы. Снижение урожайности во многих странах мира эксперты ООН объясняют сокращением площади охранных лесов.

**Агропочвоведение** или **сельскохозяйственное почвоведение** — 1) раздел почвоведения, изучающий почвы как объект сельскохозяйственного производства; его основа — почвоведение и учение о плодородии почв; 2) наука о почвах и их взаимосвязи с растениями, о закономерностях функционирования и эволюции почв в связи с их использованием.

**Агрофитоценоз** — искусственное растительное сообщество, создаваемое на основе систем земледелия, агротехнических и мелиоративных мероприятий в рамках севооборота, в пределах конкретного поля или отдельного земельного участка. Агрофитоценоз — тип культурфитоценоза, составляющий основу биоценоза и современного культурного почвообразования.

**Агрохимикаты** — удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных (см. закон РФ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами»).

**Агроэкосистема** — спланированная и созданная человеком экологическая система (территория), в которой сбалансирова-

но получение сельскохозяйственной продукции и возврат ее составляющих на поля для обеспечения круговорота минеральных и органических веществ. В состав агроэкосистем входят: почвы с их населением (животными, водорослями, грибами, бактериями); поля-агроценозы; скот; фрагменты естественных и полустественных экосистем (леса, естественные кормовые угодья, болота, водоемы); человек.

**Активность почв биологическая** — совокупность биологических процессов, протекающих в почве. Оценивается (условно) по выделению углекислоты, потреблению кислорода, интенсивности образования тепловой энергии организмами почвы, содержанию АТФ (аденозинтрифосфата), ферментативной активности почвы и другим показателям.

**Анаэробы** (анаэробные организмы) — организмы, способные жить в отсутствие атмосферного кислорода; некоторые виды бактерий, дрожжей, простейших, червей. Энергию для жизнедеятельности получают, окисляя органические, реже неорганические вещества без участия свободного кислорода или используя энергию света (например, пурпурные бактерии). облигатные, или строгие, анаэробы (такие как клостридии) развиваются только в отсутствие кислорода; факультативные, или условные, анаэробы — и в его присутствии (кишечная палочка, ресничные инфузории и др.). Широко распространены в почве, воде, донных отложениях.

**Антропогенно преобразованный профиль почвы** — почвенный профиль, созданный искусственным путем, в результате деятельности человека. Почвы с таким профилем встречаются на участках, где проводилась рекультивация земель, плантажная вспашка, планировочные работы и т. д. Зачастую они имеют набор генетических горизонтов, отличный от почв зонального ряда.

**Антропогенные воздействия** на природу — различные формы влияния деятельности человека на отдельные компоненты природы и природные комплексы. Могут носить как позитивный, так и негативный характер; последнее вызывает необходимость в применении специальных природоохранных мер. Количественной и качественной характеристикой антропогенных воздействий является антропогенная нагрузка.

**Аэрация** (от *греч.* аер — воздух) — искусственное насыщение различных сред

воздухом для окисления содержащихся в них органических веществ. Применяется, например, для очистки питьевой и сточных вод.

**Аэробы** (аэробные организмы) — организмы, получающие энергию для жизнедеятельности в результате окислительных процессов с участием атмосферного кислорода. Аэробами являются почти все животные и растения, многие микроорганизмы. облигатные, или строгие, аэробы развиваются только в присутствии кислорода (например, уксуснокислые бактерии); факультативные, или условные, аэробы — и при незначительной его концентрации (например, дрожжи).

**Биоагенты** (биологические агенты) — микроорганизмы и сложные соединения белковой природы бактериального, растительного или животного происхождения, способные при попадании или контакте с организмами человека или животных, а также с растениями вызывать их заболевания или гибель. Подразделяются на патогены, опасные для человека и животных, опасные только для животных, опасные для растений в зависимости от степени патогенности (болезнетворности) как способности вызывать инфекционные заболевания других организмов. Патогенами, опасными для человека и животных, являются вирусы, риккетсии, бактерии, токсины, а также любые генетически измененные микроорганизмы или генетические элементы (фрагменты), которые содержат последовательности (участки) нуклеиновой кислоты, кодирующие факторы патогенности или любой из токсинов. Патогены, опасные для животных, — вирусы (например, возбудитель ящура, оспы овец и т. п.), бактерии и генетически измененные микроорганизмы. Патогены, опасные для растений, представляют собой вирусы, бактерии, микроскопические грибы и генетически измененные микроорганизмы.

**Биогенность почвы** — содержание в почве микроорганизмов (суммарное и отдельных групп). Один из главных показателей биологической активности почв. Выражается в тыс. или в млн ед. на 1 г сухой почвы. Биогенность почвы подчиняется законам широтной зональности и высотной поясности. С севера на юг численность микроорганизмов в почве возрастает, в горах уменьшается с высотой. Наиболее низкая — в лесной зоне (особенно в тайге), возрастает в лесостепной и наиболее высока в степной зоне. Биогенность окультуренной поч-



вы (5 млн живых бактерий; 1 млн актиномицетов, 50 тыс. грибов, водорослей и др.) в 1,5–3 раза выше целинной.

**Биогенные элементы** (биогены) — химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие определенные биологические функции. Важнейшие биогенные элементы — кислород (составляет около 70% массы организмов), углерод (18%), водород (10%), азот, бор, сера, кальций, калий, натрий, хлор. Биогенные элементы, необходимые организмам в очень малых количествах, называются микроэлементами.

**Биогеохимический круговорот** — система согласованных во времени и пространстве трансформационных и миграционных потоков веществ, осуществляемых последовательно в фазе биоты или в неживых фазах почвы.

**Биоиндикаторы** — организмы, присутствие, количество или интенсивность развития которых служат показателем каких-либо естественных процессов или условий окружающей среды, наличия определенных веществ в воде или почве, степени загрязненности и др.

**Биомониторинг** — количественная оценка чувствительных видов, реагирующих на уровень загрязнения окружающей среды.

**Биомониторинг почвы** — плановое наблюдение и оценка состояния биотической составляющей почвы, ее отклика, реакции на воздействия.

**Биота** — исторически сложившаяся совокупность растений и животных, объединенных общей областью распространения.

**Биотические факторы среды** — факторы живой среды, влияющие на жизнедеятельность организмов. Действие биотических факторов выражается в форме воздействия организмов на жизнедеятельность друг друга и всех вместе — на среду обитания. Различают прямые и косвенные взаимоотношения между организмами.

**Биоразнообразие** — разнообразие живых организмов на всех уровнях: от генов до биосферы. Вопросам изучения, использования и сохранения биоразнообразия уделяется большое внимание после подписания многими государствами Конвенции о биологическом разнообразии (конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 1992). Различают три основных типа биоразнообразия:

- генетическое, отражающее внутривидовое разнообразие и обусловленное изменчивостью особей;

- видовое, отражающее разнообразие живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов). В настоящее время описано около 1,7 млн видов, хотя их общее число, по некоторым оценкам, достигает 50 млн;

- разнообразие экосистем подразумевает различия между типами экосистем, средами обитания и экологическими процессами. Отмечают разнообразие экосистем не только по структурным и функциональным признакам, но и по масштабу — от микробиогеоценоза до биосферы.

Иногда в отдельную категорию выделяют разнообразие ландшафтов, отражающее особенности территориального устройства и влияние местных, региональных и национальных культур общества.

Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны: генетическое разнообразие обеспечивает разнообразие видов; разнообразие экосистем и ландшафтов создает условия для образования новых видов. Повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический потенциал биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие — с этой точки зрения не существует бесполезных и вредных видов.

**Биофильные элементы** — элементы, поглощаемые организмами из геохимической среды (почвы, воды) и используемые в процессах жизнедеятельности. К ним относятся макроэлементы (азот, углерод, кислород, водород, кальций, магний, натрий, калий, фосфор, сера, хлор, кремний, железо) и микроэлементы (медь, кобальт, марганец, цинк, ванадий, никель, молибден, стронций, бор, селен, фтор, бром, йод). Кроме того, в составе организмов открыты и количественно определены многие другие химические элементы (всего 21 элемент), значение которых для процессов жизнедеятельности пока не установлено.

**Бюджет маркетинга** — финансовый план маркетинга, система показателей, раздел плана маркетинга предприятия, в котором в детализированной форме (по элементам комплекса маркетинга или мероприятиям) приведены величины затрат, доходов и прибыли от (для) осуществления маркетинговой деятельности фирмы. Планирование бюджета маркетинга может основываться на целевой прибыли или исходя из оптимизации прибыли.

**Внешняя среда предприятия** — внешние по отношению к нему силы: потребители, поставщики, торговые посредники, инвесторы, конкуренты, а также факторы мак-

росреды: социально-демографические, географические, экономические и т. п.

**Внутренняя среда предприятия** — среда в рамках предприятия, включающая производство, финансы, маркетинг, управление персоналом, организационную структуру и т. д.

**Выборка** — часть населения, представляющая всю исследуемую группу потребителей.

**Водоохранная зона** — один из видов экологических зон, создаваемых для предупреждения вредного воздействия хозяйственной деятельности на водные объекты. Представляет собой территорию, примыкающую к акваториям рек, озер, водохранилищ и других поверхностных водных объектов, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной или иных видов деятельности. В пределах водоохранной зоны выделяется прибрежная защитная полоса с более строгим охранительным режимом, на которой вводятся дополнительные ограничения природопользования. Установление водоохранных зон направлено на предотвращение загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, сохранение среды обитания флоры и фауны водоемов. Размеры и границы водоохранных зон и прибрежных защитных полос, а также их режим определяются исходя из физико-географических, почвенных, гидрологических условий с учетом прогноза изменения береговой линии водных объектов.

**ВОЗ** — Всемирная организация здравоохранения (*англ.* World Health Organization, WHO) — специальное учреждение Организации Объединенных Наций, в которое входят 193 государства, основная функция ВОЗ состоит в решении международных проблем здравоохранения и охране здоровья населения мира. Основана в 1948 г. со штаб-квартирой в Женеве (Швейцария).

**Гумус** (от *лат.* humus — земля, почва), или перегной, — высокомолекулярные темноокрашенные органические вещества почвы. Состоит из гумусовых кислот (гуминовых и фульвокислот), гумина и др. Образуется в результате гумификации продуктов разложения органических остатков. Содержит элементы питания растений, которые после разложения гумуса переходят в доступную для них форму. Почвы, богатые гумусом, особенно плодородны.

**Гумификация** (от *лат.* humus — земля, почва и *facio* — делаю) — биохимический процесс превращения продуктов разложе-

ния органических остатков в гумус при участии микроорганизмов, влаги и кислорода атмосферы.

**Генеральная совокупность** — число лиц, которых надо опросить в ходе исследования и на которых впоследствии будет распространяться результат.

**Диверсификация** — 1) вид товарной стратегии, в соответствии с которой предприятие расширяет число производимых продуктов; 2) одновременное расширение, развитие двух и более не связанных друг с другом видов производств в целях завоевания новых рынков и получения дополнительной прибыли. Применяют горизонтальную, вертикальную и скрытую стратегии диверсификации.

**Доля рынка** — это доля выручки определенной компании от продажи определенного типа продукта в общей выручке всех продавцов этого продукта.

**Деградация** — постепенное ухудшение; снижение или утрата положительных качеств, упадок, вырождение (например, деградация почв при снижении плодородия).

**Деградация почв** — совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

**Дегумификация** — потеря гумуса почвы в результате антропогенного вмешательства, а также естественной эволюции почвы. При бессменной культуре зерновых ежегодные потери гумуса в типичном черноземе достигают 0,5–1,0 т/га, под пропашными — до 1,5 т/га. За последние 100 лет черноземы в некоторых регионах потеряли до 25–30% запасов гумуса. Главные причины потерь гумуса пахотных почв: уменьшение количества растительных остатков, поступающих в почву; усиление минерализации гумуса в результате обработки и повышения аэрации почвы; разложение и биодеградация гумуса под влиянием кислотных удобрений и активизации микрофлоры; усиление минерализации гумуса в результате осушительной мелиорации; усиление минерализации в первые годы орошения почвы; эрозия и дефляция. Потеря гумуса наблюдается при естественной смене высокопродуктивных фитоценозов на низкопродуктивные, при аридизации территории.

**Дефляция** (от *позднелат.* deflatio — сдувание, развевание) — разрушение рыхлых

горных пород и почв под действием ветра; наиболее резко проявляется в пустынях.

**Емкость рынка** — измеренный в конкретный момент объем продаж товаров или услуг на конкретной территории.

**Жизненный цикл товара** — продолжительность жизни товара на рынке, включающая четыре стадии (внедрение на рынок, рост, зрелость, спад), на каждой из которых меняется объем продаж товара и размер приносимой им прибыли.

**Исследование рынка** — 1) систематическое производственное (для совершенствования производства) исследование рынков, их способности обеспечивать воспроизводство товаров или услуг для имеющихся и потенциальных потребителей. Исследование охватывает рынки сбыта, рынки рабочей силы, рынки капитала, рынки сырья и материалов; 2) количественный и качественный анализ одного или совокупности рынков для получения информации о потенциале, емкости рынка, характеристиках конкурентной среды, ценах.

**Известкование почв** — внесение в почву известковых удобрений с целью устранения избыточной кислотности, вредной для многих сельскохозяйственных культур; способ химической мелиорации подзолистых, болотных, серых лесных почв, красноземов и оподзоленных черноземов.

**Индикаторные растения** тесно связаны с определенными условиями среды, чаще всего с химическим составом почвы. Галмейная фиалка указывает на высокое содержание цинка в почве; карликовость растений, перемена окраски цветков с розовой на синюю (мак) — на большое количество меди. Индикаторные растения служат ориентирами при поисках пресной воды в пустынях, разведке некоторых полезных ископаемых.

**Канал распределения** — совокупность организаций или отдельных лиц, которые принимают на себя или передают кому-либо другому право собственности на конкретный товар на пути от производителя к потребителю.

**Коммуникативная политика** — 1) перспективный курс действий предприятия и наличие у него обоснованной стратегии использования комплекса коммуникативных средств (коммуникативный микс) и организации взаимодействия со всеми субъектами маркетинговой системы, которая обеспечивает стабильную и эффективную деятельность по формированию спроса и продвижению товаров и услуг на

рынок с целью удовлетворения потребностей покупателей и получения прибыли; 2) разработка комплекса стимулирования, т. е. мероприятий по обеспечению эффективного взаимодействия бизнес-партнеров, организации рекламы, методов стимулирования сбыта, связей с общественностью и персональных продаж.

**Конкурентоспособность** — способность продукта или фирмы удовлетворять конкретную потребность по сравнению с аналогичными субъектами, представленными на данном рынке. Определяет способность выдерживать конкуренцию с аналогичными участниками данного рынка.

**Конкуренция** — 1) соперничество в какой-либо области между отдельными лицами, заинтересованными в достижении одной и той же цели, в частности между предпринимателями, — за долю прибыли, рынки сбыта, источники сырья; 2) экономический процесс взаимодействия, взаимосвязи и борьбы коммуникаций субъектов рыночной системы в процессе создания, сбыта и потребления материальных и духовных благ.

**Конъюнктура рынка** — совокупность условий (факторов), определяющих соотношение спроса и предложения товаров (услуг) на рынке.

**Кадастр** (*франц. cadastre*) — систематизированный свод сведений, составляемый периодически или путем непрерывных наблюдений над соответствующим объектом. Различают кадастр земельный, водный, лесной, кадастр месторождений полезных ископаемых, кадастр животного мира.

**Кислотность почвы** — свойство, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе и обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе. Повышенная кислотность почвы нейтрализуется известкованием.

**Лесные полосы** — искусственно созданные лесные насаждения в виде рядов деревьев — полевые, балочные и др. Задерживают снег, предотвращают эрозию почвы, защищают объекты от снежных и песчаных заносов.

**Макросреда** включает факторы, которые влияют на рыночную деятельность предприятия и на которые нельзя повлиять: политические, экономические, демографические, социальные, культурные, природные, географические и т. п.

**Маркетинг** — деятельность, способствующая получению предприятием прибыли

за счет лучшего, чем у конкурентов, удовлетворения потребностей потребителей.

**Маркетинг-микс** (комплекс маркетинга) — 1) структура маркетинга; компоненты, элементы системы маркетинга; процессы, составляющие маркетинг; 2) структура расходов по маркетингу; 3) рецепт маркетинга; комплексная программа мероприятий по продвижению товаров или услуг от производителя до конечного потребителя.

**Маркетинговая деятельность** — 1) разновидность работы, функций в сфере предпринимательства; 2) деятельность, связанная с осуществлением функций маркетинга (маркетинговые исследования, организация маркетинга, сбыт, ценообразование, товарная политика, разработка стратегий и планов маркетинга, продвижение товара, маркетинговая разведка, бенчмаркинг и т. д.) с целью формирования и воспроизводства спроса и обеспечения прибыли фирмы.

**Маркетинговая среда фирмы** — совокупность активных субъектов и сил, действующих за пределами фирмы и влияющих на возможность руководства службой маркетинга устанавливать и поддерживать отношения успешного сотрудничества с целевыми клиентами (партнерами). Маркетинговая среда складывается из микросреды и макросреды.

**Маркетинговое исследование** — 1) систематический поиск, сбор, обработка и интеграция информации, связанной со всеми проблемами маркетинга товаров и услуг; 2) процесс поиска, сбора, обработки данных и подготовки информации для принятия оперативных и стратегических решений в системе предпринимательства; 3) процесс планирования, организации и проведения исследований рынка сбыта, внутренней среды фирмы, маркетингового инструментария, рынка производительных сил (рабочая сила, сырье и материалы, денежный рынок и рынок капитала), внешней среды, бенчмаркинга и маркетинговой разведки.

**Мелиорация** (от *лат.* melioratio — улучшение) — система организационно-хозяйственных и технических мер по коренному улучшению неблагоприятных гидрологических, почвенных и других условий земель с целью наиболее эффективного их использования. Виды мелиорации: орошение, осушение, химическая мелиорация, агролесомелиорация.

**Микотоксины** (от *греч.* mykes — гриб и toxikon — яд) — токсичные продукты жиз-

недеятельности микроскопических (плесневых) грибов. Известно более 250 видов грибов, продуцирующих несколько сотен микотоксинов. Многие из них обладают мутагенными (в том числе канцерогенными) свойствами.

**Микросреда** — совокупность факторов и сил, которые влияют на рыночные возможности конкретного предприятия: потребители, конкуренты, поставщики, посредники, другие контактные аудитории (включая сотрудников предприятия).

**Мониторинг** (от *лат.* monitor — тот, кто напоминает, предупреждает) — комплексная система регламентированных периодических наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния природной среды с целью выявления негативных изменений и выработки рекомендаций по их устранению или ослаблению. Мониторинг как многоцелевая информационная система включает: биоэкологический мониторинг, изучающий природную среду с точки зрения ее влияния на состояние здоровья людей; геосистемный, или природно-хозяйственный, мониторинг, изучающий изменения геосистем (в том числе природных), из которых состоит окружающая среда (геомониторинг); биосферный мониторинг, обеспечивающий наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений природной среды в глобальном масштабе (биомониторинг).

**Монокультура** (от *греч.* monos — один, единый и *лат.* cultura — возделывание, развитие) — 1) единственная сельскохозяйственная культура, возделываемая в хозяйстве; 2) длительное непрерывное выращивание растений одного вида на одном и том же участке без соблюдения севооборота.

**Мульчирование** (от *англ.* mulch — класть навозом, соломой) — покрытие (сплошное или в междурядьях) почвы мульчей: мульчбумагой, перегноем и т. п. Ослабляет испарение влаги, уменьшает амплитуду колебания температуры почвы в течение суток, предупреждает образование почвенной корки.

**Окружающая среда** (*англ.* environment) — среда обитания и деятельности человечества; окружающий человека природный и созданный им материальный мир. Включает природную и искусственную (техногенную) среду. Общественное производство изменяет окружающую среду, воздействуя прямо или косвенно на все ее элементы. Под окружающей сре-

дой в международных соглашениях подразумевается окружающая природная среда.

**Оптимизация агроландшафта** (оптимизация экологическая) — 1) достижение наиболее рационального экологического равновесия (с точки зрения долгосрочной перспективы развития хозяйства и сохранения условий жизни людей) с помощью благоприятного сочетания экологических компонентов и территорий (экосистем) с различной степенью преобразования человеком; 2) достижение фазы экологического равновесия, наиболее полно сохраняющей биологическое разнообразие. Оптимизация ландшафта заключается в повышении экологического и социально-экономического потенциала природного комплекса при полном сохранении его полезных свойств, что достигается при помощи природоохранных мер, мелиорации и рекультивации.

**Охрана окружающей среды** — деятельность органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

**Опрос** — метод сбора информации, предполагающий выяснение мнения респондента по определенному кругу включенных в анкету вопросов путем личного либо опосредованного контакта интервьюера с респондентом.

**Позиционирование товара на рынке** — действия по обеспечению конкурентоспособного рыночного положения товара и разработка соответствующего комплекса маркетинга.

**Процесс маркетингового исследования** — совокупность действий, связанных с формулированием проблемной ситуации, предварительным планированием исследования, разработкой концепции исследования, сбором информации (данных), обработкой и подготовкой информации, подведением итогов исследования (анализ и прогноз).

**Процесс управления маркетингом** — последовательность действий подразделений маркетинговой службы по достижению тактических и стратегических целей маркетинга (анализ рыночных возможностей,

выбор целевых рынков, разработка комплекса маркетинга, составление планов маркетинга, контроллинг и др.).

**ПДК** (предельно допустимая концентрация) — государственный гигиенический норматив для использования при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции; для контроля качества производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих. Это количества веществ, которые, воздействуя на людей при их ежедневной, кроме выходных дней, работе продолжительностью 8 ч (или другой продолжительностью, но не более 41 ч в неделю) в течение всего рабочего стажа, не могут вызывать обнаруживаемые современными методами исследований заболевания или отклонения в состоянии здоровья как у самих работников в процессе трудовой деятельности и в дальнейший период жизни, так и у последующих поколений. ПДК для большинства веществ являются максимально разовыми, т. е. содержащих вещества в зоне дыхания работающих усредненно периодом кратковременного отбора проб воздуха: 15 мин для токсичных веществ и 30 мин для веществ преимущественно фиброгенного действия (вызывающих фибрилляцию сердца). Для высококумулятивных веществ наряду с максимально разовой установлена среднесменная ПДК, т. е. средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены, или средневзвешенная во времени длительности всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.

Все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяют на четыре класса опасности: первый — чрезвычайно опасные — ПДК менее 0,1 мг/м<sup>3</sup> (свинец, ртуть — 0,001 мг/м<sup>3</sup>); второй — высокоопасные — ПДК от 0,1 до 1 мг/м<sup>3</sup> (хлор — 0,1 мг/м<sup>3</sup>; серная кислота — 1 мг/м<sup>3</sup>); третий — умеренно опасные — ПДК от 1,1 до 10 мг/м<sup>3</sup> (спирт метиловый — 5 мг/м<sup>3</sup>; дихлорэтан — 10 мг/м<sup>3</sup>); четвертый — малоопасные — ПДК более 10 мг/м<sup>3</sup> (аммиак — 20 мг/м<sup>3</sup>; ацетон — 200 мг/м<sup>3</sup>; бензин, керосин — 300 мг/м<sup>3</sup>; спирт этиловый — 1000 мг/м<sup>3</sup>). По характеру воздействия на организм человека вредные вещества делят на раздражающие (хлор, аммиак, хлористый водород и др.);

удушающие (оксид углерода, сероводород и др.); наркотические (азот под давлением, ацетилен, ацетон, четыреххлористый углерод и др.); соматические, вызывающие нарушения деятельности организма (свинец, бензол, метиловый спирт, мышьяк).

**Перевыпас скота** — выпас скота в масштабах, превышающих способность пастбищ к восстановлению. Приводит к деградации земель, исчезновению растительности, развитию эрозионных процессов.

**Переуплотнение почв** (сельскохозяйственной техникой) — процесс изменения сложения почвы под воздействием высоких механических нагрузок (тяжелая техника, перевыпас скота и др.) вследствие разрушения агрегатов и сближения почвенных частиц, приводящих к более плотному их расположению и уменьшению порового пространства. Количественные характеристики переуплотнения зависят от генетических свойств почв, гранулометрического состава, агрегированности и прочности агрегатов. Переуплотнение почв в странах с интенсивным механизированным земледелием стало важнейшим фактором деградации их физического состояния и плодородия. Ежегодно значительная часть сельскохозяйственных полей подвергается в среднем 2–4-кратному воздействию, при этом деформация и уплотнение почвы начинаются при условии, что внешнее воздействие превышает ее прочность, порог устойчивости к механическому давлению. Прочностные характеристики слабокультурных почв супесчаного и легкосуглинистого состава определяются в основном гранулометрическим составом. В структурных почвах прочностные характеристики определяются уровнем агрегированности и прочностью агрегатов.

Степень деформации почвы зависит от ее исходного состояния: плотности и влажности во время прохода техники, величины контактного давления на почву, кратности воздействия. Влажность почвы в момент воздействия на нее техники является важнейшим фактором, определяющим степень уплотнения при одной и той же нагрузке. Глубина деформации, определяемая вышеназванными факторами, а также единичной массой техники, давлением на ось и напряжением на глубине 50 см, варьируется от 20–30 до 50–60 см. Переуплотнение почвы ведет к разрушению структуры, повышению плотности и при высушивании — твердости, снижению водо- и воздухопроницаемости, нитрификацион-

ной способности, а в конечном итоге к снижению плодородия на 5–20% и более. Интегральный показатель физического состояния плотности почвы повышается под воздействием техники от 0,05 до 0,4 г/см<sup>3</sup>, прирост плотности при этом увеличивается от 3–4% до 35–40%, составляя в среднем 15–20%. Плотность почвы по следам движителей сельскохозяйственной техники в пахотном слое составляет от 1,2–1,3 г/см<sup>3</sup> до 1,4–1,5 и 1,5–1,6 г/см<sup>3</sup>. К переуплотненным ходовым системам сельскохозяйственной техники следует относить почвы с плотностью от 1,3–1,5 г/см<sup>3</sup> (средняя степень уплотнения) до 1,5–1,6 г/см<sup>3</sup> (сильная степень уплотнения). При средней степени уплотнения снижение урожая при прочих равных условиях достигает 20–30% на всех типах пахотных почв. При сильной степени уплотнения потеря урожая могут достигать 50–60%. Многократное из года в год воздействие техники на почву ведет к «накоплению» уплотнения. Уплотнение почв идет не только в вертикальном, но и в горизонтальном от центра следа направлении — на 35–70 см.

**Пестициды** (от *лат.* *pestis* — зараза и *caedo* — убиваю) — химические средства борьбы с вредоносными или нежелательными микроорганизмами, растениями и животными. По своему назначению пестициды разделяют на инсектициды — средства борьбы с насекомыми, акарициды — с клещами, гербициды — с нежелательной растительностью, альгициды — с водорослями, фунгициды — с грибами, бактерициды — с бактериями, моллюскоциды — с улитками и слизнями, нематоциды — с нематодами, зооциды — с вредителями из числа позвоночных. К пестицидам относятся репелленты — вещества, способные отпугивать вредные организмы; аттрактанты — привлекающие вещества, которые используют для дезориентации, контроля или последующего уничтожения определенных видов животных; гормональные инсектициды и хемостерилизаторы, которые препятствуют нормальному развитию и размножению, а также вещества, по механизму действия родственные гербицидам: регуляторы роста растений (влияют на процессы роста и развития растений), дефолианты (удаляют листья), десиканты (подсушивают растения).

**Плодородие** — способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством

воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности. Различают потенциальное (естественное) и эффективное (приобретенное под влиянием обработки, удобрений, мелиорации и т. п.) плодородие. При правильном использовании почвы ее плодородие повышается.

**Полезационное лесоразведение** — выращивание лесных полос по границам полей севооборота, а на больших полях еще и внутри них. Полосы обычно 3–5-рядные, ветропроницаемые, состоят из дуба, ясеня, березы, белой акации (главные породы), а также липы, клена, груши, яблони (сопутствующие породы). Способствуют равномерному распределению снега на полях, уменьшают испарение влаги с поверхности почвы, что повышает урожайность сельскохозяйственных растений.

**Почвоутомление** — резкое снижение урожайности сельскохозяйственных культур при бессменном выращивании на одном и том же поле или частом возвращении на одно и то же место. Основные причины: накопление специфических болезнетворных микроорганизмов, семян сорняков.

**Рациональное природопользование** — система природопользования, при которой достаточно полно используются добываемые природные ресурсы и соответственно уменьшается количество потребляемых ресурсов; обеспечивается восстановление возобновляемых природных ресурсов; полно и многократно употребляются отходы производства. Рациональное природопользование позволяет значительно уменьшить загрязнение окружающей среды. Характерно для интенсивного хозяйства.

**Рекультивация** — искусственное восстановление плодородия почвы и растительного покрова (после техногенного нарушения природы (открытые горные выработки и др.). При рекультивации земель различают два этапа: рекультивацию техническую и биологическую.

**Репрезентативность** — степень соответствия количественных характеристик, полученных в результате выборочного наблюдения, характеристикам, свойственным всей генеральной совокупности.

**Репрезентативная выборка** — выборка, состав и структура которой по своим существенным характеристикам соответствуют составу и структуре генеральной совокупности.

**Рынок** — 1) место встречи спроса и предложения, где выявляется степень соответ-

ствия характеристик произведенного продукта общественной потребности в нем, осуществляется сравнение конкурентоспособности данного товара с конкурентоспособностью товара-конкурента; 2) сфера обмена товарами, услугами и другой собственностью; 3) группа потребителей; 4) все покупатели данного товара; 5) организованное место торговли; 6) источники получения товаров и услуг; 7) физические или виртуально представленная совокупность существующих или потенциальных продавцов и покупателей каких-либо продуктов или услуг.

**Сбытовая политика** — комплекс мер, касающихся выбора канала товародвижения, отбора участников этого канала, стимулирования участников канала и сотрудников служб сбыта.

**Сегмент рынка** — совокупность, группа потребителей, одинаково реагирующих на один и тот же предлагаемый продукт и на комплекс маркетинга.

**Сегментирование рынка** — разделение рынка на четкие группы потребителей, которые предъявляют разные требования к товару и по-разному реагируют на маркетинговые усилия фирмы.

**Спрос** — категория, присущая товарному хозяйству и проявляющаяся в сфере обмена, торговли. Спрос выражает постоянно меняющуюся совокупную общественную потребность, представленную на рынке в различных товарах и складывающуюся из множества конкретных требований массы потребителей, отличающихся большим разнообразием.

**Стратегический маркетинг** — 1) систематический и постоянный анализ нужд и желаний ключевых групп потребителей, а также разработка концепций эффективных товаров или услуг, позволяющих компании обслуживать выбранные группы покупателей лучше, чем конкуренты, и тем самым обеспечивающих производителю устойчивое конкурентное преимущество; 2) анализ потребностей физических лиц и организаций; 3) уточнение линии фирмы, определение целей, разработка стратегии развития и обеспечение сбалансированной структуры товарного портфеля; 4) процесс разработки комплекса основных направлений стратегической политики фирмы в области товаров, цен, коммуникаций, распределения и сбыта с учетом факторов постоянно меняющейся маркетинговой среды.

**Стратегическое планирование** — управленческий процесс создания и поддержания

стратегического соответствия между целями фирмы, ее потенциальными возможностями и шансами в сфере маркетинга. Опирается на четко сформулированное программное заявление фирмы, изложение вспомогательных целей и задач, рациональный хозяйственный портфель и стратегию роста.

**Стратегия предприятия** — комплекс действий, необходимых для перевода предприятия из состояния, в котором оно находится, в желаемое состояние.

**Сидерация** — запахивание зеленой массы люпина, сераделлы и других сидеральных растений (зеленого удобрения) для обогащения почвы органическим веществом, азотом и другими питательными элементами. Эффективна на малогумусных песчаных и супесчаных почвах.

**Степень смытости** — уменьшение мощности гумусового горизонта по сравнению с эталоном, выраженное в процентах. Различается по типам почв. Например, для черноземов: слабосмытые — до 25%, среднесмытые — 25–50%, сильносмытые — более 50%.

**Степень эродированности почвы** (эродированность) — степень разрушения верхнего плодородного слоя почвы водой и ветром.

**Товар** — 1) продукт, реализуемый на рынке; объект купли-продажи; 2) совокупность основных потребительских характеристик продукта, которые удовлетворяют определенные потребности; 3) предоставляемые потребителю услуги и льготы, дополняющие продукт и облегчающие его реализацию; 4) «окружение» продукта как такового — его дизайн, качество, оформление, марка, упаковка.

**Товарная политика** — совокупность мероприятий и стратегий, ориентированных на постановку и достижение предпринимательских целей, которые включают выход нового товара или группы товаров на рынок (инновация), модернизацию уже находящихся на рынке товаров (вариация) или вывод из производственной программы выпускаемого товара (элиминация), а также ассортиментную политику.

**Техногенез** (от *греч.* *techné* — искусство, мастерство и *genesis* — происхождение) — целенаправленный процесс технической (геологической) деятельности человека в биосфере и околоземном пространстве. В техногенез вовлечены все химические элементы. В последнее время активность техногенеза значительно превышает активность любого другого геохимического про-

цесса, в ряде случаев всех других геохимических сил, вместе взятых. Некоторые авторы отождествляют (неверно) техногенез с ноогенезом. По существу, техногенез относится к ноогенезу как частное к общему, т. е. является составной частью (важным этапом) ноогенеза.

**Уровень плодородия почв** — 1) средняя величина урожая районированных культур или различных сообществ за ряд лет; 2) количество энергии, связанной органическим веществом в течение вегетационного периода, на единицу площади.

**ФАО** (Food and Agriculture Organization) — продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Как межправительственная организация, ФАО занимается вопросами продовольственных ресурсов и развития сельского хозяйства стран мирового сообщества. Основана в 1945 г. Штаб-квартира ФАО находится в Риме. Работает на основе устава, в котором сформулированы цели и задачи организации, сводящиеся к улучшению питания и повышению жизненного уровня населения. ФАО занимается сбором, изучением, обработкой и распространением информации по вопросам развития сельского хозяйства и продовольствия, оказания технической и методической помощи нуждающимся странам, изучает конъюнктуру на мировом продовольственном и сельскохозяйственном рынке, разрабатывает сельскохозяйственную статистику, позволяющую сопоставлять данные о сельском хозяйстве различных стран.

**Фокус-группа** — групповое интервью, проводимое модератором в форме дискуссии по заранее разработанному сценарию с небольшой группой «типичных» представителей изучаемой части населения, сходных по основным социальным характеристикам.

**Функции маркетинга** — отдельные виды или комплексы видов специализированной деятельности, осуществляемой в процессе организации и осуществления маркетинга. К важнейшим функциям маркетинга относят: маркетинговое исследование и сбор информации; планирование маркетинга; организацию маркетинга; разработку нового продукта; продвижение продукта; сбыт и распределение продукта.

**Цена** — 1) денежное выражение стоимости; сумма, которую потребители должны уплатить для получения товара. Назначенная фирмой цена должна соответствовать воспринимаемой ценности предложения;



2) эффективный инструмент комплекса маркетинга.

**Ценовая политика** — общие принципы, которых придерживается компания в установлении цен на свои товары или услуги.

**Экология** — наука о взаимоотношениях живых организмов друг с другом и с окружающей средой.

**Экологический мониторинг** (мониторинг окружающей среды) — комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Экологические нормативы** — научно обоснованные и обязательные для выполнения меры предельно допустимого отрицательного воздействия человека на окружающую природную среду. Под отрицательным воздействием понимается деятельность человека, вносящая физические, химические, биологические изменения в природу, которые угрожают состоянию здоровья и жизни человека, состоянию растительного и животного мира. Экологические нормативы конкретизируют установленные законодательством требования экологической безопасности. Превышение нормативов является экологическим правонарушением и влечет за собой прекращение, приостановление или ограничение экологически вредной деятельности (ст. 25, 45, 50–54 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды»), а также применение мер юридической ответственности.

**Экологическая опасность** — угроза нарушения природных условий вследствие деятельности человека или стихийных бедствий, которая может привести к ухудшению здоровья людей; снизить потенциальные возможности активной производственной деятельности; ухудшить условия для культурного развития общества и духовной жизни человека.

**Экологическая оценка** (экологический аудит) предприятия и (или) проекта помогает решать несколько задач одновременно, при этом основной, как правило, является получение полной и объективной картины экологического состояния предприятия или площадки с последующей оценкой размера существующей или потенциальной ответственности в сфере охраны окружающей среды, т. е. экологических рисков.

**Экологические факторы** — компоненты среды, оказывающие влияние на организ-

мы и вызывающие у них приспособительные реакции.

**Экологическая экспертиза** — установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

**Эрозия** (от лат. *erosio* — разъедание) — процесс разрушения горных пород и почв водным потоком. Различают поверхностную (сглаживание неровностей рельефа), линейную (расчленение рельефа), боковую (подмыв берегов рек) и глубинную (врезание русла потока в глубину) эрозию.

**Эрозия почв** — разрушение водой и ветром верхнего слоя почвы, смыв или развешивание его частиц и осаждение в новых местах. Водная и ветровая (дефляция) эрозия уменьшает площадь пашни, снижает плодородие почвы, затрудняет обработку полей, разрушает дороги и другие сооружения, заливает каналы и водохранилища. Меры борьбы: почвозащитные севообороты, правильная обработка почвы, снегозадержание, защитные насаждения, террасирование склонов, оврагоукрепительные работы и др.

**Эрозия почв антропогенная** (ускоренная) проявляется в результате нерациональной хозяйственной деятельности человека. Протекает быстрее, чем почвообразование.

**Эрозия почв допустимая** — допустимые потери почвы от эрозии, которые компенсируются скоростью почвообразования. Показатель используется при оценке эффективности комплекса запланированных противоэрозионных мер. Для черноземов и серых лесных почв составляет 2–6 т/га в год.

**Эрозия почв ирригационная** проявляется при неправильно организованном орошении.

**Эрозия почв механическая** (агротехническая, техногенная) — систематический сдвиг почвы вниз по склону вследствие работы сельскохозяйственных машин и орудий при пахоте и других видах обработки земель.

**Эффективность противоэрозионных приемов** — дополнительно полученная прибавка в стоимости или натуральном выражении за счет применения различных

противоэрозионных, агротехнических, фитомелиоративных, гидротехнических, химических и других приемов воздействия на почву.

**Экономическая эффективность маркетинговой деятельности** — 1) относительный многообразный (по всем этапам процесса маркетинга) результат, отвечающий конечным и промежуточным целям осуществления маркетинговой деятельности; 2) отношение эффекта (результата) от про-

ведения маркетинговой деятельности ко всем затратам, сопровождающим этот процесс; 3) отдача от затрат, связанных с маркетинговой деятельностью, которая может оцениваться как отношение результата, выраженного в натуральной (вещественной или невещественной) или стоимостной (ценовой) форме к затратам всех необходимых ресурсов (материально-технических, трудовых и др.) на организацию и осуществление маркетинговой деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов / Н. М. Капустин [и др.]. — М. : Высш. шк., 2004. — 415 с.
2. Агафонов, Н. И. Об основных принципах инженерно-технического обеспечения механизированных работ // Инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. — зерноград : ВНИПТИМЭСХ, 1983. — С. 16–22.
3. Агроэкология / В. А. Черников [и др.]. — М. : Колос, 2000. — 536 с.
4. Аксенов, И. Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И. Я. Аксенов, В. И. Аксенов. — М. : Транспорт, 1986. — 176 с.
5. Аналитическая информация по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса : сб. — М. : Росинформагротех, 2005. — 284 с.
6. Арутюнов, А. Л. Потребление энергоресурсов в сельском хозяйстве России // Экономическая наука современной России. — 2008. — № 1 (13).
7. Арутов, Б. А. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве : учеб. пособие / Б. А. Арутов, А. Н. Важенин, А. В. Пасин. — М. : Академия естествознания, 2010.
8. Багиев, Г. Л. Маркетинг / Г. Л. Багиев, В. М. Тарасевич, Х. Анн. — М. : Экономика, 2001. — 718 с.
9. Беляевский, И. К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогноз : учеб. пособие для вузов. — М. : Финансы и статистика, 2001. — 219 с.
10. Березин, И. О. Маркетинг и исследования рынка. — М. : Русская деловая литература, 1999. — 416 с.
11. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. — М. : КолосС, 2004. — 344 с.
12. Воронцов, А. П. Рациональное природопользование : учеб. пособие. — М. : ТанDEM, ЭКМОС, 2000. — 304 с.
13. Гегамян, Н. С. Эффективная система производства свинины (опыт, проблемы и решения) / Н. С. Гегамян, Н. В. Пономарев, А. Л. Черногоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Росинформагротех, 2010. — Ч. II. — 428 с.
14. Герасименко, В. П. Практикум по агроэкологии [Текст] : учеб. пособие. — СПб. : Лань, 2009. — 432 с.
15. Голицын, А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды : учебник. — М. : Оникс, 2007. — 336 с.
16. Голубев, И. Г. Рециклинг отходов в АПК : справочник / И. Г. Голубев [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2011. — 296 с.

17. Голубев, И. Р. Окружающая среда и транспорт / И. Р. Голубев, Ю. В. Новиков. — М. : Транспорт, 1987. — 207 с.
18. Гордеев, А. С. Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий / под ред. А. И. Завражнова. — М. : Агроконсалт, 2002. — 492 с.
19. Громова, Н. Ю. Техногенные системы и экологический риск / Н. Ю. Громова, Т. Ю. Салова. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 305 с.
20. Данилов, Н. И. Энергосбережение — от слов к делу. — Екатеринбург : Энерго-Пресс, 2000.
21. Дубовик, В. А. Агроэкологическое состояние черноземных почв при производстве нормативной продукции в интенсивных яблоневых насаждениях / В. А. Дубовик, И. А. Трунов. — Мичуринск : Наукоград; Воронеж : Кварта, 2007. — 208 с.
22. Дубровин, И. А. Маркетинг продовольственных товаров. — М. : Колос, 2008. — 406 с.
23. Ежевский, А. А. Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства : науч.-аналит. обзор. (По материалам международных выставок SIMA-2009, Agritechnica-2009, «Золотая осень 2009») / А. А. Ежевский, В. И. Черноиванов, В. Ф. Федоренко. — М. : Росинформагротех, 2010. — 292 с.
24. Завражнов, А. И. Технологическое проектирование ферм и комплексов. — Алмата : Кайнар, 1982. — 280 с.
25. Иголкин, А. А. Источники энергии — экономическая история (до начала XX века). — М. : РРГУ, 2001.
26. Инженерно-техническая служба в АПК: состояние и перспективы [Текст] / Э. И. Липкович. — Зерноград : ВНИПТИМЭСХ, 1996. — 35 с.
27. Инженерные нанотехнологии в АПК / В. Ф. Федоренко [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2009. — 144 с.
28. Инновации в машиноиспользовании в АПК России / под ред. Н. В. Краснощекова [и др.]. — М. : Росинформагротех. — 2008. — Т. 1. — Ч. I. — 436 с.
29. Инновации в машиноиспользовании в АПК России. — М. : Росинформагротех. — 2008. — Т. 1. — Ч. II. — 404 с.
30. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия. — М. : Колос, 1996. — 367 с.
31. Кирюшин, В. И. Экологическое земледелие и технологическая политика. — М. : Изд-во МСХА, 2000. — 413 с.
32. Коба, В. Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В. Г. Коба [и др.]. — М. : Колос, 1999. — 528 с.
33. Комплексное изучение продуктивности агроценозов : сб науч. тр. / отв. ред. М. С. Кузнецов. — Пушкино : НЦБИ АН СССР, 1987. — 219 с.
34. Котлер, Ф. Основы маркетинга : пер. с англ. — М. : Вильямс, 2007. — 656 с.
35. Краснощеков, Н. В. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства России. — М. : Росинформагротех, 2009. — 388 с.
36. Лачуга, Ю. Ф. Научное обеспечение автоматизации сельскохозяйственного производства на современном этапе // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве : сб. докл. IX Междунар. науч.-практ. конф. (19–20 сент. 2006 г., г. Углич). — Ч. 1. — М. — 2006. — С. 14–27.
37. Лачуга, Ю. Ф. Техническое обеспечение управления производственными процессами в растениеводстве с использованием ГЛОНАСС / Ю. Ф. Лачуга, И. Г. Смирнов // Земледелие различной степени интенсивности с использованием спутниковой навигационной системы : сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. — Тюмень. — 2011. — С. 13–20.
38. Ли, Р. И. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий : учеб. пособие для вузов. — Мичуринск : МГАУ; Липецк : ЛГТУ, 2008. — 322 с.
39. Личман, Г. И. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия / Г. И. Личман, Н. М. Марченко, В. М. Дринча. — М. : Россельхозакадемия, 2004. — 79 с.

40. Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы : учеб. пособие для вузов / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. — М. : Агропромиздат, 1989. — 240 с.
41. Лялякин, В. П. Состояние и перспективы ремонта машин в агропромышленном комплексе // Перспективные технологии и технические средства в АПК : материалы Междунар. науч.-прак. конференции. — Мичуринск : МГАУ, 2008. — С. 173–176.
42. Маркетинг / А. В. Пошатаев, М. В. Москалев, Е. И. Семенова [и др.]. — М. : КолосС, 2005. — 368 с.
43. Маркетинг : учебник для вузов / Н. Д. Эриашвили [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 631 с.
44. Маркетинг : учебник-практикум / под ред. Н. П. Ващекина. — М. : Информ-Знание, 1999.
45. *Матвейкин, И. В.* Подсистема прогнозирования и поддержки принятия решений при диагностировании технических средств : программа для ЭВМ / И. В. Матвейкин, В. В. Извозчикова, М. Н. Волков. Свидетельство ФСИСПТЗ № 2007610344 от 10.01.2008 о гос. регистрации программы для ЭВМ. Внесена в Реестр программ для ЭВМ.
46. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). Утв. Министерством транспорта РФ 28.10.1998 : официальный текст.
47. Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций / А. Афонин и др. ; утв. Главгосэнергонадзором РФ 23.12.98 : официальный текст.
48. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / А. Н. Никифоров [и др.]. — М. : ВИМ, 1995.
49. *Мишуров, Н. П.* Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока. — М. : Росинформагротех, 2010. — 152 с.
50. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks : методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. — М. : Горячая линия-Телеком, 2008. — 392 с.
51. *Норенков, И. П.* Основы автоматизированного проектирования. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 336 с.
52. О мерах по реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» : расширенное заседание коллегии Министерства сельского хозяйства РФ (19 окт. 2005 г.). — М. : Росинформагротех, 2005. — 39 с.
53. О методах агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий в точном земледелии / В. П. Якушев [и др.] // Вестник РАСХН. — 2004. — № 3. — С. 32–34.
54. Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий / А. С. Гордеев [и др.] / под ред. А. И. Завражнова. — М. : Агроконсалт, 2002. — 492 с.
55. Охрана сельскохозяйственных угодий и окружающей среды / А. И. Мурашко [и др.] / под ред. А. И. Мурашко. — Минск : Ураджай, 1984. — 272 с.
56. *Писарев, Ю. Н.* Опыт реконструкции птичников и использование пустующих помещений для напольного выращивания птицы // Техника и оборудование для села. — 2003. — № 9. — С. 34–35.
57. Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты) / И. П. Макаров [и др.] ; под ред. И. П. Макарова и В. Д. Мухи. — М. : Колос, 1995. — 288 с.
58. *Полужтков, Е. В.* Почвозащитные системы в ландшафтном земледелии / Е. В. Полужтков, Е. П. Луганцев. — Ростов н/Д : СКНЦ-ВШ, 2005. — 208 с.
59. Природопользование : учебник / под ред. Э. А. Арустамова. — М. : Дашков и Ко, 1999. — 252 с.
60. Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. ЕС-Energy Centre Kiev, Ukraine. — TACIS-Programme, 1995. — 199 с.

61. *Протасов, В. Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России : учеб. и справ. пособие. — 3-е изд. — М. : Финансы и статистика, 2001. — 672 с.
62. *Протасов, В. Ф.* Экология, здоровье и природопользование в России / В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов. — М. : Финансы и статистика, 1995. — 528 с.
63. *Раскатов, В. А.* Приборы и измерения, наблюдения за состоянием окружающей среды. — Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. — 134 с.
64. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий / Н. М. Морозов [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2005. — 180 с.
65. *Русанов, В. А.* Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. — М. : ВИМ, 1998. — 367 с.
66. *Сибкиин, Ю. Д.* Технология энергосбережения : учебник / Ю. Д. Сибкиин, М. Ю. Сибкиин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Форум, 2010. — 352 с.
67. Словарь-справочник по агропочвоведению / под общ. ред. В. Д. Иванова. — Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 1999. — 400 с.
68. *Смолянинов, В. М.* Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий / В. М. Смолянинов, П. С. Русинов, Д. Н. Панков. — Воронеж: ВГАУ, 1996. — 126 с.
69. Создание и использование компьютерных информационных систем в сельском хозяйстве: метод. рекомендации / под ред. В. В. Альта. — Новосибирск : Сибирское отд. РАСХН; СибФТИ, 2005. — 126 с.
70. *Соловьева, Н. Ф.* Опыт применения и развития систем точного земледелия. — М. : Росинформагротехника, 2008. — 100 с.
71. *Спиркина, Г. Д.* Агроэкология. Модуль 2. Окружающая среда и здоровье человека. — Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. — 160 с.
72. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / под ред. В. В. Нунгейзера, Ю. Ф. Лачуги. — Ч. 1. — М. : Росинформагротех, 2011. — 372 с.
73. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В. И. Фисинин [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2009. — 80 с.
74. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Черноиванова. — М. : ГОСНИТИ; Челябинск : ЧГАУ, 2003. — 992 с.
75. Техническое обслуживание, ремонт и обновление сельскохозяйственной техники в современных условиях / В. И. Черноиванов [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2008. — 148 с.
76. *Том, Р.* Структурная устойчивость и морфогенез. — М. : Логос, 2002. — 288 с.
77. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture)[Текст] / под общ. ред. Д. Шпарара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева — СПб., 2009. — 397 с.
78. *Ушачев, И. Г.* Экономический рост и конкурентоспособность сельского хозяйства России. Проблемы экономического роста и конкурентоспособности сельского хозяйства России // Материалы III Всероссийского конкурса экономистов-аграрников. 9–10 февраля 2009 г., Москва.
79. *Федоренко, В. Ф.* Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: Инновации и опыт / В. Ф. Федоренко, В. С. Тихонравов. — М. : Росинформагротех, 2006. — 328 с.
80. *Федоренко, В. Ф.* Ресурсосбережение в АПК. — М. : Росинформагротех, 2012. — 384 с.
81. *Федорова, А. И.* Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. — Воронеж : ВГУ, 1997. — 304 с.
82. *Фисинин, В. И.* Птицеводство России — стратегия инновационного развития. — М. : ГНУВНИТИП, 2009. — 147 с.
83. *Фисинин, В. И.* Стратегия инновационного развития мирового и отечественного птицеводства : матер. XVI конф. ВНАП. — Сергиев Посад, 2009. — С. 6–14.

84. *Фокин, В. М.* Основы энергосбережения и энергоаудита. — М. : Машиностроение-1, 2006. — 256 с.
85. *Цахаев, Р. К.* Основы маркетинга : учебник / Р. К. Цахаев, Т. В. Муртузалиева. — 2-е изд. — М. : Экзамен, 2007. — 448 с.
86. Целевая программа ведомства «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010–2012 годы». — М. : Росинформагротех, 2011. — 81 с.
87. *Цылкин, Ю. А.* Агротехнологии и консалтинг : учеб. пособие. — М. : Юнити-Дана, 2000. — 637 с.
88. *Чевертон, П.* Теория и практика современного маркетинга / пер. с англ. В. Н. Егорова. — М. : ФАИР-Пресс, 2002. — 608 с.
89. *Черников, В. А.* Агрэкология. Модуль 1. Агрэкологический мониторинг / В. А. Черников, О. А. Соколов. — Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. — 56 с.
90. *Черников, В. А.* Агрэкология. Модуль 4. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов / В. А. Черников, О. А. Соколов, А. И. Чекерес. — Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. — 138 с.
91. *Черников, В. А.* Агрэкология. Модуль 6. Сельскохозяйственная экология. — Пущино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. — 102 с.
92. *Черноиванов, В. И.* Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В. И. Черноиванов, А. А. Ежевский, В. Ф. Федоренко. — М. : Росинформагротех, 2012. — 284 с.
93. *Шеин, Е. В.* Агротехнологии / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров. — Ростов н/Д : Феникс, 2006. — 400 с.
94. *Шипилевский, Г. Б.* Системы управления современных тракторов — концепция для отечественного тракторостроения [Текст] // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве : сб. докл. X междунар. науч.-практ. конф. 16–17 сентября 2008 г., г. Углич. — Ч. 1. — М., 2008. — С. 173–181.
95. *Шипилевский, Г. Б.* Пути электронизации отечественной тракторной техники / Г. Б. Шипилевский, А. Н. Вознесенский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2006. — № 8.
96. Эффективность организации переработки молока в хозяйствах / Н. М. Морозов [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2007. — 116 с.
97. Эффективность природоохранных мероприятий / под ред. Т. С. Хачатурова, К. В. Папенова. — М. : МГУ, 1990. — 224 с.
98. *Якушев, В. В.* Программно-технические средства информационного обеспечения и реализации агроприемов в системе точного земледелия : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — СПб. : АФИ, 2005.
99. *Якушев, В. П.* Информационное обеспечение точного земледелия / В. П. Якушев, В. В. Якушев. — СПб. : ПИЯФ РАН, 2007. — 384 с.
100. *Якушев, В. П.* На пути к точному земледелию. — СПб. : ПИЯФ РАН, 2002. — 458 с.
101. *Werner A.* Precision Agriculture as an example of Inter- and transdisciplinary research in agriculture : results of the German joint research project : preagro / A. Werner, A. Jarfe // Werner A., Jarfe A. (Eds.). Programme book of the joint conference of ECPA–ECPLF. — Wageningen Academic Publishers. — 2003. — P. 801–811.
102. *Werner A.* Precision Agriculture: Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis / A. Werner, A. Jarfe (Ed.) // Tagungsband zu Precision Agriculture, 13–15 März 2002 in Bonn. KTBL-Sonderveröffentlichung 038. — KTBL Darmstadt. — 2002. — P 522.



## ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. *Ариничев, В. Н.* Модернизация машинно-технологической системы сельскохозяйственного производства / В. Н. Ариничев. — Электрон. дан. — Режим доступа: [http://science-bsea.narod.ru/2009/ekonom\\_2009\\_2/arinichev\\_mod.htm](http://science-bsea.narod.ru/2009/ekonom_2009_2/arinichev_mod.htm).
2. *Арутюнов, А. Л.* О перспективах использования основных и альтернативных видов топлива в сельскохозяйственном производстве России / А. Л. Арутюнов. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.ecfor.ru>.
3. *Волконский, В. А.* Анализ и прогноз энергоёмкости и энергоэффективности экономики России / В. А. Волконский, А. И. Кузовкин. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.ecfor.ru>.
4. Доильная установка с молокопроводом УДМ-200. ГНУ ВИЭСХ и НПП «Фемакс». — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.femaks.ru>.
5. Мировые рынки возобновляемых источников энергии и национальные интересы России. Энергетический менеджмент / В. П. Шуйский [и др.]. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.energomenedgment.com.ua>.
6. *Назаров, А. В.* Состояние, проблемы и направления повышения эффективности животноводства в РФ: аналитическая записка [Электронный ресурс] / А. В. Назаров. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.nazarov-av.ru>.
7. *Насонова, Д.* Свиноводы тестируют альтернативную технологию / Д. Насонова. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.agro-ferma.ru/svinovodstvo>.
8. Плоские коллекторы. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.teplonasos.com>.
9. Сельское хозяйство. Животноводство. Численность скота и птицы по категориям хозяйств. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
10. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.government.ru>; [www.energystrategy.ru](http://www.energystrategy.ru).





## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<i>Глава 1</i>	
<b>Развитие сельскохозяйственного производства в России на современном этапе</b> .....	9
1.1. Стратегические направления повышения продуктивности мирового и отечественного сельскохозяйственного производства .....	9
1.2. Агротехнологии и принципы их формирования .....	12
1.3. Особенности производства сельскохозяйственной продукции в России. Роль агроинженерной сферы .....	17
1.4. Техническое оснащение сельхозпроизводства .....	18
1.5. Влияние машинно-технологических факторов на эффективность производства .....	22
<i>Глава 2</i>	
<b>Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства</b> .....	29
2.1. Мировые тенденции в сельскохозяйственном производстве .....	29
2.2. Машинно-технологическая модернизация сельскохозяйственного производства .....	33
2.2.1. Количественные преобразования в сельскохозяйственном производстве .....	33
2.2.2. Качественные преобразования в сельскохозяйственном производстве .....	34
2.3. Направления инновационного развития техники и технологий .....	36
2.4. Услуги, предоставляемые производителями сельскохозяйственных машин .....	43
2.5. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе .....	45
<i>Глава 3</i>	
<b>Принципы технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции</b> .....	49
3.1. Основные положения .....	49
3.2. Резервы экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов .....	51
3.3. Модернизация в растениеводстве .....	53
3.3.1. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур .....	53

3.3.2. Почвозащитные энергосберегающие технологии . . . . .	68
Почвозащитные технологии и комплексы машин для возделывания озимых зерновых культур по чистым парам . . . .	69
Почвозащитная технология и комплекс машин для возделывания озимых зерновых культур по пропашным крупностебельным предшественникам . . . . .	70
Почвозащитная технология и комплексы машин для возделывания озимых зерновых культур по колосовым предшественникам . . . . .	71
Почвозащитная технология и комплексы машин для возделывания пропашных крупностебельных культур по колосовым предшественникам . . . . .	71
Почвозащитная технология и комплексы машин для возделывания яровых зерновых и зернобобовых культур . . . . .	72
3.3.3. Новая ресурсосберегающая техника . . . . .	72
3.3.4. Ресурсосбережение при заготовке кормов . . . . .	78
Заготовка сена . . . . .	78
Заготовка сенажа . . . . .	80
Заготовка силоса . . . . .	80
3.3.5. Ресурсосбережение при защите растений от вредителей, болезней и сорняков . . . . .	82
3.4. Модернизация производства продукции животноводства . . . . .	88
3.4.1. Состояние отрасли, цели и задачи модернизации животноводства . . . . .	88
3.4.2. Направления технической модернизации молочного скотоводства . . . . .	91
Системы содержания крупного рогатого скота . . . . .	92
Содержание животных . . . . .	109
Первичная обработка молока . . . . .	112
3.4.3. Совершенствование технологий мясного скотоводства . . . . .	116
Мясные породы . . . . .	116
Выращивание, откорм и нагул скота . . . . .	117
3.4.4. Интенсификация промышленного свиноводства . . . . .	119
Структура стада . . . . .	120
Размножение свиней . . . . .	120
Содержание свиней . . . . .	121
Откорм свиней . . . . .	121
3.4.5. Направления технической модернизации птицеводства . . . . .	128

#### Глава 4

#### Принципы технологической модернизации переработки

<b>и хранения сельскохозяйственной продукции . . . . .</b>	<b>136</b>
4.1. Основные направления совершенствования технологий и технологических средств переработки и хранения продукции растениеводства . . . . .	138
4.1.1. Продукция полеводства . . . . .	138
Технологические процессы предприятия по переработке зерна в муку . . . . .	138
Технологические схемы переработки зерна в крупу . . . . .	142
Технологии производства масложировой продукции . . . . .	146
Современные технологии очистки растительных масел . . . . .	149
Энергетическая автономность сельскохозяйственных предприятий . .	153
Применение нанотехнологий в растениеводстве . . . . .	154
4.1.2. Плодоовощная продукция . . . . .	155
Энергосберегающие технологические процессы переработки плодоовощной продукции . . . . .	162

Сублимационная вакуумная сушка в современном пищевом производстве .....	162
4.2. Развитие технологий переработки продукции .....	165
4.2.1. Переработка молока .....	165
Снижение энергозатрат на первичную обработку молока .....	165
Энергоресурсосбережение при переработке молока .....	166
Цеха по переработке молока .....	167
Эффективность переработки продукции в прифермских цехах ....	167
Упаковка сублимированных продуктов .....	168
4.2.2. Переработка мяса .....	168
4.3. Вторичная переработка сельскохозяйственного сырья .....	174
4.3.1. Основные признаки вторичных ресурсов и отходов АПК .....	175
4.3.2. Отходы деятельности предприятий инженерно-технической сферы АПК .....	191

## Глава 5

<b>Эффективность использования энергии в сельском хозяйстве</b> .....	194
5.1. Энергообеспечение сельского хозяйства .....	194
5.1.1. Инфраструктура поставок энергии .....	194
Водоснабжение .....	194
Теплоснабжение .....	195
Электроснабжение .....	196
5.1.2. Топливо-энергетические ресурсы .....	196
5.1.3. Энергетическая эффективность сельскохозяйственного производства .....	197
5.2. Возобновляемые источники энергии и биоэнергетика .....	200
5.2.1. Возобновляемые источники энергии .....	200
Низкопотенциальная энергия .....	202
Ветряная энергия .....	204
Малая гидроэнергетика .....	205
Солнечная энергетика .....	206
Фотоэлектрическая энергия .....	207
5.2.2. Биоэнергетика в энергообеспечении сельского хозяйства .....	209
Биомасса как источник энергии .....	209
Биотопливо .....	210
Использование биодизеля .....	211
Биогаз .....	212
Прямое использование биомассы .....	216
Стратегия России в биоэнергетике .....	216
5.3. Энергопотребление на предприятиях АПК .....	217
5.3.1. Энергоемкость и удельное потребление энергии при производстве сельскохозяйственной продукции .....	217
5.3.2. Энергетический баланс производства .....	220
5.3.3. Факторы, влияющие на энергопотребление .....	222
5.3.4. Энергозатраты на некачественную продукцию и при снижении производства .....	226
5.4. Средства и технологии энергосбережения .....	229
Технологические факторы энергосбережения .....	229
Энергоэффективность растениеводства .....	231
Энергоэффективность в технологиях животноводства .....	232
Использование машинно-тракторного парка .....	235
5.5. Автоматизация производства сельскохозяйственной продукции .....	236
Перспективы автоматизации технологических процессов .....	238
5.6. Энергетический аудит сельскохозяйственного предприятия .....	241

**Глава 6****Инженерно-техническое обеспечение**

<b>сельскохозяйственного производства</b> .....	<b>246</b>
6.1. Техническое состояние машинно-тракторного парка и проблемы инженерно-технической службы АПК в современных условиях .....	247
6.2. Структура инженерно-технической службы АПК .....	250
6.2.1. Инженерно-техническая служба сельскохозяйственных предприятий .....	252
6.2.2. Инженерно-техническая служба районного (межрайонного) уровня .....	254
Организация материально-технического обеспечения в МТС .....	259
Материально-техническая база инженерной службы МТС .....	261
Инженерный мониторинг в МТС .....	263
Управление инженерной службой района .....	266
6.2.3. Региональная инженерно-техническая служба .....	266
6.3. Использование подержанной техники .....	268
6.4. Ремонт сельскохозяйственной техники и технологического оборудования АПК .....	272
Диагностирование техники и оборудования АПК .....	275
Разработка программы диагностирования .....	277
Подсистема прогнозирования и поддержки принятия решений при диагностировании технических средств .....	277
Вероятностный метод поиска отказов .....	282
Восстановление изношенных деталей и перспективы развития .....	286
Микродуговое оксидирование .....	286
Сверхзвуковое газодинамическое напыление .....	286
Газотермическая металлизация водородно-кислородным пламенем .....	287
Комбинированные технологии восстановления .....	288

**Глава 7****Управление технологическими процессами,**

<b>информационные технологии, автоматизация мобильной техники</b> .....	<b>291</b>
7.1. Управление технологическими процессами в системе точного земледелия .....	291
7.2. Основные принципы и перспективы применения системы точного земледелия .....	294
7.3. Информационно-техническое обеспечение технологий точного земледелия .....	297
7.3.1. Глобальные системы позиционирования .....	297
7.3.2. Географические информационные системы (ГИС) .....	301
7.3.3. Приборы и оборудование .....	302
Датчики (сенсоры) .....	302
Полевые и бортовые компьютеры .....	303
Системы управления движением агрегата .....	304
Мобильные диагностические комплексы .....	307
7.3.4. Программно-алгоритмическое обеспечение производственных процессов в системе точного земледелия .....	309
7.4. Экономические аспекты применения точного земледелия .....	313
7.5. Экологические аспекты точного земледелия .....	316
7.6. Проблемы автоматизации и роботизации мобильной сельскохозяйственной техники .....	318

**Глава 8****Общие сведения о производственном процессе**

<b>как объекте математизации и методах инженерных расчетов</b> .....	323
8.1. Производственный процесс как объект управления .....	323
8.2. Системное представление производственного процесса .....	326
8.3. Методы моделирования и проектирования производственных процессов .....	328
Использование методов распознавания образов для классификации сельскохозяйственных объектов и процессов .....	336
Реализация математических моделей на компьютере .....	337
Методы проектирования технологических систем .....	343
Требования, предъявляемые к процессу проектирования .....	344
8.4. Инструментальные среды моделирования и проектирования .....	345
8.4.1. Системы автоматизированного проектирования .....	345
8.4.2. Математическое обеспечение машинной графики .....	348
8.4.3. Программы инженерных расчетов .....	351
8.4.4. Нейронные сети .....	352
8.4.5. Компьютерные технологии в агроинженерии .....	352
8.5. Моделирование производственных процессов в АПК .....	354
Общая модель производственного процесса в растениеводстве .....	354

**Глава 9****Экологические аспекты агроинженерных технологий** .....

9.1. Воздействие сельскохозяйственных технологий на окружающую среду .....	358
Воздействие сельскохозяйственной техники на окружающую среду .....	368
9.2. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в АПК .....	372
9.2.1. Природозащитные мероприятия .....	375
9.2.2. Экологические аспекты ресурсо- и энергосбережения .....	376
9.3. Обеспечение природоохранных требований в АПК .....	380
9.3.1. Нормативная база природопользования и охраны окружающей среды .....	380
9.3.2. Мониторинг загрязнения окружающей среды .....	390
9.3.3. Экологическая оценка технологий и проектов в сельскохозяйственном производстве .....	396
9.4. Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафта .....	400

**Глава 10**

**Маркетинговые исследования в АПК** .....

10.1. Сущность, методы и виды маркетинга .....	414
10.2. Особенности и функции агромаркетинга .....	419
10.3. Система управления агромаркетингом .....	423
10.4. Сущность и методы исследований в агромаркетинге .....	426
10.5. Особенности организации маркетинговых исследований в АПК .....	433

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

<i>Приложение 1 (введение)</i> . Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899) .....	446
--	-----

<i>Приложение 2 (введение).</i>	Перечень критических технологий Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899) .....	446
<i>Приложение 3.</i>	Показатели выхода этанола из растительных отходов (выход этанола из 1 т сырья (сухая масса) [16] .....	447
<i>Приложение 4.</i>	Характеристика некоторых видов биотоплива [16]	447
<i>Приложение 5.</i>	Номенклатура и классификация ВСР и отходов пищевой и перерабатывающей промышленности АПК [16] .....	448
<i>Приложение 6.</i>	Удельные показатели образования ВСР в мясной промышленности [16] .....	448
<i>Приложение 7.</i>	Использование ВСР и отходов мясной промышленности [16] .....	449
<i>Приложение 8.</i>	Способы переработки молочной сыворотки [16] ...	450
<i>Приложение 9.</i>	Нормативы образования ВСР при выработке крупы, % [16] .....	450
<i>Приложение 10.</i>	Нормативы производственного брака и реализуемых отходов в хлебопекарной промышленности [16] .....	451
<i>Приложение 11.</i>	Кормовая ценность вторичных сырьевых ресурсов [16] .....	451
<i>Приложение 12.</i>	Комплексные технологии переработки плодоовощного сырья и вторичных ресурсов отрасли [16] .....	452
<i>Приложение 13.</i>	Нормативы образования и сбора отходов картофеля [16] .....	453
<i>Приложение 14.</i>	Современные технологии производства красителей и порошкообразных продуктов из основного и вторичного сырья плодоовощной отрасли [16] ...	453
<i>Приложение 15.</i>	Объемы образования ВСР и отходов масложирового производства по годам [16] .....	454
<i>Приложение 16.</i>	Сравнительная характеристика плит из лужги и ДСП [16] .....	454
<i>Приложение 17.</i>	Сравнительная характеристика растительных масел, используемых при производстве биодизеля [16] .....	454
<i>Приложение 18.</i>	Сравнительные свойства биодизеля из смеси отстоев масла и соапстоков соевого масла [16] .....	455
<i>Приложение 19.</i>	Нормативы вторичных сырьевых ресурсов при производстве солода и пива [16] .....	455
<i>Приложение 20.</i>	Питательная ценность 1 кг ВСР пивоваренной промышленности и их химический состав [16] ...	455
<i>Приложение 21.</i>	Номенклатура отходов деревообрабатывающего производства [16] .....	456
<i>Приложение 22.</i>	Виды топливно-экономических ресурсов как энергоготоваров по ИСО 13600 .....	456
<i>Приложение 23.</i>	Энергетические эквиваленты и энергосодержание топлива и материалов .....	458
<i>Приложение 24.</i>	Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах, мг/кг (по: Раскатов, 2001) .....	459
<i>Приложение 25.</i>	Образование токсических веществ при сжигании органического топлива, г/кг .....	459

---

<i>Приложение 26.</i> Уровни содержания тяжелых металлов в почве и известковых материалах . . . . .	460
<i>Приложение 27.</i> Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве . . . . .	460
<i>Приложение 28.</i> Общие требования к составу и свойствам воды . . . .	463
<i>Приложение 29.</i> Критерии оценки загрязненности поверхностных вод (ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши) . . . . .	464
<i>Приложение 30.</i> Ориентировочная шкала оценки загрязнения водных систем . . . . .	465
<i>Приложение 31.</i> Контролируемые параметры, подлежащие мониторингу при всех видах предварительного обследования (преимущественно при маршрутных формах его реализации) . . . . .	465
<i>Приложение 32.</i> Примерный перечень контролируемых параметров для режимных наблюдений на стационарных участках мониторинга . . . . .	466
<i>Приложение 33.</i> ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности . . . . .	467
<i>Приложение 34.</i> Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами . . . . .	468
<i>Приложение 35.</i> Анкета потребителя хлеба и хлебобулочных изделий . . . . .	468
<b>Термины и определения . . . . .</b>	<b>471</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>483</b>
<b>Электронные ресурсы . . . . .</b>	<b>488</b>

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Учебник

Под ред. академика РАСХН А. И. Завражнова

Зав. редакцией ветеринарной  
и сельскохозяйственной литературы *И. О. Туренко*  
Ответственный редактор *У. А. Косякова*

ЛР № 065466 от 21.10.97  
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.007216.04.10  
от 21.04.2010 г., выдан ЦГСЭН в СПб

**Издательство «ЛАНЬ»**  
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com  
192029, Санкт-Петербург, Общественный пер., 5.  
Тел./факс: (812) 412-29-35, 412-05-97, 412-92-72.  
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

## ГДЕ КУПИТЬ

### ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ:

*Для того, чтобы заказать необходимые Вам книги, достаточно обратиться  
в любую из торговых компаний Издательского Дома «ЛАНЬ»:*

**по России и зарубежью**  
«ЛАНЬ-ТРЕЙД». 192029, Санкт-Петербург, ул. Крупской, 13  
тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82; тел./факс: (812) 412-54-93  
e-mail: trade@lanbook.ru; ICQ: 446-869-967  
www.lanpbl.spb.ru/price.htm

**в Москве и в Московской области**  
«ЛАНЬ-ПРЕСС». 109263, Москва, 7-я ул. Текстильщиков, д. 6/19  
тел.: (499) 178-65-85; e-mail: lanpress@lanbook.ru

**в Краснодаре и в Краснодарском крае**  
«ЛАНЬ-ЮГ». 350072, Краснодар, ул. Жлобы, д. 1/1  
тел.: (861) 274-10-35; e-mail: lankrd98@mail.ru

### ДЛЯ РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:

*интернет-магазины:*

**Издательство «Лань»:** <http://www.lanbook.com>  
«Сова»: <http://www.symplex.ru>; «Ozon.ru»: <http://www.ozon.ru>  
«Библион»: <http://www.biblion.ru>

Подписано в печать 26.02.13.

Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100<sup>1/16</sup>.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 40,30. Тираж 1000 экз.

Заказ № .

Отпечатано в ОАО «Первая образцовая типография»,  
филиал «Чеховский Печатный Двор» в полном соответствии  
с качеством предоставленных материалов  
142300, Московская обл., г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1  
Тел.: (495) 988-63-76, факс: 8 (496) 726-54-10