

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. Г. Бурда, Г. П. Бурда

# **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ**

Краткий курс лекций

Краснодар  
КубГАУ  
2015

**УДК 330.46:005.12**  
**ББК 65.050.9(2)**  
**Б91**

Рецензенты:

**М. В. Зелинская** – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»;

**И. А. Петунина** – доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», академик РАН.

**Бурда А. Г.**

**Б91** Экономико-математические методы и модели : краткий курс лекций / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2015. – 40 с.

Краткий курс лекций отвечает требованиям современных федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования для уровня подготовки кадров высшей квалификации.

Рассмотрены роль и значение экономико-математических методов и моделей в планировании, прогнозировании и управлении АПК, классификация экономико-математических моделей и этапы их построения, модели межотраслевого баланса в прогнозировании развития экономики, система экономико-математических моделей оптимального планирования в АПК, экономико-математические модели для расчета оптимального плана размещения предприятий АПК, экономико-математические модели для расчета оптимальных производственных параметров предприятий АПК.

Краткий курс лекций предназначен для обучающихся по направлению подготовки 38.06.01 «Экономика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

**УДК 330.46:005.12**  
**ББК 65.050.9(2)**

© Бурда А. Г., Бурда Г. П., 2015

© ФГБОУ ВПО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет», 2015

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Краткий курс лекций предназначен обучающимся по направлению подготовки 38.06.01 «Экономика» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), изучающим дисциплину «Экономико-математические методы и модели».

Издание ориентировано на достижение цели дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области экономико-математических методов и моделей.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по следующим дисциплинам:

Основы научно-исследовательской деятельности;

Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

а) универсальные (УК):

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

б) общепрофессиональные (ОПК):

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки (ОПК-2);

в) профессиональные компетенции (ПК):

готовность использовать современные методы управления социальными и экономическими системами (ПК-3);

способен применять аппарат математического моделирования для исследования управленческих отношений в экономических системах (ПК-5);

способен анализировать данные с использованием математических методов, инструментальных средств и методов компьютерного моделирования (ПК-6).

# **ТЕМА 1. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ В ПЛАНИРОВАНИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ АПК**

## **1 Содержание и классификация задач планирования, прогнозирования и управления АПК**

В экономической науке даются различные определения понятий “прогноз” и “прогнозирование”, предлагаются различные варианты классификации методов прогнозирования. Так С. Вишнев понимает под прогнозом "... объективно научно обоснованное суждение, направленное на уменьшение неопределенности будущего и имеющее целью выбор наиболее рациональных практических решений". По мнению Э. Янча: "Прогноз - вероятностное утверждение о будущем с относительно высокой степенью достоверности". Мотышина М.С. определяет прогноз как "... вероятностное научно обоснованное суждение о перспективах возможного состояния того или иного явления в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления".

Примем за основу следующее определение: “Под прогнозом понимается научно обоснованное суждение о возможных состояний объектов в будущем, об альтернативных путях и сроках достижения этого состояния. Процесс разработки прогнозов называется прогнозированием.

Существует также и большое количество классификаций видов прогнозов по различным классификационным признакам. Для разработки прогнозов используется свыше 150 методов прогнозирования.

Прогнозы можно разделять в зависимости от целей, задач, объектов, времени упреждения, методов организации прогнозирования и т.д.

В зависимости от объекта прогнозирования прогнозы можно подразделять на научно-технические, экономические, социальные, военно-политические и т.д. Экономические прогнозы в свою очередь могут подразделяться в зависимости от масштабности объекта на: а) глобальные - рассматривают наиболее общие тенденции и закономерности в мировом масштабе; б) макроэкономические - анализируют наиболее общие тенденции явлений и процессов в масштабе экономики страны в целом; в) структурные (межотраслевые и межрегиональные)-предсказывают развитие народного хозяйства в разрезе отраслей материального производства и промышленности; г) региональные - предсказывают развитие отдельных регионов; д) прогнозы развития народнохозяйственных комплексов определяют закономерности развития совокупностей отраслей, объединённых единой целью функционирования и т.д. е) отраслевые - прогнозируют развитие отраслей; з) микроэкономические – предсказывают развитие отдельных предприятий и т.д.

По времени упреждения выделяются следующие экономические прогнозы: оперативные (до одного месяца); краткосрочные (от нескольких месяцев до 1 года ); среднесрочные(от 1 до 5 лет); долгосрочные(от 5 до 20 лет и более). Оперативный прогноз основан на предположении о том, что в прогнозируемом периоде не произойдёт существенных изменений в исследуемом

объекте как количественно, так и качественно. В них преобладают детально-количественные оценки ожидаемых событий. Краткосрочный прогноз предполагает только количественные изменения. Оценка событий соответственно даётся количественная. Среднесрочный и долгосрочный прогнозы исходят как из количественных, так и из качественных изменений в исследуемом объекте. В среднесрочном прогнозе оценка событий даётся количественно-качественная, в долгосрочном - качественно-количественная.

В зависимости от целей прогноза можно выделить два типа: поисковый и нормативный. Нормативный прогноз-прогноз, который предназначен для указания возможных путей и сроков достижения заданного, желаемого конечного состояния прогнозируемого объекта. Поисковый прогноз не ориентируется на заданную цель, а рассматривает возможные направления будущего развития прогнозируемого объекта. Поисковый прогноз отталкивается при определении будущего состояния объекта от его прошлого и настоящего, нормативный же прогноз осуществляется в обратном порядке: от заданного состояния в будущем к существенным тенденциям и их изменениям в свете поставленной цели.

### **Прогнозирование в управлении социально-экономическими системами**

Прогнозирование (греч. prognosis - знание вперёд) - вид познавательной деятельности человека, направленной на формирование прогнозов развития объекта, на основе анализа тенденций его развития. В зависимости от степени конкретности и характера воздействия на ход исследуемых процессов и явлений различают три формы предвидения : гипотезу (общенаучное предвидение), прогноз и план. Исходное начало этого процесса – гипотеза – это научно обоснованное предположение о структуре объекта ,характере элементов и связей, образующих этот объект, механизме его функционирования и развития. На уровне гипотезы даётся качественная характеристика объекта, выражающая общие закономерности его поведения .

Прогноз в сравнении с гипотезой имеет большую определенность и достоверность, поскольку основывается не только на качественных, но и на количественных характеристиках и поэтому позволяет характеризовать будущее состояние объекта также количественно. Прогноз выражает предвидение на уровне конкретно-прикладной теории, так как связан с будущим, которое всегда стохастично. План представляет собой систему взаимосвязанных, направленных на достижение единой цели плановых заданий, определяющих порядок, сроки и последовательность осуществления отдельных мероприятий. В нём фиксируются пути и средства развития в соответствии с поставленными задачами ,обосновываются принятые управленческие решения. Существенное различие между планом и прогнозом состоит в том, что план-отражение и воплощение уже принятого хозяйственно политического решения, а прогноз - это поиск реалистического, экономически верного пути. Прогнозирование представляет собой исследовательскую базу планирования,

имеющую собственную методологическую и методическую основу, которая во многом отличается от планирования.

Таким образом, задачи прогнозирования в управлении социально-экономическими системами следующие:

- выявление перспектив ближайшего и ли более отдалённого будущего в исследуемой области на основе реальных процессов действительности;
- выработка оптимальных тенденций и перспективных планов с учётом составленного прогноза и оценки принятого решения с позиций его последствий в прогнозируемом периоде.

Управление социально-экономическими системами должно иметь соответствующую информационную основу.

Разработка статистической или любой иной системы данных должна, очевидно, основываться на конкретных задачах, которые данная система призвана решать.

Научный инструмент, в наибольшей степени приспособленный для анализа функционирования крупных экономических систем - это модель.

Модель представляет собой не уменьшенную копию оригинала, а, скорее, карту, чертеж, отображающий его структуру и взаимосвязи между всеми его частями. Модельный подход сегодня может считаться практически незаменимым средством систематического изучения функционирования или же нарушений функционирования современной экономики, поиска потенциальных и фактических источников таких нарушений и определения путей и средств их устранения.

Метод построения моделей широко используется как правительством, так и частными предприятиями. Он признан эффективным средством контроля и руководством для принятия решений о сложных системах производства, перевозок и распределения, а также анализа рынка.

По форме модель представляет собой систему уравнений. Некоторые из входящих в нее переменных описывают затраты, выпуск и цены различных товаров и услуг, а также уровни дохода и занятости в различных отраслях и регионах; другие представляют, например, уровни капиталовложений в новые производственные мощности или объемы экспорта и импорта. Параметры, входящие в описание отдельных уравнений, представляют структурные характеристики различных частей экономики.

Модели различаются по широте охвата и степени детализации. Существуют модели определенных производственных секторов, таких как сельское хозяйство и нефтехимическая промышленность; модели отдельных географических регионов и модели экономики в целом.

### **Общая характеристика методов прогнозирования**

Наиболее распространенной в экономической литературе является классификация методов прогнозирования по степени формализации, которая приводится на рисунке ниже (рис.1).



Рис.1 - Классификация методов прогнозирования по степени формализации

Таким образом, можно сделать вывод, что сущность экспертного метода состоит в проведении интуитивно-логического анализа проблемы, выполняемого привлечёнными для этой цели специалистами экспертами, обладающими необходимым профессиональным образованием, опытом и интуицией.

## 2 Роль и значение математических методов и моделей в планировании, прогнозировании и управлении АПК

### Элементы процесса принятия решений

- Цель;
- ЛПР – лицо, принимающее решение;
- Альтернативные решения;
- Измеряемые исходы решений;
- Правила выбора решений.

Любой процесс принятия решений включает следующие элементы:

Цель. Необходимость принятия решений определяется целью или несколькими целями. Нет цели – не нужно и решение.

Лицо, принимающее решение (ЛПР), должно нести ответственность за последствия этих решений.

Альтернативные решения. Для достижения цели должна быть альтернатива решений, различные варианты достижения целей. Нет альтернативы – нет места и для решения, так как нет выбора.

Исходы решений поддаются измерению.

Правила выбора решений. (Решающие правила). Эти правила позволяют определить наиболее предпочтительное решение с точки выбранного критерия. Решающее правило отражает информированность лица, принимающего решение, о возможных исходах выбранных решений, а так же предпочтительность тех или иных исходов. Как видим, основой для принятия решений служит информация.

Решением называют выбор возможных управляемых действий. В редких случаях может быть выбрано одно наилучшее решение, которое называют оптимальным. Обычно же речь идет о выделении области разумных, хороших, правильных, добротных решений, из которых делается окончательный выбор наилучшего решения. Бывают случаи, когда оптимальное решение найти не удастся или оно невозможно. Решения состоят из элементов, часть из которых численно фиксированы и изменению не подлежат, другими мы можем распорядиться по своей воле в каких-то пределах. Решения можно сравнивать по их полезности, эффективности.

Теория принятия решений использует различные процедуры для формализации предпочтения, то есть выражение их в единой количественной мере. Основой таких процедур является теория полезности, разработанная Дж. Фон Нейманом и О. Morgenштерном. Ее математическая основа – система аксиом, в которых утверждается, что существует мера ценностей, позволяющая упорядочить результаты решений.

#### Задачи принятия решений

В зависимости от условий внешней среды и системы информированности лица существует следующая классификация задач принятия решений:

- в условиях определенности,
- в условиях риска,
- в условиях неопределенности,
- в условиях конфликтных ситуаций или противодействия (активного противника).

Принятие решений в условиях определенности характеризуется однозначной детерминированной связью между принятым решением и его исходом. Основная трудность – наличие нескольких критериев.

Принятие решения в условиях риска возникает в том случае, когда с каждой принимаемой стратегией связано множество возможных результатов с известными вероятностями.

Принятие решений в условиях неопределенности обуславливается тем, что лицу, принимающему решение неизвестно состояние, в котором находится внешняя среда или природа воздействующая на исход.

Существует несколько критериев выбора оптимальной стратегии:

- Критерий Вальда;



- Критерий Гурвица;
- Критерий Лапласа;
- Критерий Сэвиджа.

Выбор критерия принятия решений является наиболее сложным и ответственным этапом в исследовании операций. При этом даже если минимальный риск недопустим, то следует принять критерий Вальда. Если наоборот, определенный риск вполне приемлем, и заказчик готов рисковать по максимуму – то выбирают критерий Сэвиджа.

Выбор критерия принятия решений пока формализовать не удастся, и принимать решение может только человек. Это относится и к окончательному принятию решения даже в автоматизированных системах. Теория принятия решения является фундаментом науки исследования операций.

Исследование операций – это комплекс научных методов для решения задач управления организационными системами.

Как самостоятельное научное направление исследование операций оформилось в сороковые годы двадцатого столетия. Первые публикации относятся к 1939-1940 гг., в которые методы исследования операций применены для анализа и исследования боевых операций, отсюда возникло и название дисциплины.

Приоритет здесь имеют английская, американская и российская школы.

Большой вклад в их развитие внесли: А. Акоф, Р. Беллман, Д. Данциг, Т. Кун, Р. Черчмен, Дж. фон Нейман, Т. Саати (США), Р. Фор (Франция), Л. В. Канторович, Н. П. Бусленко, Б. В. Гнеденко, Д. Б. Юдин, Н. П. Федоренко, В. М. Глушков.

#### Особенности исследования операций

Характерной особенностью методов исследования операций является системный подход к анализу решаемой проблемы. Любая задача, какой частной она бы не казалась на первый взгляд, рассматривается с точки зрения ее влияния на критерий функционирования всей системы.

Исследование операций часто состоит в расчленении проблемы на цепочку взаимосвязанных задач, решаемых одна за другой.

Одна из существенных особенностей исследования операций состоит в стремлении найти оптимальное решение. Однако часто оно оказывается неразрешимым из-за широкого спектра противоречивых ограничений. Тогда приходится ограничиваться «достаточно хорошим решением», мы его назвали субоптимальным. Поэтому исследование операций один из его создателей – Т. Саати – определил, как «искусство давать плохие ответы на те практические вопросы, на которые даются еще худшие ответы другими методами».

Особенность исследования операций состоит и в том, что они проводятся комплексно, по многим направлениям. Для этой работы создается операционная группа из специалистов разных областей знаний: обычно это экономисты, математики, инженеры, социологи, психологи, юристы, кибернетики – системщики.

### **3 Необходимость системного анализа для эффективного управления АПК**

#### **Системный подход при принятии решений**

При обсуждении проблем принятия решений часто говорят о системном подходе, системе, системном анализе. Речь идет о том, что надо рассматривать проблему в целом, а не "выдергивать" для обсуждения какую-нибудь одну черту, хотя и важную. Так, при массовом жилищном строительстве можно "выдернуть" черту - стоимость квадратного метра в доме. Тогда наиболее дешевые дома - пятиэтажки. Если же взглянуть системно, учесть стоимость транспортных и инженерных коммуникаций (подводящих электроэнергию, воду, тепло и др.), то оптимальное решение уже другое – девятиэтажные дома.

Различных определений понятия «система» - десятки. Общим в них является то, что о системе говорят как о множестве, между элементами которого имеются связи. Целостность системы и ее "отделенность" от окружающего мира обеспечиваются тем, что взаимосвязи внутри системы существенно сильнее, чем связь какого-либо ее элемента с любым элементом, лежащим вне системы. По определению действительного члена Российской академии наук Н.Н.Моисеева: "Системный анализ - это дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решений в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы".

#### **Современные методы принятия решений**

Кроме упомянутых или кратко рассмотренных выше методов, прежде всего экспертных, при принятии решений применяют весь арсенал методов современной прикладной математики. Они используются для оценки ситуации и прогнозирования при выборе целей, для генерирования множества возможных вариантов решений и выбора из них наилучшего.

Прежде всего, надо назвать всевозможные методы оптимизации (математического программирования). Для борьбы с многокритериальностью используют различные методы свертки критериев, а также интерактивные компьютерные системы, позволяющие вырабатывать решение в процессе диалога человека и ЭВМ. Применяют имитационное моделирование, базирующееся на компьютерных системах, отвечающих на вопрос: "Что будет, если...?", метод статистических испытаний (Монте-Карло), модели надежности и массового обслуживания. Часто необходимы статистические (эконометрические) методы, в частности, методы выборочных обследований. При принятии решений применяют как вероятностно-статистические модели, так и методы анализа данных.

Особого внимания заслуживают проблемы неопределенности и риска, связанных как с природой, так и с поведением людей. Разработаны различные способы описания неопределенностей: вероятностные модели, теория

нечеткости, интервальная математика. Для описания конфликтов (конкуренции) полезна теория игр. Для структуризации рисков используют деревья причин и последствий (диаграммы типа "рыбий скелет"). Менеджеру важно учитывать постоянные и аварийные экологические риски. Плата за риск и различные формы страхования также постоянно должны быть в его поле зрения.

### **Проблема горизонта планирования**

Во многих ситуациях продолжительность проекта не определена либо горизонт планирования инвестора не охватывает всю продолжительность реализации проекта до этапа утилизации. В таких случаях важно изучить влияние горизонта планирования на принимаемые решения.

Рассмотрим условный пример. Предположим, я являюсь владельцем завода. Если горизонт моего планирования - 1 месяц, то наибольший денежный доход я получу, продав предприятие. Если же планирую на год, то я сначала понесу затраты, закупив сырье и оплатив труд рабочих, и только затем, продав продукцию, получу прибыль. Если я планирую на 10 лет, то пойду на крупные затраты, закупив лицензии и новое оборудование, с целью увеличения дохода в дальнейшие годы. При планировании на 30 лет имеет смысл вложить средства в создание и развитие собственного научно-исследовательского центра, и т.д.

Таким образом, популярное утверждение "фирма работает ради максимизации прибыли" не имеет точного смысла. За какой период максимизировать прибыль - за месяц, год, 10 или 30 лет? От горизонта планирования зависят принимаемые решения. Понимая это, ряд западных экономистов отказываются рассматривать фирмы как инструменты для извлечения прибыли, предпочитают смотреть на них как на живые существа, старающиеся обеспечить свое существование и развитие.

### **4 Общая характеристика методов и моделей прогнозирования экономического и социального развития АПК**

Модель (в науке) — это объект-заместитель объекта-оригинала, инструмент для познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает некоторые свойства оригинала.

В качестве модели выступает другой материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе исследования объект-оригинал. Соответствие свойств модели исходному объекту характеризуется адекватностью. Процесс построения и исследования модели называется моделированием.

В современной науке распространены модели в форме описания объекта (предмета, процесса или явления) на каком-либо формализованном языке, составленного с целью изучения его свойств. Такое описание особенно по-

лезно в случаях, когда исследование самого объекта затруднено или физически невозможно.

#### Типы моделей

– Предметные модели - обычно являются уменьшенной копией оригинала.

– Информационные модели - являются описанием объекта естественным языком (вербальная или словесная модель) и формальными системами представления информации (математические, программные и др. модели)

#### Виды моделей

– Статические - модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени (единовременный срез информации по данному объекту). Примеры моделей: классификация животных, строение молекул, список посаженных деревьев, отчет об обследовании состояния зубов в школе и т.д.

– Динамические - модели, описывающие процессы изменения и развития системы (изменения объекта во времени). Примеры: описание движения тел, развития организмов, процесс химических реакций.

– Функциональные

– Концептуальные

– Топологические отражают взаимные связи между объектами, не зависящие от геометрических свойств объектов.

– Логико-лингвистические

– Семантические

– Теоретико-множественные

– Физические представляют собой аналоговую, в которой между параметрами объекта и модели одинаковой физической природы существует однозначное соответствие. В этом случае элементом системы ставятся в соответствие физические эквиваленты, воспроизводящие структуру, основные свойства и соотношения изучаемого объекта. При физическом моделировании, основой которого является теория подобия, сохраняются особенности проведения эксперимента в природе с соблюдением оптимального диапазона изменения соответствующих физических параметров. Простейшей физической моделью в классической механике является материальная точка.

– Экономические — это формализованное описание экономического процесса или явления, структура которого определяется как его объективными свойствами, так и субъективным целевым характером исследования.

Структура модели зависит от того, каковы особенности объекта изучения и цели субъекта исследования. Модель всегда балансирует на грани между точностью (приближенностью к реальности) и сложностью построения: Простота-Модель-Реальность.

Математическая модель — это математическое представление реальности.

Математическое моделирование — процесс построения и изучения математических моделей.

Все естественные и общественные науки, использующие математический аппарат, по сути занимаются математическим моделированием: заменяют реальный объект его математической моделью и затем изучают последнюю.

#### Определения моделирования

Никакое определение не может в полном объеме охватить реально существующую деятельность по математическому моделированию. Несмотря на это, определения полезны тем, что в них делается попытка выделить наиболее существенные черты.

Определение модели по А.А.Ляпунову (см. Новик И. Б., О философских вопросах кибернетического моделирования. М., Знание, 1964.): моделирование — это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель): находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом; способная замещать его в определенных отношениях; дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте.

По Советову и Яковлеву (Моделирование систем: Учеб. для вузов — 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 2001.— 343 с.): «модель (лат. *modulus*— мера)— это объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.» «Замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала с помощью объекта-модели называется моделированием».

«Под математическим моделированием будем понимать процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и задач исследования объекта и требуемой достоверности и точности решения этой задачи».

По Самарскому и Михайлову (Самарский А.А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр.. — М.: Физматлит, 2001.), математическая модель — это «„эквивалент“ объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства — законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям, и т. д.» Существует в триадах «модель-алгоритм-программа». «Создав триаду „модель-алгоритм-программа“, исследователь получает в руки универсальный, гибкий и недорогой инструмент, который вначале отлаживается, тестируется в пробных вычислительных экспериментах. После того, как адекватность (достаточное соответствие) триады исходному объекту установлена, с моделью проводятся разнообразные и подробные „опыты“, дающие все требуемые качественные и количественные свойства и характеристики объекта.» (с.7-8)

По Севостьянову (Моделирование технологических процессов: учебник / А.Г. Севостьянов, П.А. Севостьянов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 344 с.): «Математической моделью называется совокупность математических соотношений, уравнений, неравенств и т.п., описывающих основные закономерности, присущие изучаемому процессу, объекту или системе.»

Наиболее лаконичное определение математической модели: «Уравнение, выражающее идею», очевидно, является и наименее точным, хотя бы потому, что модель может быть представлена и неравенствами.

## Классификация моделей

### *Формальная классификация моделей*

Формальная классификация моделей основывается на классификации используемых математических средств. Часто строится в форме дихотомий, дихотомического или двоичного поиска. Например, один из популярных наборов дихотомий:

- Линейные или нелинейные модели;
- Сосредоточенные или распределённые системы;
- Детерминированные или стохастические;
- Статические или динамические;
- Дискретные или непрерывные.

«В зависимости от характера изучаемых процессов в системе  $S$  все виды моделирования могут быть разделены на детерминированные и стохастические, статические и динамические, дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные. Детерминированное моделирование отображает детерминированные процессы, то есть процессы, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий; стохастическое моделирование отображает вероятностные процессы и события. ... Статическое моделирование служит для описания поведения объекта в какой-либо момент времени, а динамическое моделирование отражает поведение объекта во времени. Дискретное моделирование служит для описания процессов, которые предполагаются дискретными, соответственно непрерывное моделирование позволяет отразить непрерывные процессы в системах, а дискретно-непрерывное моделирование используется для случаев, когда хотят выделить наличие как дискретных, так и непрерывных процессов.» (Советов Б. Я., Яковлев С. А., Моделирование систем: Учеб. для вузов — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.) и так далее. Каждая построенная модель является линейной или нелинейной, детерминированной или стохастической, ... Естественно, что возможны и смешанные типы: в одном отношении сосредоточенные (по части параметров), в другом — распределённые модели и т.д.

### *Классификация по способу представления объекта*

Наряду с формальной классификацией, модели различаются по способу представления объекта:

– Структурные модели представляют объект как систему со своим устройством и механизмом функционирования.

– Функциональные модели не используют таких представлений и отражают только внешне воспринимаемое поведение (функционирование) объекта. В их предельном выражении они называются также моделями «черного ящика». Возможны также комбинированные типы моделей, которые иногда называют моделями «серого ящика».

#### *Содержательные и формальные модели*

Практически все авторы, описывающие процесс математического моделирования, указывают, что сначала строится особая идеальная конструкция, содержательная модель. Устоявшейся терминологии здесь нет, и другие авторы называют этот идеальный объект концептуальная модель, умозрительная модель или предмодель. При этом финальная математическая конструкция называется формальной моделью или просто математической моделью, полученной в результате формализации данной содержательной модели (предмодели).

Построение содержательной модели может производиться с помощью набора готовых идеализаций, как в механике, где идеальные пружины, твёрдые тела, идеальные маятники, упругие среды и т. п. дают готовые структурные элементы для содержательного моделирования. Однако в областях знания, где не существует полностью завершённых формализованных теорий (передний край физики, биологии, экономики, социологии, психологии, и большинства других областей), создание содержательных моделей резко усложняется.

#### *Содержательная классификация моделей*

В работе Р. Пайерлса (англ. R. Peierls) дана классификация математических моделей, используемых в физике и, шире, в естественных науках. В книге А. Н. Горбаня и Р. Г. Хлебопроса эта классификация проанализирована и расширена. Эта классификация сфокусирована, в первую очередь, на этапе построения содержательной модели. В основе содержательной классификации — этапы, предшествующие математическому анализу и вычислениям.

Восемь типов моделей по Р. Пайерлсу суть восемь типов исследовательских позиций при моделировании

1. Гипотеза (такое могло бы быть)
2. Феноменологическая модель (ведем себя так, как если бы...)
3. Приближение (что-то считаем очень большим или очень малым)
4. Упрощение (опустим для ясности некоторые детали)
5. Эвристическая модель (количественного подтверждения нет, но модель способствует более глубокому проникновению в суть дела)
6. Аналогия (учтём только некоторые особенности)
7. Мысленный эксперимент (главное состоит в опровержении возможности)
8. Демонстрация возможности (главное — показать внутреннюю непротиворечивость возможности)

## ТЕМА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АПК И ЭТАПЫ ИХ ПОСТРОЕНИЯ

### 1 Общая классификация экономико-математических моделей АПК

#### Классификация экономико-математических моделей

Экономические науки давно пользуются математическими моделями. Модели, используемые для исследования экономических явлений, получили название экономико-математических моделей.

С появлением экономико-математических методов, сочетающих экономические, математические и кибернетические методы для исследования экономических явлений, арсенал экономико-математических моделей значительно расширился за счет кибернетического подхода к моделированию. Существует большое число классификации типов экономико-математических моделей, однако единой классификации экономико-математических моделей не существует, да, по-видимому, и не будет создано в обозримом будущем. Дело в том, что практически нереально охватить все существующее многообразие социально-экономических задач, объектов и процессов, описываемых различными моделями, с одной стороны, с другой стороны, процесс создания новых моделей настолько динамичный, что потребуются специальный механизм их сводки, далее даже получив объемный материал классификации и механизм его постоянного пополнения, будем иметь классификатор, которым будет крайне затруднительно пользоваться.

В настоящее время пользуются фрагментарными классификациями.

Так, принято все экономико-математические модели подразделять на две большие группы:

– модели, отражающие преимущественно **производственный аспект экономики;**

– модели, отражающие преимущественно **социальные аспекты экономики.**

Всем ясно, что такое деление условно, потому что приходится моделировать явления и системы, где социальные и экономические аспекты практически неразделимы, они протекают одновременно, взаимообуславливают друг друга, тесно сочетаются.

К моделям первой группы все же можно отнести:

- межотраслевые модели народного хозяйства;
- модели долгосрочных прогнозов экономического развития;
- отраслевые модели оптимального планирования;
- модели оптимизации структуры производства в отраслях.

Из моделей второй группы наиболее разработаны модели, связанные с прогнозированием доходов населения, демографических процессов.

Л. И. Лопатников\* приводит, следующую классификацию:

#### **1. По способу отражения действительности:**

Аналоговая модель

Иконическая модель (тоже: портретная модель)

Концептуальная модель

---

\* Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. Изд. 4-е. - М. : Изд-во «АВФ», 1996, стр. 600



Структурная модель

Информационная модель

Функциональная модель

**2. По назначению (цели создания и применения) модели:**

Балансовая модель

Дескриптивная модель (тоже: описательная)

Имитационная модель

Модели равновесия

Нормативная модель

Оптимальная модель (тоже: оптимизационная)

**3. По способу логико-математического описания моделируемых экономических систем:**

Аналитическая модель

Вероятностная модель (тоже: стохастическая)

Детерминированная модель

Дискретная модель

Линейная модель

Математико-статистическая модель

Матричная модель

Нелинейная модель

Непрерывная модель

Регрессионная модель

Сетевая модель

Числовая модель

Эконометрическая модель

**4. По временному и пространственному признаку:**

Гравитационная модель

Динамическая модель

Модель с “бесконечным временем”

Статистическая модель

Точечная модель

Трендовая модель

**5. По внутренней структуре модельного описания системы:**

Автономная модель

Глобальная модель

Закрытая модель

Комплекс моделей

Макроэкономическая модель (тоже: агрегатная)

Микроэкономическая модель

Многосекторная модель (многоотраслевая, многопродуктовая)

Однопродуктовая модель

Открытая модель

Система моделей (в том числе многоуровневая или многоступенчатая).

**6. По области применения:**

а) с точки зрения типов решаемых экономических задач;

б) с точки зрения математического аппарата, применяемых экономико-математических методов.

Области применения экономико-математических моделей практически трудно обозримые и здесь не приводится их перечисление. Речь идет, например о прогнозных, отраслевых, линейно – программных моделях и т. п.

Желающим более детально ознакомиться с типологией социально-экономических задач и моделей можно рекомендовать работу Вилка Э. Й., Майминас Е. З. Решения: теория, информация, моделирование. – М. :Радио и связь, 1981.

## 2 Этапы моделирования

Процесс разработки и использования модели с методических соображений удобно представить в виде определенных этапов. Этапы моделирования – это виды работ. Моделирование можно представить как набор отдельных работ или их совокупностей. Степень детализации этих работ, сам набор их видов зависят от преследуемых целей.

Здесь выделены этапы моделирования необходимые для практического использования при решении конкретной производственной задачи.

В каждой области знаний моделирование имеет свои особенности. Рассмотрим моделирование производственных систем на примере использования оптимизационных моделей. Перечислим этапы моделирования и ознакомимся с содержанием работы на каждом из них.

1. Исследование моделируемой системы и постановка задачи.
2. Формализация задачи.
3. Разработка математической модели задачи и ее запись в структурной форме.
4. Анализ количественных зависимостей параметров задачи.
5. Сбор исходной информации и ее обработка.
6. Построение числовой модели.
7. Выбор математического метода решения задачи.
8. Решение задачи на ЭВМ.
9. Анализ результатов решения и корректировка модели.
10. Решение задачи на ЭВМ по скорректированной модели.
11. Экономический анализ вариантов решения и разработка плана практического использования оптимального решения.
12. Авторский надзор за ходом внедрения разработки.

Оговоримся сразу: это перечень этапов работы, последовательность же ее выполнения имеет челночный характер – нередко от одного этапа приходится возвращаться к уже пройденному, уточнять, изменять, продолжать работу поэтапно и возвращаться снова к тому же или другому этапу.

### ТЕМА 3. МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

#### 1 Межотраслевой баланс в прогнозировании развития экономики. Межотраслевые потоки. Матрица межотраслевых связей В.Леонтьева и основные экономические показатели, рассчитываемые на ее основе

Межотраслевые связи на уровне народного хозяйства обычно исследуют балансовым методом. Межотраслевой баланс – это каркасная модель экономики в которой отражаются межотраслевые связи. Межотраслевые балансы бывают стоимостные и натуральные, статические и динамические.

Рассмотрим межотраслевой баланс производства и распределения продукции. Именно в этом балансе четко прослеживаются экономические связи, а его разработка дает богатый материал для экономических расчетов.

Таблица 1 - Математическая модель межотраслевого баланса

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли					Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3	...	n		
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	...	$x_{1n}$	$y_1$	$X_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	...	$x_{2n}$	$y_2$	$X_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	...	$x_{3n}$	$y_3$	$X_3$
-	-	-	<b>I</b>	..	-	<b>II</b>	-
n	$x_{1n}$	$x_{2n}$	$x_{3n}$	...	$x_{nn}$	$y_n$	$X_n$
Оплата труда	$V_1$	$V_2$	$V_3$	...	$V_n$	$V_{кон}$	-
Чистый доход	$m_1$	$m_2$	$m_3$	...	$m_n$	$m_{кон}$	-
Валовая продукция	$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$	-	$X$

Таким образом, в модели по строкам показано распределение или использование продукции отраслей материального производства.

В целом модель межотраслевого баланса отражает стоимостную структуру годовой продукции и распределение этой продукции по направлениям использования.

#### 2 Характеристика квадрантов межотраслевого баланса

Рассмотрим теперь модель баланса в разрезе его крупных составных частей. По экономическому содержанию выделяют четыре части баланса. Они называются квадрантами баланса. На схеме баланса каждый квадрант обозначен римской цифрой (I, II, III, IV).

**В 1 квадранте** отображаются производственные связи между отраслями. По форме он представляет квадратную матрицу, сумма всех элементов которой и по строкам и по столбцам равняется годовому фонду

возмещения затрат средств производства в материальной сфере. По данным этого квадранта исчисляются коэффициенты прямых и полных затрат на производство продукции, так как здесь содержатся межотраслевые потоки средств производства.

**Во втором квадранте** представлена конечная продукция всех отраслей материального производства. Под конечной понимается продукция, выходящая из сферы производства в область конечного использования на потребление и накопление.

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n y_i' + y_i'', \quad (3)$$

где  $y_i'$  - потребление,  
 $y_i''$  - накопление.

Потребление делится на личное и общественное (в жилищно-коммунальном хозяйстве, органах управления, просвещения, здравоохранения, науки, транспорта и связи, обслуживающих непромышленную сферу и т.д.).

При отражении в первом квадранте стоимости износа средств производства конечная продукция (2 квадрант) не отличается от национального дохода. Второй квадрант характеризует вещественную структуру (состав) вновь созданного чистого продукта или национального дохода. Вместе с тем во втором квадранте отражается целевое назначение или использование национального дохода.

В целом данные второго квадранта характеризуют отраслевую материальную структуру национального дохода, его состав, показывают распределение национального дохода на фонд накопления и фонд потребления, а также структуру потребления и накопления по отраслям производства и потребителям.

**Третий квадрант** также характеризует национальный доход, но со стороны стоимостного состава, как сумму оплаты труда и чистого дохода всех отраслей. Этот квадрант содержит различные виды доходов работников материального производства и различные виды чистого дохода (прибыль государственных предприятий, колхозов, налог с оборота, налог на добавленную стоимость и т. д.).

В теоретическом плане здесь показаны составные части формирования чистого продукта (продукт на себя и продукт на общество) и его отраслевой состав. Если мы сравним по отдельной отрасли чистую и конечную продукцию, то они будут не равны, то есть:

$$y_i' + y_i'' \neq v_j + m_j \quad (4)$$

потребление                      накопление

Но в целом по всем отраслям

$$\sum_{i=1}^n (y_i' + y_i'') = \sum_j^n v_j + m_j \quad (5)$$

**Четвертый квадрант** находится на пересечении столбцов конечной продукции и строк доходов, он отражает конечное распределение и использование национального дохода. Здесь отражается перераспределение чистого дохода в пользу непроизводственной сферы, а также перераспределение чистого продукта и характер потребления этой части продукта (личное и общественное непроизводственное потребление, личное и общественное непроизводственное накопление).

### **3 Основное математическое соотношение межотраслевого баланса и его использование в плановых расчетах**

Мы уже отмечали, что для любой пары отраслей коэффициент прямых затрат составляет:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad (7)$$

отсюда следует, что  $x_{ij} = a_{ij}X_j$

Если это значение подставить в формулу (2)  $X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i$ , то получим

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + y_i \quad (8)$$

Формула (8) является основным математическим соотношением как стоимостных так и натуральных балансов. Это математическое соотношение служит исходным пунктом расчетов при разработке балансов на плановый период.

Предположим, что на плановый период технологические коэффициенты  $a_{ij}$  – известны.

Исходя из экономического смысла соотношения (4) можно говорить о трех вариантах расчета:

1. В модели заданы валовые уровни производства всех отраслей (величины  $X_i$  или же  $X_j$ ), конечная продукция (величины  $y_i$ ) определяются в результате расчета.

2. Заданы плановые уровни конечной продукции всех отраслей, а решение системы уравнений даст объемы валовой продукции.

3. По отдельным отраслям в модели задаются (планируются) уровни валовой продукции, по другим отраслям планируются уровни конечной продукции. Решение системы даст значения остальных параметров.

**Валовой выпуск целесообразно задавать по отраслям, составляющим фундамент производства – энергетической, топливной, металлургической и т.д. По отраслям, удовлетворяющим непосредственные потребности населения, – намечается уровень конечной продукции. Решение системы уравнений межотраслевого баланса даст сбалансированный план производства валовой продукции и национального дохода.**

## ТЕМА 4. СИСТЕМА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В АПК

### 1 История разработки

Сельское хозяйство - благодатная отрасль для эффективного применения принципа оптимальности, так как характеризуется свободой в выборе экономических решений, ограниченностью ресурсов во времени и пространстве, наличием целевых установок и показателей эффективности сельскохозяйственного производства. Свобода выбора решений вытекает из различного уровня потребностей и ресурсов. Одни и те же продукты могут производиться при использовании различных ресурсов или разном их сочетании, одни и те же ресурсы могут применяться для производства разнородной продукции. Принципы оптимальности реализуются при построении и решении разнообразных экономико-математических моделей оптимизации агропромышленного комплекса. Основные результаты в разработке этого научного направления принадлежат Р. Г. Кравченко, М. Е. Браславцу, И. Г. Попову, В. А. Кардашу, Э. Н. Крылатых, А. М. Гатаулину, В. В. Милосердову и другим.

К настоящему времени накоплен большой опыт внедрения оптимизационных задач в практику управления сельскохозяйственным производством. В основном это модели АПК страны, регионов, продуктовых подкомплексов страны и регионов, административных районов. Модели оптимизации производства для сельскохозяйственного предприятия в условиях, когда почти все параметры развития и структуры задавались "сверху", носили чисто иллюстративный характер, изучались в вузовских курсах и не имели практического значения. Опыт показал, что несмотря на признание положительного эффекта оптимизационных расчетов, массового внедрения их в практику управления не происходит, и к середине 80-х годов ученые отмечают спад интереса к решению этих задач.

Существует целый ряд причин как общих для всего народного хозяйства, так и специфичных, характерных только для сельского хозяйства. Среди них - техническое и программное обеспечение ЭВМ, сложность подготовки информации, высокие требования к кадрам, несовершенство самих моделей. Главная же причина - чужеродность методов оптимального планирования плановой социалистической экономике.

Не разобравшись в объективных причинах этих проблем, некоторые экономисты стали критиковать задачи оптимального управления АПК как устаревшие. Однако следует отметить, что взамен математических методов никем не выдвинуто не только более эффективных, но и равноценных подходов в решении управленческих задач.

В настоящее время положение коренным образом меняется. С переходом к рыночным отношениям изменились приоритеты в применении экономико-математических методов и моделей в управлении сельскохозяйственным

ным производством. Эти изменения следует рассматривать в следующих аспектах:

- возрастание роли методов оптимального управления в условиях рыночной экономики;
- перемещение акцентов в планировании сельскохозяйственного производства на низшее звено - сельскохозяйственное предприятие;
- возрастание роли текущего и оперативного планирования в условиях быстроменяющейся внешней среды;
- новые возможности, связанные с реализацией моделей на ЭВМ.

Сейчас наиболее ответственным звеном хозяйственного механизма становится сельский товаропроизводитель. Не оформленный организационно, стихийно появился и становится устойчивым социальный заказ руководителей сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности на проведение оптимизационных расчетов. Необходимость приспособиться к быстро меняющейся экономической ситуации, занять выгодное место на рынке товаропроизводителей, просто выжить и сохранить ресурсный потенциал, требует особых подходов к проведению таких плано-экономических расчетов.

Невостребованные экономико-математические модели оптимизации сельскохозяйственного производства, не имея стимулов развития, устарели. Требуется большая работа по разработке новых экономико-математических моделей, адаптированных к условиям рыночных отношений и имеющих более совершенный математический аппарат. Модели, адекватные реальным условиям производства должны учитывать особенности воспроизводственного процесса в сельском хозяйстве: его стохастическую природу, взаимосвязанность и взаимозависимость отраслей, элементы нелинейности, динамики, целочисленности.

## **2 Содержание системы экономико-математических моделей оптимального планирования в АПК**

- Моделирование и оптимизация структуры посевных площадей
- Моделирование и оптимизация рационов кормления животных
- Моделирование и оптимизация кормовых смесей и комбикормов
- Моделирование и оптимизация использования заготовленных кормов
- Моделирование и оптимизация структуры стада
- Моделирование и оптимизация производственной отраслевой структуры аграрного предприятия
- Моделирование и оптимизация параметров фермерских хозяйств

## **ТЕМА 5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

### **1 Экономико-математические модели для расчета оптимального плана размещения предприятий АПК**

С увеличением размеров производства и повышением продуктивности коров эффективность использования земли, труда, средств производства неуклонно возрастают. Увеличивается и доходность хозяйства, растет окупаемость затрат, уровень рентабельности производства.

Все это в совокупности позволяет сделать вывод, что оптимизация параметров специализированных молочных фермерских хозяйств позволяет найти достаточное разнообразие вариантов, обеспечивающих рентабельное производство.

В каждом конкретном случае малые специализированные молочные хозяйства организуются с учетом местных условий, естественно в стратегии ведения хозяйства находят отражение личные качества главы фермерского хозяйства, его знания, опыт, его личные представления о рациональном молочном хозяйстве.

Если все это отразить в экономико-математической модели и решить задачу на ЭВМ, то заведомо можно сказать, что решение в оптимальном варианте будет другим. Оно может быть лучшим или чуть худшим с точки зрения среднестатистического решения, но оно будет лучшим с точки зрения фермера.

Анализ результатов решения рассматриваемых задач позволяет сделать однозначный вывод о том, что во всех рассмотренных вариантах предел возможной концентрации производства, предел увеличения размеров предприятий не достигается – во всех случаях рентабельность продолжает расти.

Понятно, что с увеличением размеров предприятий должны совершенствоваться и организационные формы. Предложенная структурная модель позволяет вводить в задачу все эти изменения при разработке числовой модели.

Известно, что капитальные вложения на строительство производственных и жилых помещений, мелиорацию, содержание дорожной сети оказываются более эффективными при более крупных размерах предприятий. Но одновременно с увеличением размеров предприятий увеличиваются внутрихозяйственные расходы на перевозку кормов, навоза, строительных материалов, семян. Растут расходы и на складирование продукции и сырья, охрану хозяйства, экологическую защиту.

Есть расходы, величина которых не зависит от размеров предприятия: стоимость семян и удобрений на гектар при покупке, стоимость выполнения отдельных работ.



Модель позволяет учитывать все эти особенности при оптимизации параметров предприятия, а критерий оптимизации численно определяется как средняя от равнонаправленных векторов при сложении. Для учета транспортных издержек необходимо исчислить средние расстояния перевозок. Внутрихозяйственные перевозки зависят от конфигурации земельного участка (таблица).

В общем виде величина среднего расстояния для одной и той же конфигурации земельного участка при одинаковом размещении хозяйственного центра прямо пропорциональна квадратному корню из площади землепользования (Р).

Реально же средние расстояния зависят не только от конфигурации и площади земельного участка, но и от размещения дорожной сети, расположения хозяйственного центра.

Во всех случаях, чем больше земельная площадь хозяйства, тем больше стоимость внутрихозяйственных перевозок как в расчете на все хозяйство в целом, так и на единицу получаемого продукта.

Таблица – Средние расстояния внутрихозяйственных грузоперевозок специализированных молочных фермерских хозяйств для условий центральной зоны Краснодарского края, метры

Конфигурация земельного участка	Формулы для расчета	Хозяйства с числом постоянных работников, чел.		
		3	5	10
При продуктивности коров 6000 кг				
Круг	$\frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{\pi}}$	234	305	434
Шестиугольник	$0,377 \sqrt{P}$	235	306	435
Квадрат	$0,383 \sqrt{P}$	239	311	442
Прямоугольник (1:3)	$0,475 \sqrt{P}$	296	386	548

Взаимосвязь земельных размеров предприятия и стоимости внутрихозяйственных перевозок, определение рациональных средних расстояний внутрихозяйственных перевозок и размеров сельскохозяйственных предприятий находит отражение в трудах многих исследователей конца девятнадцатого века и практически не остается без внимания экономистов на протяжении всего двадцатого столетия. В работе А.В. Чаянова «Оптимальные размеры земледельческих хозяйств», написанной в марте 1921 г. рассматриваются результаты исследований двенадцати зарубежных авторов, исследовавших вопрос о влиянии отдаленности полей на чистый доход хозяйства. В частности, рассматриваются расчеты Тюнена, приводятся данные Вернера. В 1909г. Вернер писал, что для высокоинтенсивного хозяйства на первоклассных зем-

лях он считает нормальным средним расстоянием величину не выше 1000 метров, а на худших землях – 750 метров. А.В. Чаянов был, пожалуй, первым исследователем, кто поставил проблему оптимизации размеров аграрных предприятий. Он писал: «... обильно пользуясь в дельнейшем методами и результатами перечисленных немецких работ, мы тем не менее должны совершенно заново поставить проблему об оптимальном размере хозяйства и попытаться самостоятельно ее разрешить. Согласно всему вышеизложенному, проблема оптимальных размеров хозяйства ставится нами как проблема нахождения таких размеров площади эксплуатации, при которых, при прочих равных условиях, себестоимость получаемых продуктов будет наименьшая».

В те годы еще не были разработаны методы оптимизации и моделирования экономических систем, а первые ЭВМ появятся спустя три десятка лет и А.В. Чаянов, используя графические построения, алгебраические преобразования, находит математическое решение, близкое к оптимальным значениям, предлагает интересные математические формулы для определения рациональных размеров аграрных предприятий с учетом затрат на внутрихозяйственные перевозки.

Современные модели оптимизации параметров аграрных предприятий позволяют прямо включать в модель внутрихозяйственные перевозки в качестве отдельного ограничения.

В рассмотренных выше вариантах задачи оптимизации параметров специализированных молочных фермерских хозяйств объем внутрихозяйственных перевозок составляет небольшую величину. Так, в хозяйстве с тремя постоянными работниками необходимо перевезти 596 т груза на среднее расстояние 264 метра. Это составит 157 т-км. Затраты на внутрихозяйственные перевозки даже при неблагоприятных условиях не будут превышать 786 руб., при общей сумме производственных затрат – 480 тыс. руб., что составляет 0,16 %. Собственно подтверждаются выводы Вернера и Чаянова, что для мелких по земельной территории хозяйств влияние внутрихозяйственных перевозок на издержки производства незначительны. Однако с увеличением земельной площади, затраты на внутрихозяйственные перевозки могут достигнуть таких пределов, что полностью съедают прибыль хозяйства. В расчетах Тюнена это наступает при среднем расстоянии грузоперевозок 4980 метров, по данным Dr.v.Stebel – при расстоянии в 2-3 км в зависимости от вида земельных угодий и плодородия. И только для самых плодородных почв предел, при котором дальнейшее увеличение размеров хозяйства по земельной площади становится невыгодным, наступает при 4 км. Это данные для немецких хозяйств прошлого века, внутрихозяйственные перевозки осуществлялись живой тягловой силой, уровень урожайности, цены, технологии – все было другим.

В моделях заложены современные технологии, новейшая техника начала 21 века, условия центральной зоны Краснодарского края. Мы использовали научные идеи опыт немецких ученых и научно-методические разработки по оптимизации оптимальных размеров земледельческих хозяйств А. Чаянова и

его последователей при разработке оптимальных параметров аграрных предприятий.

При оптимизации параметров мелких аграрных предприятий, мы подтвердили выводы А. Чаянова о том, что влияние внутрихозяйственных перевозок на издержки производства в них незначительны, однако при расчетах параметров средних и крупных хозяйств это влияние возросло и специально отслеживалось.

## **2 Принципы и особенности размещения**

Размещение сельского хозяйства – это распределение производства отдельных видов продукции по территории страны, экономического района, региона в целях эффективного использования земельных, материальных, трудовых и финансовых ресурсов и максимального обеспечения потребителей продукцией.

При размещении применяются следующие основные принципы:

- 1 Минимизация затрат на производство единицы продукции;
- 2 Минимизация транспортных расходов;
- 3 Обеспечение продовольственной безопасности страны
- 4 Использование соотношения спроса и предложения ;
- 5 Оптимизация соотношения различных отраслей АПК;
- 6 Максимальное использование сложившихся производственно хозяйственных связей.

Принципы размещения должны реализовываться с учетом внесения основных факторов:

- 1) природно-климатические условия регионов
- 2) обеспеченность земельными ресурсами
- 3) обеспеченность трудовыми ресурсами
- 4) обеспеченность материально-производственными ресурсами
- 5) наличие транспортной сети
- 7) экономическая эффективность производства отдельных видов продукции в конкретном регионе.

А. И. Богачев предлагает применение метода решения блочных задач, или метода многоуровневой оптимизации. Такой подход к построению модели позволит получить наилучший план размещения предприятий при одновременном учете многочисленных (Научный журнал КубГАУ, №31(7), 2007 года <http://ej.kubagro.ru/2007/07/pdf/02.pdf> 8) условий и факторов, поскольку процесс оптимизации будет иметь в своей основе информацию, полученную с «нижнего» уровня (в соответствии с иерархией управления). В целях учета в задаче конкретных условий функционирования элементов организационной структуры АПК региона дополнительные требования к развитию производства могут быть заданы в форме соответствующих ограничений.

В общем виде схема предлагаемой модели представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Общая схема модели оптимизации размещения регионального АПК

На первом этапе определяются сельскохозяйственные зоны региона. На данной стадии обосновывается схема зональной специализации, размещения и концентрации сельского хозяйства; определяются приоритеты формирования зональной территориально-отраслевой структуры АПК; устанавливается степень участия в формировании внутриобластного и межрегионального рынков продовольствия и сельхозсырья. На втором этапе решается комплекс задач по размещению и специализации сельскохозяйственного производства в районах области, где рассчитывается комплекс структуры товарной продукции оптимальный для каждого административно-территориального образования. Критерием оптимизации может быть максимум валового дохода и налоговых поступлений в местный бюджет. В ходе решения задачи этого уровня необходимо определить схему внутрирайонной специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, а также провести группировку административных районов по уровню товарного производства сельхозпродукции, обеспечивающей внутренние потребности и участие во внутриобластном и межрегиональном продуктообмене. На третьем этапе решается комплекс задач по размещению и специализации сельскохозяйственного производства на уровне отдельных предприятий. На этом этапе принимаются решения по вопросам выбора производственных типов предприятий, внутрипроизводственной специализации, сочетания отраслей, размеров производства. В качестве критерия оптимизации может рассматриваться максимизация уровня рентабельности сельхозтоваропроизводителей. Объединение отдельных уровней оптимизации воедино будет способствовать формированию общей модели оптимального размещения агропромышленного производства на региональном уровне. Ее использование позволит выбрать среди множества альтернативных вариантов размещения тот, который будет отвечать интересам населения, предприятий АПК и органов власти.

## **ТЕМА 6. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

### **1 Сущность параметров и содержание параметризации аграрных предприятий**

Под **производственным параметром**, по нашему мнению, можно понимать существенное качественное свойство или состояние производственной системы, которое отражает её основные пропорции, может быть выражено количественно и использовано для характеристики производственной системы или процесса. Производственный параметр – это количественная характеристика существенных, значимых свойств производственной системы. Каждый производственный параметр выделяет данное производство среди других, показывает, чем оно отличается качественно и по количеству.

Сущность производственных параметров состоит в единстве качественной и количественной характеристик производства. Параметр отражает не любое свойство, не каждое состояние, а именно существенное, значимое, одно из основных для данной производственной системы или процесса.

- размер предприятия
- уровень специализации
- уровень концентрации производства конкретных видов продукции
- уровень эффективности производства
- технологические параметры
- уровень интенсивности производства

**Размер сельскохозяйственного предприятия** является одним из основных его параметров. Он отражает существенные свойства предприятия, может быть выражен количественно.

О размере сельскохозяйственного предприятия обычно судят по объёму производимой продукции, по площади земли, по наличию средств производства и трудовых ресурсов, поголовья скота и по некоторым другим показателям. Каждый из названных показателей не во всех случаях отражает действительные размеры предприятия в полной мере. Объём производства продукции - удобный измеритель для сравнения хозяйств узкой специализации – птицефабрик, откормочных хозяйств, тепличных комбинатов, но это резуль- тативный показатель, он зависит от многих факторов.

Определенное представление о размере хозяйства дает число занятых работников и наличие производственных фондов, но эти показатели зависят от специализации, технической оснащённости, природных условий и т.д. Если исключить узкоспециализированные хозяйства, у которых земля (как и у промышленных предприятий) выступает в качестве территориально- операционной базы, то остальные сельскохозяйственные предприятия используют землю как главное средство производства.

Четкое представление размере предприятия дает только **объем чистой продукции**, а другие показатели – стоимость валовой и товарной продукции, площадь обрабатываемой земли, численность работников, стоимость основных средств производства, поголовье животных – это **косвенные показатели размера предприятия**.

Количественная оценка параметров предприятия осуществляется через **систему показателей**. Параметры функционирующего предприятия можно получить на основе учетных данных, а рациональные на перспективу необходимо рассчитать.

### **Принципы рационального ведения хозяйства и расчета оптимальной площади**

1. Основные условия и факторы производства — земля, материальные ресурсы, рабочая сила — должны находиться в определенных пропорциях и быть **сбалансированными**.

2. Производственное направление хозяйства, его специализация и структура должны обязательно устанавливаться **с учетом плодородия почв**, степени окультуренности земель, возможности последующей трансформации и улучшения угодий.

3. Устойчивое развитие любого хозяйства возможно только на основе **расширенного воспроизводства**. Необходимо также обеспечить постоянный кругооборот капитала и определенные накопления, обеспечивающие дальнейшее развитие хозяйства и рост фондов потребления.

4. Хозяйство по возможности должно располагаться **на одном земельном массиве, иметь правильную форму**, рациональную конфигурацию с экологически обоснованным размещением границ и расположением хозяйственного центра ближе к середине участка.

5. По размерам земельной площади и организационно-производственной структуре хозяйство должно быть **управляемым**.

6. Учет комплекса требований, предъявляемых к любому сельскохозяйственному производству (сезонность, технологическая зависимость отраслей растениеводства и животноводства, агрономические, зоотехнические, биологические, экологические, строительно-планировочные, санитарно-гигиенические условия и ограничения).

## **2. Структурная модель экономико-математической задачи оптимизации параметров аграрного предприятия**

Требуется найти параметры, обеспечивающие получение максимума прибыли

$$C = \sum_{j \in J_7} x_j - \sum_{j \in J_{19}} x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

При условиях:

1. Ограничения по численности работников хозяйства и использованию трудовых ресурсов.

В модели численность работников задается:

$$x_j = B_i, \text{ где } j \in J_1, i \in I_1 \quad (2)$$

Ограничения по использованию трудовых ресурсов:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{где } i \in I_1 \quad (3)$$

2. Ограничения по поголовью животных.

2.1 По покупке необходимого поголовья коров

$$\sum_{j \in J_2} x_j \geq 0 \quad (4)$$

2.2 По минимально-допустимому уровню концентрации поголовья

$$\sum_{j \in J_2} x_j \geq b_i \quad \text{где } i \in I_2 \quad (5)$$

2.3 По поголовью приплода

$$\sum_{j \in J_2} w'_{ij} x_j - \sum_{j \in J_2} w''_{ij} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_2 \quad (6)$$

3. Условия по земельным ресурсам, посевным площадям и севооборотам, зеленому конвейеру, сохранению почвенного плодородия.

3.1 Ограничения по земельным ресурсам

$$\sum_{j \in J_3} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_1} dx_j - \sum_{j \in J_3} x_j \leq 0 \quad \text{где } i \in I_3 \quad (7)$$

3.2 Требования севооборотов

$$\sum_{j \in J_3} w'_{ij} x_j - \sum_{j \in J_3} w''_{ij} x_j \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \right\} 0 \quad \text{где } i \in I_3 \quad (8)$$

3.3 Ограничения по зеленому конвейеру

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_4} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_3 \quad (9)$$

3.4 Ограничения по органическим удобрениям и сохранению почвенного плодородия

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_3} a_{ij} x_j \geq 0 \quad (10)$$

4. Ограничения по кормам в натуре

$$\sum_{j \in J_3} v_{ij} x_j - \sum_{j \in J_4} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_4 \quad (11)$$

5. Баланс питательных элементов и структура рационов

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_3} v_{ij} x_j \leq 0 \quad \text{где } i \in I_5 \quad (12)$$

6. Условия по определению производственного и коммерческого потенциала, объемов производства продукции в натуральном выражении

$$\sum_{j \in J_2} v_{ij} x_j - \sum_{j \in J_2, J_3} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_6} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_6 \quad (13)$$

7. Условия по расчету коммерческого потенциала, денежной выручки от реализации продукции

$$\sum_{j \in J_6} c_j x_j - \sum_{j \in J_7} x_j = 0 \quad (14)$$

или

$$\sum_{j \in J_2, J_3} v_{ij} c_j x_j - \sum_{j \in J_7} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_7 \quad (15)$$

8. Определение затрат на производство кормов

$$\sum_{j \in J_3} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_8} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_8 \quad (16)$$

9. Расчет потребности в основных фондах

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j + \sum_{j \in J_3} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_9} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_9 \quad (17)$$

10. Затраты на зооветеринарное обслуживание

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_{10}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{10} \quad (18)$$

11. Страховые платежи

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_{11}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{11} \quad (19)$$



12. Отчисления и платежи на социальное страхование, в пенсионный фонд, на медицинское страхование, местные налоги

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_{12}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{12} \quad (20)$$

13. Определение затрат на горючее и смазочные материалы, энергию и водоснабжение

$$\sum_{j \in J_2} a_{ij} x_j + \sum_{j \in J_3} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_{13}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{13} \quad (21)$$

14. Определение сумм амортизационных отчислений

$$\sum_{j \in J_9} a_{ij} x_j - \sum_{j \in J_{14}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{14} \quad (22)$$

15. Определение сумм краткосрочного кредита

$$\sum_{j \in J_1} x_j + \sum_{j \in J_3} c_j x_j + \sum_{j \in J_8} x_j + \sum_{j \in J_{10}} x_j + \sum_{j \in J_{11}} x_j + \sum_{j \in J_{12}} x_j + \sum_{j \in J_{13}} x_j - \sum_{j \in J_{15}} x_j = 0 \quad (23)$$

16. Определение сумм кредита на приобретение основных средств

$$\sum_{j \in J_2} c_j x_j + \sum_{j \in J_9} x_j - \sum_{j \in J_{16}} x_j = 0 \quad (24)$$

Для этих условий в модели отводится  $i \in I_{16}$  строк.

17. Годовой возврат ссуд и уплата процентов за пользование кредитом

$$\sum_{j \in J_{15}} (k_{ij} + 1) x_j + \sum_{j \in J_{16}} (k_{ij} + k'_{ij}) x_j - \sum_{j \in J_{17}} x_j = 0 \quad \text{где } i \in I_{17} \quad (25)$$

18. Расходы на внутрихозяйственные перевозки

$$\sum_{j=1}^n s c_j x_j - \sum_{j \in J_{18}} x_j = 0 \quad (26)$$

$$s = \alpha \sqrt{X_j} \quad \text{где } j \in J_3 \quad (27)$$

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий конфигурацию участка и дорожной сети

19. Производственные затраты и ежегодные платежи хозяйства

$$\sum_{j \in J_1} c_j x_j + \sum_{j \in J_3} c_j x_j + \sum_{j \in J_8} x_j + \sum_{j \in J_{10}} x_j + \sum_{j \in J_{11}} x_j + \sum_{j \in J_{12}} x_j + \sum_{j \in J_{13}} x_j + \sum_{j \in J_{14}} x_j + \sum_{j \in J_{15}} k_{ij} x_j + \sum_{j \in J_{18}} x_j - \sum_{j \in J_{19}} x_j = 0 \quad (28)$$

Для этих условий в модели отводится  $i \in I_{19}$  строк.

20. Определение стартовой суммы капитала

$$\sum_{j \in J_9} x_j + \sum_{j \in J_{19}} x_j - \sum_{j \in J_{14}} x_j - \sum_{j \in J_1} (q+1) x_j - \sum_{j \in J_{20}} x_j = 0 \quad (29)$$

Для этих условий в модели отводится  $i \in I_{20}$  строк.

21. Условия не отрицательности переменных

$$x_j \geq 0 \quad (30)$$

### 3 Результаты оптимизации параметров предприятий различного производственного направления

Таблица 4 – Оптимальные параметры специализированных молочных хозяйств для условий центральной зоны Краснодарского края при продуктивности коров 6000 кг молока

Параметры и показатели	Хозяйства с числом постоянных работников, человек							
	3	5	10	30	50	100	300	500
	мелкие			средние			крупные	
<b>Размер предприятия</b>								
Валовой доход, тыс. руб.	1256	2125	4297	12220	20776	42127	126067	210940
Площадь сельхозугодий, га	31	52	106	302	515	1045	3938	6603
Поголовье коров, голов	33	55	111	314	534	1085	3179	5320
<b>Уровень специализации предприятия</b>								
Удельный вес молока в товарной продукции, %	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8
<b>Уровень концентрации производства</b>								
Стоимость продукции скотоводства, тыс. руб.	1520	2574	5206	14837	25248	51275	153825	257935
<b>Коммерческий потенциал</b>								
Стоимость товарной продукции, тыс. руб.	1480	2504	5065	14436	24566	49891	149673	250971
<b>Уровень интенсивности производства</b>								
Производственные затраты на 1 корову, тыс. руб.	15,9	16,3	16,5	16,3	16,1	16,0	16,0	16,1
<b>Результаты производства</b>								
Произведено: молока, т	188	319	645	1840	3130	6357	19071	31979
телят, голов	28	48	97	276	470	954	2861	4797
навоза, т	283	479	968	2759	4695	9536	28607	47968
<b>Уровень эффективности производства</b>								
Уровень рентабельности, %	195,6	199,2	201,8	188	192	195	193	193

Таблица 5 – Внутрихозяйственные грузоперевозки и затраты на управление в специализированных молочных хозяйствах оптимальных параметров для условий центральной зоны Краснодарского края, продуктивность коров 6000 кг молока

Предприятия	Хозяйства с числом постоянных работников, человек	Объем грузоперевозок, т-км в расчете на:		Расходы на грузоперевозки		Количество ступеней управления	Затраты на управление	
		1 корову	1 га с-х угодий	всего, тыс. руб.	в % к производственным затратам		тыс. руб.	в % к производственным затратам
Мелкие	3	7,1	5,7	1,1	0,2	1	11,9	2,4
	5	9,2	7,4	2,4	0,3	1	11,9	1,4
	10	13,1	10,6	7,0	0,4	1	11,9	0,7
Средние	30	20,8	16,8	31,9	0,6	2	194,8	3,9
	50	27,1	21,9	70,8	0,8	2	218,6	2,6
	100	38,7	31,2	205,0	1,2	2	278,3	1,6
Крупные	300	66,6	53,8	1058,5	2,1	3	834,9	1,6
	500	86,3	69,6	2299,1	2,7	3	1073,4	1,2

Таблица 6 – Сравнительная характеристика специализированных молочных хозяйств и хозяйств с полным циклом воспроизводства стада

Показатель	Специализированные хозяйства с числом постоянных работников, чел.			Хозяйства с полным циклом воспроизводства стада с числом работников, чел.		
	5	50	500	5	50	500
Валовой доход, тыс. руб.	2125	20776	210940	1891	18393	187635
Площадь сельхозугодий, га	66	646	6603	86	843	8723
Поголовье животных, усл. гол.	53	522	5330	76	745	7707
Производственные затраты, тыс. руб.	837	8408	85741	878	8809	90599
Выручено от реализации, тыс. руб.	2504	24566	250971	2306	22526	233118
Прибыль, тыс. руб.	1667	16158	165230	1428	13717	141607
Прибыль на: 1 чел.-ч, руб.	140	135	138	120	115	119
1 га сельхозугодий, руб.	25304	24999	25023	16550	16273	16233
1 руб. производственных затрат, руб.	1,99	1,92	1,93	1,63	1,56	1,56

Таблица 7 – Оптимальные параметры полеводческих фермерских хозяйств для условий центральной зоны Краснодарского края

Параметры и показатели	Хозяйства с числом постоянных работников, человек				
	2		3	5	10
	1 вариант	2 вариант			
<b>Размер предприятия</b>					
Валовой доход, тыс. руб.	1157	1593	2434	4114	8321
Площадь пашни, га	113	156	239	405	818
<b>Уровень специализации предприятия</b>					
Удельный вес зерна в стоимости товарной продукции, %	100	100	100	100	100
<b>Уровень концентрации производства</b>					
Стоимость валовой продукции полеводства, тыс. руб.	1544	2129	3257	5511	11148
<b>Уровень интенсивности производства</b>					
Производственные затраты на 1 га пашни, руб.	4642	4623	4599	4587	4568
Основные производственные фонды и текущие производственные затраты (без амортизации) в расчете на 1 га пашни, руб.	8011	7992	7968	7956	7937
<b>Результаты производства</b>					
Произведено зерна, - всего, т	453	625	956	1618	3273
в т. ч.: озимой пшеницы	255	352	538	910	1841
кукурузы	142	195	299	506	1023
гороха	56	78	119	202	409
<b>Уровень эффективности производства</b>					
Уровень рентабельности, %	193,5	194,7	196,3	197,1	198,3

Таблица 8 – Оптимальные параметры аграрных предприятий, сочетающих товарное скотоводство и полеводство для условий центральной зоны края

Параметры предприятий и показатели	Хозяйства с числом постоянных работников, человек					
	5		50		500	
	1 вариант	2 вариант	1 вариант	2 вариант	1 вариант	2 вариант
<b>Размер предприятия</b>						
Валовой доход, тыс. руб.	2175	2098	21159	20410	215862	208178
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	86	82	844	904	8734	9354
Поголовые скота, условные головы	63	67	616	660	6373	6825
Стоимость товарной продукции, тыс. руб.	2592	2517	25318	24588	262024	254458
<b>Уровень специализации предприятия</b>						
Удельный вес в стоимости товарной продукции, %:						
продукции растениеводства	26,6	19,0	26,6	19,0	26,6	19,0
в т.ч.: зерна	1,1	11,9	1,1	11,9	1,1	11,9
технических культур	25,5	7,1	25,5	7,1	25,5	7,1
продукции животноводства	73,4	81,0	73,4	81,0	73,4	81,0
в т.ч.: молока	57,4	63,3	57,4	63,3	57,4	63,3
живой массы скота	14,6	16,1	14,6	16,1	14,6	16,1
нетелей	1,4	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6
<b>Уровень концентрации производства</b>						
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.:						
скотоводства	2087	2233	20259	21693	209734	224627
полеводства	1560	1413	15253	13808	157852	142897
<b>Уровень интенсивности производства</b>						
Производственные затраты на 1 га сельхозугодий, руб.	10179	9528	10470	9797	10555	9868
<b>Результаты производства</b>						
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	3647	3646	35512	35501	367586	367524
<b>Уровень эффективности производства</b>						
Уровень рентабельности, %	194,7	185,5	186,5	177,7	184,2	175,7

Таблица 9 – Оптимизация расширенного воспроизводства фермерского хозяйства «Белый лебедь» Кореновского района при норме накопления 25% (данные Е.А. Метельской)

Показатели	Значения производственных параметров по годам до достижения оптимального варианта расширенного воспроизводства				
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год
Численность постоянных работников, занятых в производстве, человек	1,88	2,50	3,31	4,40	5,00
Отработано чел-часов: всего	4524	5999	7955	10549	12000
в т.ч. наемными работниками	1131	1500	1989	2637	3000
Площадь пашни, га	249,57	330,96	438,89	582,01	662,07
Посевная площадь, га					
озимая пшеница	74,87	99,29	131,67	174,60	198,62
озимый ячмень	24,96	33,10	43,89	58,20	66,21
кукуруза	62,39	82,74	709,72	145,50	165,52
подсолнечник	49,91	66,19	87,78	116,4	132,41
соя	37,44	49,64	65,83	87,30	99,31
Производство зерна, т	1045	1387	1839	2439	2774
Производство семян подсолнечника, т	125	165	219	219	331
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	4440	5888	7809	10355	11780
Производственные затраты и платежи, тыс. руб.	1927	2555	3388	4494	5112
Прибыль, тыс. руб.	2513	3333	4420	5862	6668
в т.ч. направляемая на накопления:					
возможная величина, тыс. руб.	628	833	1105	1466	-
фактическая величина, тыс. руб.	628	833	1105	618	-

Таблица 10 – Размеры производственных ресурсов моделируемых хозяйств по оптимальным решениям (данные Блаживского И.М.)

Показатели	Хозяйства с числом постоянных работников					
	300 чел.			500 чел.		
	без промышленной переработки молока	с промышленной переработкой молока		без промышленной переработки молока	с промышленной переработкой молока	
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Численность работников, чел.	405	405	405	675	675	675
Запас труда, тыс. чел. – ч	716,1	716,1	716,1	1193,5	1193,5	1193,5
Площадь сельскохозяйственных угодий, всего, га	5089	4868	4836	8553	8339	8138
в том числе:						
пашни	4663	4460	4431	7836	7635	7456
естественных пастбищ	426	408	405	716	698	682
Поголовье крупного рогатого скота, усл. гол.	3670	3511	3488	6168	6009	5869
Поголовье коров, гол.	2146	2053	2040	3607	3514	3432
Стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, млн. руб.	150,4	143,9	143,0	2352,8	246,3	240,6
Производственные затраты, тыс. руб.	51529	52906	53082	86042	87413	88487

Таблица 11 – Эффективность производства при различных сценариях развития моделируемого предприятия по оптимальному решению при численности постоянных работников 500 чел. (данные Франциско О.Ю.)

Показатель	Сценарии развития предприятия				
	без переработки	переработка маслосемян подсолнечника	переработка озимой пшеницы	переработка молока	переработка маслосемян подсолнечника с возможностью их покупки
	1 сценарий	2 сценарий	3 сценарий	4 сценарий	5 сценарий
Выручка от реализации, млн. руб.	332,8	335,8	346,8	361,6	444,9
Выручка от реализации в расчете на:					
1 га сельхозугодий, тыс. руб.	35,8	36,9	43,4	40,0	55,5
1 работника, тыс. руб.	498,9	503,4	520,0	542,1	667,0
1 руб. затрат, руб.	2,6	2,6	2,8	2,4	1,9
Прибыль, млн. руб.	205,9	208,6	221,1	212,9	214,0
Прибыль в расчете на:					
1 га сельхозугодий, тыс. руб.	22,2	22,9	27,7	23,5	26,7
1 работника, тыс. руб.	308,7	312,7	331,5	319,3	320,8
1 руб. затрат, руб.	1,6	1,6	1,8	1,4	0,9
Рентабельность, %	162,0	164,0	176,0	143,0	93,0

## Литература

1. Бурда А.Г., Бурда Г.П., Гусельникова А.А. Математическая экономика. Учебное пособие для вузов. Краснодар, КГАУ, 2009 г., 2010 г.
2. Бурда А.Г., Бурда Г.П. Методы оптимальных решений и теория игр. Уч. пособие для вузов. Краснодар, КубГАУ, 2011. – 491 с.
3. Бурда А.Г., Бурда Г.П. Методы принятия управленческих решений в экономических системах АПК – Краснодар, 2013. – 532 с.
4. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Питер, 2010 – 496 с.
5. Бурда А.Г., Бурда Г.П. Исследование операций в экономике АПК. – Краснодар, КубГАУ, 2014.
6. Бурда Г.П., Бурда Ал.Г., Бурда Ан.Г. Моделирование экономики. Учебное пособие для вузов. В 2 частях. Часть I. Основы моделирования и оптимизации экономики. Часть II. Методы моделирования производства и рынка - Краснодар: КГАУ, 2005.
7. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П. В. Трусова. - М.: Логос, 2005. - 440 с.
8. Журнал «Математическое моделирование» (основан в 1989 г.).
9. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 496 с. 2-е изд. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XXI).
10. Личко К.П. Прогнозирование и планирование аграрно-промышленного комплекса: Учебник. - М., 1999.
11. Магницкий Н.А., Сидоров С.В. Новые методы хаотической динамики М. Физматлит. 2004. - 320 с.
12. Математические методы и модели исследования операций / под ред. Коллемаева. - Изд-тво: Юнити-Дана, 2007 г. 592 с.
13. Математические модели природы и общества. Монография. Калиткин Н.Н. и др. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 360 с.
14. Родионова О. Модель интеграции сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - М.: РосНИИкадры, 1998.
15. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике Университет, Высшая школа, 2002 – 288с.
16. Серков А.Ф. Индикативное планирование в сельском хозяйстве. - М., 1996.
17. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш. Шк., 2004 – 616 с.
18. Суслов В.И. Измерение эффектов межрегиональных взаимодействий: модели, методы, результаты. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991.
19. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. —912 с.
20. Управление агропромышленным комплексом: Учеб. пособие для студентов и преподавателей вузов, науч. работников, руководителей и специалистов АПК /Под ред. В.В. Кузнецова. – М.; Ростов-н/Д. : МарТ, 2003.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	<b>3</b>
<b>ТЕМА 1. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ В ПЛАНИРОВАНИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ АПК</b>	<b>4</b>
1. Содержание и классификация задач планирования, прогнозирования и управления АПК	4
2. Роль и значение математических методов и моделей в планировании, прогнозировании и управлении АПК	7
3. Необходимость системного анализа для эффективного управления АПК	10
4. Общая характеристика методов и моделей прогнозирования экономического и социального развития АПК	11
<b>ТЕМА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АПК И ЭТАПЫ ИХ ПОСТРОЕНИЯ</b>	<b>16</b>
1. Общая классификация экономико-математических моделей АПК	16
2. Этапы моделирования	18
<b>ТЕМА 3. МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ</b>	<b>19</b>
1. Межотраслевой баланс в прогнозировании развития экономики. Межотраслевые потоки. Матрица межотраслевых связей В.Леонтьева и основные экономические показатели, рассчитываемые на ее основе	19
2. Характеристика квадрантов межотраслевого баланса	19
3. Основное математическое соотношение межотраслевого баланса и его использование в плановых расчетах	21
<b>ТЕМА 4. СИСТЕМА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В АПК</b>	<b>22</b>
1. История разработки	22
2. Содержание системы экономико-математических моделей оптимального планирования в АПК	23
<b>ТЕМА 5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК</b>	<b>24</b>
1. Экономико-математические модели для расчета оптимального плана размещения предприятий АПК	24
2. Принципы и особенности размещения	27
<b>ТЕМА 6. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК</b>	<b>29</b>
1. Сущность параметров и содержание параметризации аграрных предприятий	29
2. Структурная модель экономико-математической задачи оптимизации параметров аграрного предприятия	30
3. Результаты оптимизации параметров предприятий различного производственного направления	34
Литература	38

Учебное издание

**БУРДА Алексей Григорьевич**  
**БУРДА Григорий Петрович**

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ**

*Краткий курс лекций*

В авторской редакции

Формат  $60 \times 84 \frac{1}{8}$ .  
Усл. печ. л. – 4,65. Уч.-изд. л. – 2,73.