МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

В. П. Власенко, О. А. Подколзин, А. В. Осипов

ОХРАНА ПОЧВ

Учебное пособие

Краснодар
КубГАУ
2018

УДК 631.4:504.53 (075.8)
ББК 40.3
О-92

Р е ц е н з е н т ы :

В. С. Цховребов – профессор Ставропольского государственного аграрного университета, д-р с.-х. наук;

Л. М. Онищенко – профессор Кубанского государственного аграрного университета, д-р с.-х. наук

Власенко В. П.
О-92 Охрана почв : учеб. пособие / В. П. Власенко, О. А. Подколзин, А. В. Осипов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 172 с.

ISBN

В учебном пособии изложены теоретические и практические материалы охраны почвенного покрова, деградационные процессы в почвах и методы их регулирования при сельскохозяйственном использовании.

Предназначено для подготовки обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

УДК 631.4:504.53 (075.8)
ББК 40.3

© Власенко В. П., Подколзин О. А., Осипов А. В., 2018
© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2018

ISBN

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Охрана почв» является изучение теоретических и практических основ почвоводоохранного земледелия, современных методов использования почвенных ресурсов на основе методики определения и выявления деградационных процессов в почвах в условиях сельскохозяйственного использования земельных ресурсов.

Проблема охраны почв возникла в связи с их тройственной сущностью: они являются одновременно природным телом, предметом труда и продуктом труда.

Вместе с тем, будучи компонентами очень тонко сбалансированных природных экосистем и находясь в динамическом равновесии со всеми другими компонентами биосферы, почвы и почвенный покров (ПП) нередко деградируют под влиянием хозяйственной деятельности человека, теряют свое природное плодородие. Чаще всего это связано с неправильной, экологически необоснованной, нерациональной деятельностью, не соответствующей природному биосферному потенциалу конкретной территорию.

По отношению к человеческому обществу почва выступает в двух аспектах: с одной стороны, это физическая среда, жизненное пространство существования людей, а с другой – это экономическая основа, средство производства с огромным спросом.

Вовлечение природных экосистем в хозяйственную сферу неизбежно приводит к изменению ландшафтных условий, что может вызывать возникновение новых, вторичных почвенных процессов, преобразование структуры почвенного покрова и формирование на месте естественных ландшафтов природно-хозяйственных систем: агроландшафтов, селитебных, промышленных, транспортно-коммуникационных, средоохранных и др.

За время человеческой цивилизации было безвозвратно разрушено и утрачено больше продуктивных почв, чем сейчас

распахивается во всем мире (из 3,5 млрд га освоенных земель человечество за свою историю уже безвозвратно потеряло 2 млрд га в результате нерационального землепользования). Более 60 % всех современных пахотных почв подвержены в той или иной степени различным деградационным процессам. Ежегодные потери пахотных почв мира достигают 7 млн га, из которых около 1 млн га отчуждаются для несельскохозяйственных нужд, а 5–6 млн га опустыниваются по причине деградации и исключения из фонда использования.

Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующим важными особенностями:

– незаменимостью;
– ограниченностью;
– неперемещаемостью;
– плодородием.

Ограниченность земли (почвы) заключается в том, что ее поверхность нельзя расширить. К настоящему времени в мире все земли, которые не требуют капитальных затрат на мелиорацию при их освоении, уже находятся в распаханном состоянии. Дальнейшее расширение посевных площадей связано со значительными затратами на осушение, орошение, расчистку, раскорчевку и т. п.

В нашей стране еще не исчерпаны резервы земель, пригодных для сельскохозяйственного использования. По мере роста материально-технических возможностей такие земли постепенно будут вовлекаться в активный сельскохозяйственный оборот. Пространственная ограниченность земли не означает ограниченности ее производительных сил, которые поистине беспредельны. Однако по мере уменьшения размеров неосвоенных земель рост производства сельскохозяйственной продукции все более связывается с интенсификацией использования земли путем дополнительных вложений труда и средств.

Ограниченность земли вызывает необходимость проводить все сельскохозяйственные работы своевременно и на вы-

соком агротехническом уровне. От качества полевых работ в значительной степени зависит урожай.

Землю как средство производства заменить ничем нельзя. Ее незаменимость вызывает объективную необходимость повышения уровня интенсификации земледелия путем вложения дополнительных затрат. Эти затраты позволяют получать с одной и той же площади больше продукции, так как земля под влиянием прошлого (овеществленного) и живого труда улучшается. Иначе говоря, она, как и средства производства в промышленности, способна к воспроизводству плодородия. Современные культурные почвы в известной мере представляют собой продукт человеческого труда

Неперемещаемость земли (почвы) состоит в том, что использование ее, как средства производства связано с постоянством ее местонахождения.

Самой замечательной особенностью земли (почвы) является ее способность повышать свое плодородие при правильном использовании является основанием для интенсификации земледелия, расширенного воспроизводства плодородия вследствие применения дополнительных затрат. Дополнительные вложения средств в сельское хозяйство связаны в основном с землей как главным средством производства. Поэтому очень важно знать, на каких землях дополнительные вложения труда и средств наиболее эффективны. Для этого необходимы сведения о почве, ее качестве, сравнительной хозяйственной ценности и наибольшей пригодности для того или иного вида использования.

Охрана почв – это острейшая глобальная проблема современности, так как с нею непосредственно связана другая проблема – обеспечения продовольствием все возрастающего населения планеты. Поэтому обе проблемы должны решаться как единое целое, и вместе с тем – как система мероприятий, направленная на защиту почв от деградации, качественное их улучшение и рациональное использование.

Цель такой системы – сохранение и повышение плодородия почв. Главной целью должна стать разработка экологических основ стратегии использования почвенных ресурсов для поддержания устойчивости биосферы и улучшения условий жизни людей [5].

Охрана почв так же, как охрана всей природы, предполагает два рода деятельности:

– *накопление научных знаний,* обеспечивающих обоснование и разработку соответствующих практических мероприятий;

– *практическое претворение в жизнь научных разработок*, что вызывает необходимость проведения почвенного мониторинга.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПОЧВ. СОДЕРЖАНИЕ ОХРАНЫ ПОЧВ (ЗЕМЕЛЬ)

Современное землепользование способно вызвать негативные последствия для состояния почв. Наиболее заметны процессы загрязнения земель химическими и биологическими веществами, эрозия почв, засоление, заболачивание, подтопление, иссушение и другие виды разрушения.

Одновременно почва (земля) выступает объектом юридических прав граждан и организаций, таких, как право собственности и пользования. Нарушение этих прав, например, в процессе вынесения государственных решений либо действий отдельных лиц, а также нарушение порядка землепользования самими собственниками, владельцами, пользователями способно вызвать неблагоприятные последствия финансового, экономического и социального характера для третьих лиц, государства и общества.

Для предупреждения и преодоления негативных экологических, экономических и иных последствий землепользования разрабатываются и осуществляются меры, в том числе правового характера, по охране почв и защите прав на землю.

Выделяются пять уровней охраны почв.

Первый уровень – защита почв от прямого их уничтожения и полной гибели. При строительстве промышленных и сельскохозяйственных объектов каждому строителю и архитектору нужно помнить, что почва – особое, четвертое, по образному выражению В. В. Докучаева, царство природы, незаменимый фундамент биосферы, насыщенный разнообразными организмами. Поэтому необходимо максимально ограничить и запретить открытые разработки полезных ископаемых, внедрить технологии застройки, которые бы наиболее экономно использовали почвенное пространство. Для восстановления пострадавших почв надо проводить рекультивацию земель. По данным кафедры почвоведения Кубанского аграрного университета, выполнение технической и биологической

рекультивации земель путем разравнивания поверхности нарушенных земель, нанесения на выровненную поверхность плодородных и потенциально-плодородных слоев (гумусированный почвенный слой, лесс, лессовидные суглинки) мощностью 0,6–0,8 м, внесение удобрений, выращивание сидеральных бобовых культур в сравнительно короткий срок (3–4 года) позволяет восстановить плодородие почвы.

Второй уровень охраны почвенного покрова – защита освоенных и используемых почв от качественной их деградации.

Третий уровень – мероприятия по предотвращению негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв. К сожалению, недооценивается важность профилактики их негативных изменений. Эта профилактика должна осуществлять систему опережающей защиты почв от деградации.

Важными компонентами являются оптимизация пищевого, водного, теплового и газового режимов почвы; поддержание на должном уровне ее биохимической активности и сохранение полноценной почвенной биоты; оптимизация физического состояния почв и предотвращение их обесструктуривания и уплотнения. К этим мероприятиям относят:

а) использование малогабаритной сельхозтехники;

б) внесение органических удобрений в повышенных дозах;

в) выполнение агротехнических мероприятий при физической спелости почв.

Четвертый уровень – своевременное восстановление деградированных освоенных почв. Почва должна не только неустанно трудиться на урожай, но и «отдыхать», получать «очередной отпуск» в случае потери ею плодородия, загрязнения или отравления.

Пятый уровень – восстановление и сохранение естественных высокобонитетных почв, включающий: резервирование целинных почв; полное соблюдение охраны почв особоохраняемых территорий; исключение особоохраняемых почв

из хозиспользования и восстановление естественного состояния; соблюдение особого режима использования и охраны особоценных земель.

Меры охраны почв (земель) включают:

– определение необходимых прав и обязанностей собственников, владельцев, пользователей и арендаторов по охране и рациональному использованию земель;

– установление полномочий государственных и муниципальных органов по обеспечению охраны земель;

– установление необходимых правовых режимов для различных категорий земель, введение запретов и дозволений;

– установление мер юридической ответственности за земельные правонарушения, а также порядка изъятия земель за их ненадлежащее использование.

Права и обязанности собственников, владельцев, пользователей и арендаторов определяются как в законодательстве, так и в индивидуальных правоустанавливающих документах.

Земельный кодекс предусматривает, что собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи и арендаторы обязаны проводить мероприятия по сохранению почв и их плодородия, защищать земли от загрязнения отходами, химическими веществами, эрозии и от других форм деградации, поддерживать достигнутый уровень мелиорации, ликвидировать последствия загрязнения и захламления земель, рекультивировать нарушенные земли и обеспечивать их своевременное вовлечение в оборот, использовать земельные участки в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, использовать и сохранять плодородный слой почвы при работах, связанных с нарушением земель. Землепользователи не имеют права внедрять новые технологии, проводить мелиорацию либо осуществлять мероприятия по повышению плодородия почв, если они не соответствуют экологическим, санитарно-гигиеническим и иным требованиям.

В целях повышения плодородия почв сельскохозяйственного назначения собственники, владельцы, пользователи

и арендаторы обязаны осуществлять производство сельскохозяйственной продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также способами, исключающими или ограничивающими неблагоприятное воздействие на окружающую природную среду, соблюдать стандарты, нормы, нормативы, правила и регламенты проведения агротехнических, агрохимических, мелиоративных, фитосанитарных и противоэрозийных мероприятий.

Типовой договор аренды земель сельскохозяйственного назначения предусматривает обязанность арендаторов эффективно использовать полученные земельные участки, повышать плодородие почв, осуществлять комплексные мероприятия по рациональному использованию и охране земель.

Охрана и рациональное использование земель обеспечиваются также мероприятиями государственных и муниципальных органов. В целях охраны земель предусматривается разработка федеральных, региональных и местных программ охраны земель, включающих проведение необходимых мероприятий государственными ведомствами и организациями, местными органами самоуправления. Так, Государственная программа повышения плодородия почв предусматривает проведение государством организационных, агротехнических, мелиоративных, культуртехнических и агротехнических работ, а также защиту почв от эрозии.

В интересах оценки состояния почв, а также охраны здоровья человека и окружающей среды Правительством РФ устанавливаются нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других загрязняющих почву биологических веществ.

Источником опасного загрязнения земель являются применяемые в сельском хозяйстве пестициды и агрохимикаты. Охрана земель от их негативного воздействия обеспечивается рядом мер контроля за их производством, обращением и применением, включая стандартизацию.

Охрана и рациональное использование земель обеспечиваются мерами, направленными на распределение земель по категориям исходя из целевого назначения и установлением для каждой категории соответствующего целевому назначению режима землепользования. Для каждой категории земель характерны свои особенности правового режима, включая меры охраны. К примеру, предусматривается выделение различного рода охранных зон на землях промышленности и иного специального назначения, в пределах которых ограничиваются некоторые виды землепользования. Наиболее строгие меры охраны и обеспечения рационального землепользования установлены для земель сельскохозяйственного назначения. В интересах сохранения ценных площадей сельскохозяйственных угодий запрещено их изъятие для несельскохозяйственных нужд, за исключением некоторых случаев. В целях сохранения особо ценных продуктивных сельскохозяйственных земель органами субъектов РФ устанавливаются перечни земель, использование которых для других, т.е. несельскохозяйственных, целей не допускается (ст. 79 ЗК).

Для обеспечения охраны земель применяются финансовые рычаги. Так, в интересах повышения заинтересованности граждан и организаций в сохранении и улучшении состояния закрепленных за ними земельных участков, обеспечения их рационального использования предусматривается экономическое стимулирование охраны и использования земель в соответствии с бюджетным и налоговым законодательством. В этом случае могут применяться, положения Бюджетного кодекса РФ (ст. 78) о выделении из бюджетов грантов и материальной поддержки в случаях, предусмотренных законами, целевыми программами, решениями органов местного самоуправления.

1.1 Методологические основы охраны почв

Система знаний, объединяемых под эгидой понятия «Охрана почв», базируется на главных методологических принципах генетического почвоведения, включающих следующие концепции [5]:

– *ведущей роли живых организмов в формировании почвы как самостоятельного естественно-исторического тела природы;*

– *понятия о почве как неразрывной совокупности генетических почвенных горизонтов* (концепция почвенного профиля);

– *факторов почвообразования* – комплекса взаимосвязанных и взаимозависимых природных и антропогенных явлений, под одновременным и интегрированным воздействием которых формируются, развиваются, эволюционируют и преобразуются почвы;

– *почвообразовательного процесса* – сложного комплекса почвенных процессов, являющихся результатом взаимодействия трансформации (синтеза и разложения) и миграции (вертикальной и горизонтальной) органических и минеральных веществ;

– *историзма почвообразования, последовательных его стадий и эволюции почв;*

– *типов почв и типов почвообразования* как стадий на длинном пути развития почвообразовательного процесса;

– *современного почвенного покрова* как стадии в истории развития земной поверхности;

– *типа почв* как главной формы существования почвенных тел;

– *почвенных режимов* как главной формы динамики почвообразовательного процесса и функционирования почв;

– *почвенных зон и зональных типов почв* как основной формы организации почвенного покрова (ПП) Земли, отражающей структуру и историю эволюции земной поверх-

ности при постоянном взаимодействии геосфер (лито-, гидро-, атмо- и биосферы);

– *систематики и классификации почв* как отражения реально существующих в природе генетических и географических связей и различий между реальными почвами;

– *непрерывности почвенного покрова*, в котором нет резких границ между отдельными почвенными образованиями;

– *плодородия почвы* как её исторически формирующейся главной функции, обеспечивающей жизнь на Земле и являющейся результатом жизни;

Почвы выполняют многочисленные экосистемные и глобальные функции (таблица 1). Почва как природное тело входит в экосистемы в качестве особой подсистемы, связанной с другими подсистемами данной экосистемы и окружающих экосистем прямыми и обратными функциональными связями.

Таблица 1 – Экосистемные функции почвы по Добровольскому [5]

Физические	Химические и физико-химические	Биологические	Информационные
Жизненное пространство. Механическая опора. Аккумулятор влаги. Защитная экологическая ниша. Депо семян, эмбрионов, цист	Аккумуляция биофильных элементов, ферментов, биохимической энергии. Сорбция веществ, микроорганизмов. Деструкция и минерализация органических остатков. Ресинтез органических и минеральных веществ	Среда обитания организмов. Связующее звено биологического и геологического круговорота веществ и энергии. Биологическая продуктивность (плодородие)	Регуляция структуры экосистем. Сигнализация изменений состояния экосистем. Запись и хранение показателей и истории экосистем (почва-память)

Основными экологическими функциями почв в системе биосферы являются следующие:

1 и главная глобальная функция (ГФ) почвы – это обеспечение существования жизни на Земле. Почва – это следствие жизни и одновременно условие её существования.

2 важнейшая ГФ – это обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов (циклов) веществ на земной поверхности.

3 ГФ – регулирование химического состава атмосферы и гидросферы.

4 ГФ – регулирование биосферных процессов.

5 ГФ – аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

Нарушения глобальных функций педосферы чреваты существенными изменениями в биосферных процессах, так как состояние почвенного покрова в значительной мере определяет глобальные изменения климата, биоразнообразие и устойчивое развитие биосферы.

1.2 Методы исследований состояния почв и ПП

В мониторинговых исследованиях, связанных с решением задач по охране почв, используется широкий комплекс методов, принятых в почвоведении. Суть основных методов излагается ниже.

Профильный метод заключается в изучении почвы с поверхности на всю глубину ее толщи последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы и сопоставлении изучаемых свойств, что позволяет судить о почвенных режимах и развитии почвообразовательного процесса.

Морфологический метод – визуальное изучение почвенного профиля невооруженным глазом (*макроморфологический)* или с помощью лупы и бинокуляра *(мезоморфологический)*, или посредством микроскопов *(микроморфологический)*.

Морфологический анализ почвы является начальным этапом всех почвенных исследований. Профильный и морфологический методы разработаны В. В. Докучаевым.

Сравнительно-географический метод реализуется путем сопоставления почв и соответствующих факторов почвообразования в их историческом развитии и пространственном распространении, что позволяет делать заключения о генезисе почв и закономерностях их географии.

Методы почвенных монолитов и лизиметров основаны на принципах физического моделирования процессов на почвенных колонках (монолитах) с ненарушенным сложением и стоковых площадках. На монолитах изучают передвижение почвенных растворов, обмен ионов и т. п., а на стоковых площадках – поверхностный и внутрипочвенный сток, эрозию почв.

Метод почвенных ключей основан на детальном генетико-географическом анализе небольших репрезентативных участков – ключей и интерполяции получаемых таким путем заключений на большие территории с однотипной структурой почвенного покрова (СПП), что позволяет изучать их с экономией средств и времени.

Метод почвенно-режимных наблюдений заключается в измерении величины каких либо параметров (температуры, влажности, содержания гумуса, химических элементов и т. п.) в одной и той же почве в течение длительного времени (сезон, год, несколько лет) через заданные промежутки. Этот метод является основным при любом мониторинге, в том числе – биосферном.

Балансовый метод, как и предыдущий, служит для изучения кинетики почвообразования. Он основан на учете изменения запаса какого-то вещества (воды, соли, гумуса и т. п.) или энергии в единице объёма почвы за определённый период времени.

Полевые исследования почв осуществляются *экспедиционными и стационарными методами*. Сюда относятся реко-

гносцировочные маршруты, картографирование почвенного покрова в заданном масштабе, многолетние режимные наблюдения на специальных стационарах в заповедниках и опытных станциях, многофакторные полевые эксперименты по изучению плодородия и мелиорации с использованием лизиметров и стоковых площадок.

Перспективны, но пока мало используются *аэрокосмические методы* (инструментальное и визуальное изучение фотографий земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра с разной высоты, а также прямое исследование с самолетов и космических аппаратов спектральной отражательной или поглотительной способности почвы). Эти методы позволяют исследовать не только географию почв, но и динамику величин ряда важных параметров – влажности, плотности, содержания солей и гумуса.

Метод почвенных вытяжек (водных, солевых, кислотных, щелочных, спиртовых и др.) основан на гипотезе об экстракции из почвы при контролируемых условиях взаимодействия какого-то определенного соединения (или их группы). Метод особенно широко используется при изучении миграции химических элементов и солей.

Весь современный набор *аналитических методов – физических, физико-химических, химических и биологических* – довольно широко используется в почвоведении для определения вещественного состава почв. Эти методы, а также микроморфологический, физического и математического моделирования почвенных процессов, инструментальная обработка фактических материалов и данных исследований применяются в лабораторных условиях.

Радиоизотопные методы применяются для изучения процессов миграции тех или иных элементов и их соединений в почвах и экосистемах с использованием меченых атомов (радиоактивных изотопов).

При выборе аналитических методов исследования по проблеме охраны почв руководствуются действующими ГОСТами.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные методологические принципы охраны почв?
2. Перечислить основные экологические функции почв.
3. К чему приводят нарушения глобальных функций педосферы?
4. В чем состоит связь методов исследования по охране почв и методов почвоведения в целом?

2 ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Под земельными ресурсами следует понимать не только территорию (пространство) государства, но и все что находится «над» и «под» этим пространством. Обеспеченность страны земельными ресурсами – важнейший экономический и политический фактор развития общественного производства. Наличие земельных ресурсов дает широкий простор для экономического развития регионов мира.

2.1 Земельный фонд мира

Земельные ресурсы – земная поверхность, пригодная для проживания человека и для любых видов хозяйственной деятельности.

Земельные ресурсы характеризуются величиной территории и ее качеством: рельефом, почвенным покровом и комплексом других природных условий.

Крупнейшими странами мира по площади территории (млн км^2) являются [4]:

Россия – 17,1; Канада – 10,0; Китай – 9,6; США – 9,4; Бразилия – 8,5.

При исследовании проблемы эффективного использования земельных ресурсов необходимо выделять понятие *эффективной территории. Эффективная территория – это территория страны, пригодная для хозяйственного освоения.*

И по этому показателю картина несколько иная, крупнейшие страны мира по площади эффективной территории (млн км^2): Бразилия – 8,1; США – 7,9; Австралия – 7,7; Китай – 6,0; Россия – 5,5.

Обеспеченность человечества земельными ресурсами определяется мировым земельным фондом, который составляет 13,4 млрд га. Из отдельных крупных регионов наибольшим земельным фондом обладают Африка (30 млн км^2) и Азия

(27,7 млн км^2), а самым маленьким – Европа (5,1 млн км^2) и Австралия с Океанией (8,5 млн км^2).

На каждого жителя малонаселенной Австралии приходится 37 га земли (максимальный показатель), а на жителя Азии – только 1,1 га, приблизительно столько же и в Европе.

Структура земельного фонда показывает, каким образом используются земельные ресурсы. В ней выделяются:

– *сельскохозяйственные земли* (обрабатываемые – пашня, сады, засеянные и естественные луга и пастбища), лесные земли, земли, занятые населенными пунктами, промышленностью и транспортом, малопродуктивные и непродуктивные земли.

Структура земельного фонда Мира [4] ФАО 1981: обрабатываемые земли (сады, пашня) – 11 %, пастбища и сенокосы – 23 %, леса и кустарники – 30 %, земли населенных пунктов, промышленности, транспорта – 3 %, малопродуктивные земли (пустыни, болота, ледники) – 33 %.

Наиболее ценные обрабатываемые земли занимают всего *11 % мирового земельного фонда.* Такой же показатель характерен для СНГ, Африки, Северной Америки. Для зарубежной Европы этот показатель более высок (29 %), а для Австралии и Южной Америки – менее высок (5 и 7 %).

Таблица 2 – Структура земельных ресурсов мира (по регионам)

Регион	Доля от мирового значения, %	
	Земельный фонд	Пашня
Европа	8	27
Азия	33	32
Африка	23	15
Северная Америка	17	15
Всего	80	89

Страны мира с наибольшими размерами обрабатываемых земель – США, Индия, Россия, Китай, Канада. Обрабатываемые земли сосредоточены в основном в лесных, лесостепных и

степных природных зонах. Естественные луга и пастбища преобладают над обрабатываемыми землями везде (в Австралии более чем в 10 раз), кроме зарубежной Европы (таблица 2). Во всем мире в среднем 23 % земли используется под пастбища.

Структура земельного фонда планеты постоянно изменяется под влиянием двух противоположных процессов.

Один – борьба человечества за расширение земель, пригодных для обитания и сельскохозяйственного использования (освоение залежных земель, мелиорация, осушение, орошение, освоение прибрежных участков морей);

Другой – ухудшение земель, изъятие их из сельскохозяйственного оборота в результате эрозии, опустынивания, промышленной и транспортной застройки, открытой разработки полезных ископаемых, заболачивания, засоления.

Второй процесс идет более быстрыми темпами.

Поэтому главная проблема мирового земельного фонда – деградация сельскохозяйственных земель, в результате которой происходит заметное сокращение обрабатываемых земель, приходящихся на душу населения, а «нагрузка» на них все время возрастает.

Страны с наименьшей обеспеченностью пашней на душу населения – Китай (0,09 га), Египет (0,05 га).

Земельные ресурсы мира сокращаются. Во многих странах из-за недостатка пахотных площадей ощущается нехватка продуктов питания. На сегодняшний день всё острее ощущается глобальная продовольственная проблема. Со времени ее возникновения ведутся дискуссии о путях ее решения. Многие видят выход в дальнейшем расширении пахотных, пастбищных и рыбопромысловых угодий.

Обрабатываемые земли (пашня, сады и плантации) в наши дни занимают 1340 млн га или всего 11 % территории обитаемой суши. Соответствующие показатели для лугов и пастбищ – 3400 млн га и 23 %. Получается, что люди использовали

не все возможные резервы расширения полеводческих и животноводческих культурных ландшафтов.

Однако можно встретить немало оценок, свидетельствующих о том, что сами природные факторы довольно сильно ограничивают возможности такого расширения.

2.1.1 Перспективы освоения новых земель

По некоторым оценкам, предельная площадь экономически выгодных для эксплуатации земель составляет 1,5 млрд га.

Это означает, что весь доступный фонд пахотнопригодных земель человечество фактически уже использовало (таблица 3).

Большинство отечественных географов сходятся на том, что реальный мировой резерв пахотнопригодных земель составляет около 1 млрд га.

Таблица 3 – Природные факторы, ограничивающие развитие сельскохозяйственного производства (в мире)

Вид ограничения, препятствующий распашке земель	Доля от мирового значения	
	Земельный фонд	Пашня
Ледниковое покрытие	1 490	10
Низкие температуры	2 235	15
Сухость климата	2 533	17
Крутизна склонов	2 682	18
Свойства почв:		
маломощность	3411	9
бедность питательными веществами	795	5
переувлажненность	596	4
Всего	11 672	78

Однако лишь относительно малую часть резервных площадей можно ввести в хозяйственный оборот при сравнительно небольших затратах. Культивация же остальных резервных земель, неудобных по рельефу или положению, засушливых, заболоченных или засоленных и т. д., может быть осуществлена только при очень больших капиталовложениях. К тому же надо учитывать и то, что часть вновь осваиваемых земель должна будет компенсировать те потери земельного фонда планеты, которые связаны с его деградацией вследствие развития опустынивания, эрозии, расширения несельскохозяйственных территорий.

Резервы в освоении новых земель между регионами мира распределяются следующим образом (таблица 4).

Таблица 4 – Освоенные и резервные земельные ресурсов мира по регионам

Регион	Пахотно-пригодные земли, млн га	Освоенные в земледелии, млн га	Степень освоенности, %	Резервы для освоения, млн га	Доля в мировом резерве, %
Европа	160	140	88	20	2
Азия	600	460	77	140	14
Африка	430	185	43	245	25
Северная Америка	380	275	72	105	11
Южная Америка	410	140	34	270	27
Австралия	130	50	38	80	8
Весь мир	2 470	1 480	60	990	100

Таблица 4 показывает, что основные площади резервных для освоения земель находятся в Южной Америке и в Африке.

В Южной Америке пока освоена только 1/3 пахотнопригодных земель, а довести эту долю можно до 2/3, в первую очередь благодаря Бразилии.

В Африке степень освоенности может быть увеличена с 43 до 57 %. Ресурсы свободных земель в *зарубежной Азии* значительно меньше. Меньше всего резервных для освоения земель сохранилось в Европе.

В наши дни на одного жителя Земли приходится в среднем 0,20 га пахотных земель, а к 2050 г. этот удельный показатель может снизиться до 0,07 га.

Основные перспективы решения глобальной продовольственной проблемы должны быть связаны не столько с экстенсивным, сколько с интенсивным путем увеличения производства продуктов питания.

2.3 Земельные ресурсы России

Россия относится к числу стран с высокой землеобеспеченностью: как самое большое по площади государство мира (17,1 млн кв^2) со слабым заселением (8,7 чел./кв^2) она по обеспеченности землёй – более 10 га/чел. – уступает лишь самым слабозаселённым странам – Австралии и Канаде. Она располагает самым крупным в мире массивом продуктивных земель. В их числе лесные земли, третьим по величине массивом пахотных и кормовых угодий.

Эти земли размещаются по территории России неравномерно (таблица 5). Сельскохозяйственные земли – это лучшие по качеству земли страны. Среди них наиболее ценны обрабатываемые пахотные земли, величина которых составляет около 120 млн га. К наиболее продуктивным землям с устойчивым тепловым и водным обеспечением относится ¼ пахотных земель, расположенных в чернозёмных степях Европейской части России.

Остальные земли, расположенные в лесных и сухостепных районах страны, имеют недостаточно питательных веществ в почве или недостаточное обеспечение тепла и влаги. Они относятся к средне- и малопродуктивным и нуждаются в мелиорации. Многие из них утратили природные запасы гумуса.

Таблица 5 – Структура земельного Фонда России [4]

Категория земель	Доля, %
Земельный фонд России	100,0
Земли сельского хозяйства	38,1
Земли лесного хозяйства	51,4
Земли промышленности, городов, транспорта, связи, обороны, т. е. земли под застройкой	1,2
Земли заповедников и национальных парков	1,2
Земли водного хозяйства	1,0
Земли государственного резерва	6,9

Главная экологическая проблема пахотных земель России состоит в их нарушенности водной и ветровой эрозией, которой были подвержены издавна более половины их площадей, особенно сильной в степных районах страны. Противоэрозионные меры несколько ослабляют разрушение земель от смыва и выдувания почв, но не ликвидируют их полностью. Многие земли России нуждаются в проведении мер по снижению их кислотности и засоленности, в орошении и осушении; необходимо повысить внесение удобрений в почвы, которое за годы экономического кризиса сильно упало. В районах с малой долей лесных территорий нужна посадка полезащитных лесонасаждений.

Земли под застройкой хотя и занимают сравнительно немного площади, но это наиболее нарушенные земли, лишённые естественного растительного покрова. В прошлом, когда земля считалась общегосударственной собственностью и не имела рыночной стоимости, она щедро выделялась под застройку.

Расход земли на одного городского жителя страны превышает норму почти в 2 раза – 600–700 м^2, вместо 350–400 м^2.

Около 1 млн га земли нарушено горными выработками, а рекультивируется менее 100 тыс. га в год. Большие потери зе-

мель идут при развитии нефтедобычи, где нормы отведения превышаются в 2–3 раза.

Поэтому требуется ограничение размеров земель в непродуктивном использовании.

Земли природоохранного и социального назначения. В структуре землепользования всё больше выделяется группа угодий, имеющих внехозяйственное назначение. Они могут входить в состав сельскохозяйственных, лесохозяйственных, городских земель, но используются для социальных целей;

Например, для организации отдыха, туризма, оздоровления людей, любительских промыслов, для охраны природных объектов, диких животных или растений, для охраны обрабатываемых земель и водоёмов.

В настоящее время выделяется несколько категорий таких земель.

– *леса* (природоохранные, резервные, промысловые, поле- и почвозащитные),

– *уникальные природные объекты* и памятники природы;

– *земли курортов***,** зон отдыха, парки и сады.

– *заказники и заповедники.*

В сумме эти земли занимают достаточно большую территорию. Но основную их площадь составляют природоохранные и резервные леса на севере и северо-востоке страны, в слабозаселенных районах.

Рациональное использование земель это не только ресурсо-хозяйственная, но и экологическая проблема.

2.4 Общие сведения о земельном фонде Краснодарского края

Краснодарский край является крупным сельскохозяйственным регионом Российской Федерации.

По состоянию на 1 января 2013 г. [3]:

– общая площадь края 7548,5 тыс. га;

– земли с.–х. назначения 4751,9 тыс. га (63 % от площади края);

– земли лесного фонда – 1212,1 тыс. га;

– земли особо охраняемых территорий (Кавказский биосферный заповедник и Сочинский национальный парк) – 378,5 тыс. га;

– земли, населенных пунктов 592,3 тыс. га;

– земли запаса (в основном, плавневые территории края) 146,2 тыс. га;

– земли, занятые промышленными и транспортными предприятиями, объектами связи, радиовещания, информатики, космического обеспечения, энергетики, обороны и иного назначения 139,3 тыс. га.

В составе земель сельскохозяйственного назначения наибольшие площади отведены под сельскохозяйственные угодья. Они размещены на площади 4712,8 тыс. га, что составляет 99,2 % от всех земель категории, из них пашня занимает 3990,2 тыс. га, или 84,7 %. Почти все площади многолетних насаждений (сады, орехоплодные, виноградники, чайные и др.) также находятся в составе земель сельскохозяйственного назначения.

Распаханность земель, используемых в сельском хозяйстве, превышает 52 % общей площади и 85 % площади сельскохозяйственных угодий, что характеризует высокий уровень их использования. Распаханность территории в крае превышает экологически допустимые пределы:

– в степной зоне доля пашни не должна превышать 65–80 %;

– в предгорной 30–40 %.

За последние годы площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась. Только за период с 2005 по 2007 гг. она уменьшилась на 10 тыс. га (с 4764 до 4754 тыс. га), за последующие три года (2007–2010 гг.) уменьшение составило 3 тыс. га. Изменения произошли, в основном, за счет передачи их в состав земель населенных пунктов.

Анализ структуры сельскохозяйственных угодий за период с 1961 по 1985 г. показывает, что в это время она была довольно стабильна и особых изменений не претерпевала.

В начале 90-х гг., в связи с социально-экономическими преобразованиями в стране начались и земельные преобразования. Так, площадь с.–х. угодий с 1991 по 2007 г. уменьшилась с 4547,5 тыс. га до 4255,2 тыс. га, т. е. на 292,3 тыс. га или на 6,4 %, при этом площадь пашни сократилась с 3930,3 тыс. га до 3761,0 тыс. га, т. е. на 169,3 тыс. га или на 4,3 %, в настоящее время тенденция изменилась, отмечается рост площади сельхозугодий до 4712,8 тыс. га, в том числе пашни до 3990,2 тыс. га.

2.5 Тенденции изменения состояния почвенного покрова

Почвенный покров – важнейшее природное образование. Его роль в жизни общества определяется тем, что почва представляет собой источник продовольствия, обеспечивающий 95–97 % продовольственных ресурсов для населения планеты. Особенное свойство почвенного покрова – его плодородие, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур. Естественное плодородие почвы связано с запасом питательных веществ в ней и ее водным, воздушным и тепловыми режимами. Почва обеспечивает потребность растений в водном и азотном питании, являясь важнейшим агентом их фотосинтезирующей деятельности. Почвенный покров принадлежит к саморегулирующейся биологической системе, являющейся важнейшей частью биосферы в целом.

Почвенный покров земельного фонда России очень разнообразен:

– он включает 180 типов почв, объединяющих 600 подтипов и несколько десятков тысяч видов и разновидностей (По классификации почв, 1977 [8]);

– список почв Краснодарского края состоит из 19 000 наименований.

Наибольшую ценность для сельского хозяйства России представляют черноземы, каштановые, серые и бурые лесные почвы, на которых сосредоточено около 70 % территории и почти 80 % пашни.

Фонд черноземных почв России занимает около 120 млн га, что составляет лишь около 7 % общей площади. Однако на ней размещаются более половины всех пахотных земель, которые производят около 80 % всей земледельческой продукции.

Негативные процессы, влияющие на плодородие почв РФ по степени важности (вредоносности) по данным А. Н. Каштанова [4]:

– эрозия (70 млн га);

– повышенная кислотность (73 млн га);

– засолены (40 млн га);

– переувлажнены и заболочены (26 млн га);

– каменистые (12 млн га);

– загрязнены радионуклидами (5 млн га);

– подвержены опустыниванию (1 млн га).

Площадь эрозионно опасных и подверженных эрозии сельскохозяйственных угодий составляет 124 млн га (56 %), из них на долю пахотных земель приходится 87,3 млн га.

Рассматривая проблему качества почв, следует отметить, что на больших площадях продуктивность почв снижается из-за:

а) *уменьшения содержания гумуса*. Только за последние 35 лет запасы гумуса сократились на 25–30 %, а ежегодные потери в целом по РФ составляют 81,4 млн т.

По данным агрохимического обследования, в России 16,5 млн га пахотных земель характеризуется очень низким содержанием гумуса:

б) *неудовлетворительного состояния мелиорированных и орошаемых земель;*

в) использования во всевозрастающих объемах *переувлажнённых и заболоченных земель под пашню, что приводит к снижению урожайности*;

г) опустынивания земель.

В скором времени Россия может ощутить дефицит не только чистой воды, но и земельных ресурсов. Крайне неудовлетворительно ведутся работы по восстановлению земель, нарушенных горными работами, геологоразведкой и т. п. Проведение таких работ осложнено кризисным финансовым положением горнодобывающих предприятий, их неплатежеспособностью, а в ряде случаев распадом и ликвидацией.

По расчетам (сказано выше), Россия находится на пятом месте среди стран, обладающих эффективной территорией.

При этом, чрезвычайно важна оценка площадей, пригодных для устойчивого, а не рискованного земледелия.

Практически все сельскохозяйственные угодья России расположены в районах рискованного земледелия, и большие территории находятся в зоне многолетней мерзлоты.

Если сравнивать, например, Россию с Канадой, которая тоже расположена в северном регионе, то надо иметь в виду, что все северные города и большинство сельскохозяйственных угодий Канады расположены на одних широтах с Киевом и Курском. Вегетационный период в России на 100 дней короче, чем во Франции, Италии и Австрии.

Россия самая холодная страна на планете, и для того, чтобы поддерживать такой же уровень жизни, как в упомянутых странах, нам нужны, в частности, разные затраты энергии. В России они должны быть больше в 2–3 раза, чем в Западной Европе.

Для сравнения. Чтобы обеспечить среднепланетарный уровень жизни, Россия должна производить 18,9 т условного топлива на человека в год. В то же время энергонасыщенная Япония потребляет не более 3 т.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое земельные ресурсы страны (территории)?
2. В чем состоит различие понятий *земельные ресурсы* и *эффективная территория?*
3. Какие природные факторы, ограничивают развитие сельскохозяйственного производства?
4. В чем состоит главная экологическая проблема пахотных земель России?
5. Каковы тенденции изменения почвенного покрова

– в мире;

– России;

– Краснодарском крае.

3 ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

3.1 Типы и виды деградационных процессов

Деградация почв, начиная со времен ранних земледельческих цивилизаций, является непреднамеренным последствием земледелия и выражается в неблагоприятном изменении свойств почв, по сравнению с их оптимальным состоянием, необходимым для обеспечения населения продукцией растениеводства.

Понятие «деградация почв» в настоящее время имеет разные определения, общим для которых является включение процессов количественного и качественного ухудшения состава и свойств почв с позиций получения первичной продукции [4].

Собственно почвенное определение деградации почв было дано М. И. Герасимовой с сотрудниками [4].

Деградация почв, как правило, способствует *увеличению затрат различного рода ресурсов (энергетических, сырьевых, информационных и пр.*) для достижения ранее получаемого количества и качества продукции *и/или увеличению ограничений на дальнейшую деятельность человека***.**

То же определение может быть применено и к понятию «деградации ПП» и к «деградации земель», но речь будет идти не об элементарном почвенном ареале (ЭПА), а о почвенной комбинации [17]. Такое определение сути процесса деградации наиболее часто встречается в литературе. В то же время остается неясным определение самого начала деградации почв.

Возможны 2 сценария развития процессов деградации:

– уже сама распашка целинных почв вызывает развитие процессов деградации, которые выражаются в изменении свойств почв, по сравнению с их вариантами в естественных экосистемах;

– деградация почв начинается после некоторого использования земель в агрокультуре без существенного па-

дения плодородия, когда деструктивные процессы слабо заметны в связи с высоким уровнем агротехники или, чаще всего, в связи с высоким уровнем естественного плодородия почв.

Этот период можно назвать *скрытой деградацией*, под которой понимаем любое изменение свойств почв, связанное с распашкой и отчуждением биопродукции в виде урожая, по сравнению со свойствами почв естественных экосистем при стабильном состоянии факторов почвообразования. Таким образом, процессы деградации являются составной частью *антропогенной эволюции* почв и фиксируются в большинстве случаев как *определенные изменения свойств почв, связанных с земледелием как типом хозяйствования*.

Изучение деградации почв (ДП) и их картографирование обусловлены возросшими антропогенными нагрузками на почвы, общественным интересом к состоянию окружающей среды и пониманием роли почвенного покрова в обеспечении экологической безопасности территории.

Анализ литературных материалов выявил определенные различия в понимании ДП, которые можно суммировать как три варианта определения, под следующими условными названиями.

А. Констатационное: *«ДП – ухудшение свойств почв (преимущественно антропогенное), по сравнению с предшествующим или идеальным состоянием почвы»* [24]. Определение в целом справедливо и объективно, но носит слишком общий характер хотя бы потому, что очень трудно определить объект сравнения для деградированной почвы**.** В картографическом плане оно должно основываться на нескольких картах по отдельным свойствам почв, которые в целях сопоставимости должны быть экспертно оценены в баллах.

Б. Продукционное: *оценивающее ДП через производительность почв, т. е. плодородие, в том числе урожайность* (Толковый словарь, 1975; Guidelines…, 1995 [23]). Имеет ряд серьезных преимуществ – независимость определения от вида

ДП, универсальность, сравнимость по пространственным и временным параметрам, относительная простота картографического представления, привлекательность для пользователей. Подобный «продукционный» подход был принят на последних этапах разработки программы GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation), сменив принцип оценок по глубине изменений отдельных свойств.

Существенный недостаток «продукционного» определения заключается в том, что оно является косвенным по отношению к почве, зависит от вида продукции и имеет сильную социально-экономическую обусловленность.

Почвенно-экологическое (по Герасимовой): *«ДП – изменение в функционировании почвенной системы, и/или в составе и строении твердой фазы, и / или регуляторной функции почв, имеющее результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека, а также снижение природно-хозяйственной значимости земель».*

Преимущество такого определения – *прямая оценка изменений самого почвенного тела и его функций; дополнительным элементом определения предполагается тренд изменений природно-хозяйственной значимости земель, под которой понимается качество земель, лимитирующее характер и эффективность их хозяйственного использования, участие почвенного покрова в обеспечении функционирования экосистем (в том числе и агроэкосистем) и существования природных ландшафтов.*

Выделяются следующие наиболее существенные *типы деградации почв* и земель с учетом их природы, реальной встречаемости и природно-хозяйственной значимости последствий.

3.1.1 Технологическая (эксплуатационная) деградация

Технологическая (эксплуатационная) деградация – это ухудшение свойств почв в результате избыточных техноло-

гических нагрузок при всех видах землепользования, разрушающих почвенный покров, ухудшающих его физическое состояние и агрономические характеристики почв, приводящих к потере природно-хозяйственной значимости земель. Данный тип деградации подразделяется на 3 вида:

А. Нарушение земель, представляющее собой механическое разрушение почвенного покрова, обусловленное производственной деятельностью человека. К нарушенным относятся все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия (рисунок 1), т. е. земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную ценность (ГОСТ 17.5.1.01–83) [21].

Рисунок 1 – Нарушенные земли

Б. Физическая (земледельческая) деградация почв – это нарушение сложения почв, ухудшение комплекса их физических свойств, приводящие к ухудшению водно-воздушного и

других режимов, физических условий существования почвенной биоты и растений в том числе.

Физическая деградация обусловлена низкой культурой земледелия, нарушениями или просчетами в эксплуатации мелиоративных систем и др. Последствия физической деградации проявляются в виде снижения почвенного плодородия, вследствие избыточного облегчения или утяжеления гранулометрического состава, слитизации, неблагоприятного перераспределения поверхностных вод, локального вымокания и физической засухи. Физическая деградация в большинстве случаев является первопричиной усиления эрозионных процессов.

Сюда относятся прежде всего *механические нарушения*, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, что может быть вызвано различными формами антропогенных воздействий, относящихся к сфере или промышленной (I) или сельскохозяйственной (II) деятельности.

К промышленным (I) формам нарушений относятся следующие:

– индустриально-мусорно-отвальные;

– торфяно-карьерные, просадочно-карьерно-отвальные и другие, связанные с добычей полезных ископаемых;

– разрушения почв при строительстве дорог, газо- и нефтепроводов.

Сельскохозяйственные нарушения.

Наиболее существенные нарушения обусловлены распашкой и выпасом скота.

При распашке происходят изменения микрорельефа поверхности, плотности сложения горизонтов почвы, резкое увеличение эрозионной опасности и т. д.

Выпас вызывает формирование пространственной неоднородности ПП, изменение биопродуктивности фитоце-

нозов, ухудшение физических и химических свойств почв, снижение их противоэрозионной устойчивости.

В итоге физическая ДП выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств (уменьшение пористости, водопроницаемости, воздухоёмкости и пр.).

Крайней степенью физической деградации является полное уничтожение почвы как природного тела вплоть до состояния горной породы. В этом случае ландшафт превращается в абиотическую пустыню.

В. Химическая деградация (Агроистощение земель) представляет собой потерю почвенного плодородия в результате обеднения почв элементами минерального питания, неблагоприятных изменений почвенного поглощающего комплекса, реакции среды, обеднения минералогического состава, уменьшения содержания и ухудшения качества органического вещества, развития неблагоприятного комплекса почвенной биоты. Она обусловлена, нарушением системы земледелия при возделывании культур в сельскохозяйственном производстве и сопровождается физической деградацией почв**.**

Химическая деградация может быть вызвана как сельскохозяйственным влиянием, так и промышленными производствами, транспортом, поселениями человека. Последствия могут быть различные.

Потери гумуса характерны для пахотных почв. При хорошо организованном земледелии возможно и накопление в почве гумуса, но это наблюдается редко.

Накопление нежелательных балластных веществ происходит при химических мелиорациях и внесении удобрений.

В таблице 6 приведены площади почв мира, подверженные различным типам и степени деградации.

Таблица 6 – Площадь и степень деградации почв
(Global Assessment of Soil Degradation, 1991) [4]

Типы и степень деградации	Площадь	
	млн га	%
Тип деградации		
Смыв и разрушение водной эрозией	1093,7	55,6
Развевание и разрушение ветровой эрозией	548,3	27,9
Химическая деградация	239,1	12,2
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадка)	83,3	4,2
Всего	1964,4	100
Степень деградации		
Слабая	749,0	38,1
Умеренная	910,5	46,4
Сильная	295,7	15,1
Очень сильная	9,3	0,5

Химические негативные процессы, обусловленные сельскохозяйственными воздействиями, легче преодолеть, нежели техногенные – нефте- и газодобыча, металлургическая промышленность. Из данных таблицы видно, что на суше Земли из деградационных процессов наиболее широко представлены эрозия и дефляция. Преобладает умеренная деградация, немного ей уступает слабая.

3.1.2 Эрозия

Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала.

Влияние водно-эрозионных и дефляционных процессов на плодородие почв проявляется не сразу. Вначале эти процессы сопровождаются почти незаметной потерей питательных веществ, повреждением сельскохозяйственных растений, выносом и гибелью семян. При более сильном развитии эрозии к поверхности почвы приближаются и вовлекаются в пахотный горизонт

менее плодородные, обычно имеющие менее благоприятные водно-физические свойства нижележащие почвенные горизонты. В крайних случаях эрозионные процессы приводят к формированию останцевого рельефа полностью разрушенных («дурных») земель. Эрозия может быть *водная и ветровая*.

Водная эрозия – разрушение почвенного покрова под действием поверхностных водных потоков, проявляется в плоскостной и линейной форме.

Плоскостная водная эрозия проявляется смытостью поверхностных горизонтов (слоев) почв.

Линейная (овражная) эрозия (рисунок 2) представляет собой размыв почв и подстилающих пород и формирование различного рода промоин и оврагов.

Рисунок 2 – Проявление линейной эрозии

Эрозионные процессы существенно изменяют физико-химические, водно-физические, агрохимические, минералогические и другие свойства почв.

Под ветровой эрозией понимается захват и перенос частиц поверхностных слоев почв ветровыми потоками, приводящие к разрушению почвенного покрова. Ветровая дефляция особенно распространена на тех площадях, где деятельность человека привела к нарушению природного равновесия (рисунок 3), и может быть гибельна для сельского хозяйства, приводя к нарушению водоудерживающих и инфильтрационных свойств почвы.

Рисунок 3 – Защитная лесополоса, как метод борьбы с дефляцией

На других площадях переотложенный материал иногда может полностью накрывать почву и растительность, что обусловливает формирование сложных почвенных профилей.

Поля теряют несколько тонн почвы с 1 га во время одной бури, а в исключительных случаях уносятся целые пахотные слои. Установлено, что при выдувании слоя в 2,5 см с 1 га площади выносится: азота – 450–980 кг, фосфора – 100–190 кг, калия – до 3,5 т и органического вещества – до 15 т.

3.1.3 Засоление

Деградация почв в результате засоления *в широком смысле представляет собой процесс избыточного накопления водорастворимых солей, включая накопление в почвенном поглощающем комплексе ионов натрия и магния*.

Собственно засоление (рисунок 4) представляет собой избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение реакции среды вследствие изменения их катионно-анионного состава.

Рисунок 4 – Проявление засоления на поверхности почвы

3.1.4 Осолонцевание

Осолнцевание – это приобретение почвой специфических морфологических и других свойств, обусловленное вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс, что рассматривается как самостоятельный процесс неблагоприятных изменений почв (рисунок 5) засоленного ряда.

Рисунок 5 – Осолонцевание почвы

3.1.5 Гидрометаморфизм

Гидрометаморфизм – изменение всех фаз почвы, в первую очередь твердой, под действием избыточного увлажнения.

Рисунок 6 – Подтопление на поле (верховодка)

3.1.6 Заболачивание

Под заболачиванием понимается изменение водного режима, выражающееся в увеличении периодов длительного переувлажнения, подтопления и затопления почв.

Рисунок 7 – Длительное подтопление почвенного покрова

Для характеристики деградации почв (или ЭПА) необходимо использовать ещё и следующие понятия:

– *«степень деградации почв**ы»*** – сравнительный уровень выраженности деградации почвы в целом к фиксированному моменту времени;

– *«скорость деградации почвы»* – быстрота изменения степени деградации;

– *«виды деградации почвы (3 вида)»* – группа процессов ухудшения свойств и качества почвы, имеющие одинаковые общие механизмы осуществления и спектр результатов воздействия.

Следует отметить, что в современном почвоведении понятие «деградация почв и / или ПП» расценивается с сугубо *антропоцентрических позиций*, т. е. с позиций благополучия

человека и окружающей его природной среды. *Это важный методологический аспект*, поскольку для почв как сложных биокосных систем их деградация в приведенном выше понимании отнюдь не всегда является деградацией *с точки зрения общей теории систем, т. е. потери элементов и упрощении структуры этой системы вплоть до исчезновения самой системы*.

В области агроэкологической экспертизы системное понятие деградации отвечает понятию деградации почв в случае эрозии, дефляции, дегумификации, но не вполне соотносится с ним в случае, например, формирования солонцеватости чернозема при орошении. Анализ реальных ситуаций показывает, что деградация почв и ПП развивается вслед за потерей ими устойчивости при неадекватном применении способов воздействия, т. е. без учета условий формирования почв. Однако если рассматривать негативные почвенные процессы как деструктивные, связанные с естественным развитием ландшафта или с резким изменением параметров среды, то необходимо выявлять границы устойчивости геосистемы, чтобы не допускать их разрушения

Проблема «порога устойчивости», за пределами которого почва теряет способность самовосстанавливаться и ускоренно разрушается, достаточно актуальна в случае агроэкологической экспертизы земель. Для решения этой проблемы следует выявлять не только степень и скорость деградации, но и число её видов, совмещенных в пределах одного почвенного ареала.

3.2 Факторы и механизм деградации почв

Причины деградации почв разнообразны и представления о них в науке нельзя считать устоявшимися. Как правило, наибольшее внимание привлекают *деградационные* явления, *вызываемые хозяйственной деятельностью человека*. Изменения, происходящие при этом, носят в основном локальный

или региональный характер, территориально ограниченный типом хозяйствования.

Негативные почвенные процессы, связанные с *естественными изменениями факторов почвообразования*, принято относить к категории *эволюционных.*

Вместе с тем известно, что антропогенные воздействия на природу Земли приводят к изменениям самих факторов почвообразования (например, глобальные изменения климата, трансформация состава поверхностных пород и рельефа), в связи с чем возникает и развивается «*антропогенная эволюция»*.

Основным фактором деградации почв и ПП является применение неадекватных воздействий, выводящих экогеосистему из устойчивого (равновесного) состояния.

Следовательно*: основным правилом защиты (охраны) почв при их использовании должно быть следующее – не применять мероприятий, выводящих почвенную систему из устойчивого состояния***.**

Процессы и явления, снижающие плодородие почв, ухудшающие условия сельскохозяйственного использования земель, увеличивающие опасность разрушения ПП, относятся к деградационным. Они развиваются после нарушения *«порога устойчивости»* системы.

Выделяют *три группы процессов*:

I – *природные процессы,* проявление которых не может быть предотвращено человеком (землетрясение, извержение вулканов, различные склоновые процессы и т. д.);

II – *природно-антропогенные процессы*, интенсив-ность которых в той или иной степени определяется антропогенными факторами (эрозия, пересушка торфяников, вторичное засоление и т. д.);

III – *собственно антропогенные процессы* (загрязнение почв токсичными веществами, дегумификация пахотных почв, разрушение ПП при геологоразведочных работах и экс-

плуатации месторождений полезных ископаемых и многое другое).

Деградация почв и ПП преимущественно идет при совместном воздействии природных и антропогенных факторов. Антропогенное влияние, как правило, способствует активизации природных негативных процессов. Разграничить влияние природных и антропогенных факторов деградации часто бывает сложно.

3.3 Устойчивость почв к деградации

Различают устойчивость потенциальную и фактическую.

Потенциальная устойчивость к деградации определяется составом и свойствами почв, а также наличием или отсутствием факторов, защищающих их от развития негативных процессов.

Фактическая устойчивость зависит от чередующихся циклов состояния почвенной системы разной продолжительности: чередования культур в севообороте, изменения режима влажности по сезонам и т. д.

«Обратимость деградации почв» – это реальная возможность восстановления свойств почв, измененных или утраченных в процессе деградации. По мнению разных авторов, обратимость в первую очередь зависит от вида и степени деградации почв. Так, устранить:

– подкисление почвенной среды, обеднение доступными для растений элементами питания можно относительно быстро и без больших затрат;

– эрозия, дефляция, дегумификация, слитизация требуют дорогостоящих мероприятий в течение длительного времени.

– при высокой степени деградации почв восстановить их нормальное функционирование и свойственное им плодородие в обозримые сроки становится невозможным.

В международной практике принято характеризовать деградацию почв и земель следующими пятью степенями [4].

0 – недеградированные (ненарушенные);

1 – слабодеградированные;

2 – среднедеградированные;

3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

Определение степени деградации производится в соответствии с таблицей индикаторных показателей, включающих около 30 параметров физического и химического состояния почв. Вычисленные в баллах и последующих коэффициентах показатели степени деградации позволяют оценить величину ущерба и произвести экономические расчеты.

3.4 Характеристика негативных процессов в почвах края

Почвенный покров края подвергается воздействию негативных природных и антропогенных факторов, причем роль последних значительно возрастает и становится сравнимой по значимости с почвообразующими факторами.

В настоящее время фактическое состояние ведения сельского хозяйства характеризуется преимущественно интенсивным развитием. Пахотные земли края в течение длительного времени эксплуатировались с интенсивным применением ядохимикатов, минеральных удобрений, использованием мощной разрушающей структуру почв техники, несоблюдением севооборотов, в связи с чем, почвы катастрофически быстро теряют свои уникальные свойства. О деградации почв в первую очередь свидетельствуют данные почвенных обследований, выполненные институтом КубаньНИИгипрозем в определенный период с учетом их системной повторяемости (таблица 7).

Таблица 7 – Площади почв, подверженных действию негативных процессов в Краснодарском крае [3]

Негативный процесс	Площадь	
	тыс. га	%
Дефляционоопасные земли (всего)	3441,5	45,6
Дефлированные земли (всего)	1190,1	15,8
из них: слабодефлированные	1157,0	15,3
среднедефлированные	31,4	0,4
сильнодефлированные	1,7	0,1
Всего смытых земель	1174,3	15,6
из них: слабосмытых	909,3	12,1
среднесмытых	158,9	2,1
сильносмытых	106,1	1,4
Всего переувлажненных земель	607,2	8,0
из них: пойменные	202,6	2,7
внепойменные	404,6	5,4
Всего заболоченных земель	308,2	4,1
Всего уплотненных и слитых почв	431,8	5,7
из них: черноземы уплотненные	82,1	1,1
черноземы слитые	27,7	0,4
лесостепные	89,8	1,2
уплотненные почвы западин и днищ балок	155,7	2,1
слитые почвы западин и днищ балок	76,5	1,0
Всего кислых земель	323,3	4,3
из них: близкие к нейтральным	114,7	1,5
слабокислые	78,7	1,0
среднекислые	87,8	1,2
сильнокислые	42,1	0,6
Всего засоленных земель	260,7	3,5
из них: слабо	143,7	1,9
средне	42,5	0,6
сильно	66,4	0,9
солончаки	8,2	0,1
Всего солонцеватых почв	78,3	1,0
из них: слабо	37,4	0,5
средне	26,1	0,4
сильно	14,7	0,2

Источником информации по негативным признакам почв и их динамике являются материалы почвенных и почвенно-эрозионных обследований, мониторинговых обследований и наблюдений, материалы по выявлению дефлированных, слитых, загрязненных, уплотненных, переувлажненных, заболачиваемых и других земель.

Анализ этих материалов позволяет сделать вывод, что наиболее распространенными негативными явлениями в почвах края являются: ветровая эрозия; водная эрозия; снижение гумусированности и запасов питательных элементов; уплотнение и слитизация; переувлажнение и заболачивание; засоление и солонцеватость. Основными негативными процессами в крае являются ветровая и водная эрозия почв. Им подвержено 2364,3 тыс. га сельскохозяйственных угодий или 31,4 % всех земель сельскохозяйственного назначения.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоят принципы разделения деградационных процессов на типы и виды?
2. Дать определение основным типам деградационных процессов в почвах.
3. В чем состоит роль природных предпосылок деградационных процессов и как она соотносится с влиянием антропогенного фактора?
4. Какой тип деградационного процесса получил наибольшее распространение в Краснодарском крае и почему?
5. Что такое «порог устойчивости» почв к деградации?

4 ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ

4.1 Виды физической деградации

К физической деградации относятся, прежде всего *механические нарушения*, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, что может быть вызвано различными формами антропогенных воздействий, относящихся к сфере или *промышленной* (I) или *сельскохозяйственной* (II) деятельности.

К *промышленным* (I) формам нарушений относятся следующие:

– индустриально-мусорно-отвальные;

– торфяно-карьерные, просадочно-карьерно-отвальные и другие, связанные с добычей полезных ископаемых;

– разрушения почв при строительстве дорог, газо- и нефтепроводов.

Сельскохозяйственные нарушения. Наиболее существенные нарушения обусловлены распашкой и выпасом скота.

При распашке происходят изменения микрорельефа поверхности, плотности сложения горизонтов почвы, резкое увеличение эрозионной опасности и т. д.

Выпас вызывает формирование пространственной неоднородности ПП, изменение биопродуктивности фитоценозов, ухудшение физических и химических свойств почв, снижение их противоэрозионной устойчивости.

В итоге физическая ДП выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств (уменьшение пористости, водопроницаемости, воздухоёмкости и пр.).

Крайней степенью физической деградации является полное уничтожение почвы как природного тела вплоть до состояния горной породы. В этом случае ландшафт превращается в абиотическую пустыню

Физическая деградация почв является непреднамеренным последствием земледелия и *выражается в неблагоприятном изменении физических свойств почв, по сравнению с их оптимальным состоянием, необходимым для обеспечения населения продукцией растениеводства***.**

4.2 Параметры физического состояния почв

Физическая деградация почв – это некоторое негативное изменение комплекса *физических свойств* или *физического состояния* почв, характеризуемого определенными количественными параметрами. Фактически физические свойства почвы полностью определяются состоянием почвенной структуры, которое в свою очередь определяет строение порового пространства. Почва, как полидисперсная многофазная система характеризуются некоторым, относительно стабильным соотношением фаз (таблица 8), которое вследствие деградации может изменяться.

Таблица 8 – Соотношение фаз физического состава в почвах

Наименование почв	Содержание фаз физического состава почв, %		
	твердая	жидкая	газообразная
Чернозем типичный	45	35	20
Чернозем слитой	50	40	10
Болотно-торфяная	20	20	60

Для диагностики физического состояния и, следовательно, уровня физической деградации является достаточным определить следующие (независимые) параметры:

– *пористость агрегатов размером 3–5 мм в сухом состоянии;*

– *коэффициент текстурной усадки;*

– *межагрегатную пористость.*

Эти параметры характеризуют аспекты физического состояния, не связанные друг с другом. Они могут быть достаточно легко измерены и выражены в единицах общепринятой международной системы единиц.

Вместе с тем они определяют структуру порового пространства, ее динамичность под действием климатических и антропогенных факторов и большинство функциональных свойств почвы: водоудерживающую способность, водопроницаемость, фильтрацию и др. Эти величины прямо отражают степень уплотнения почвы и связаны с распыленностью почвенной структуры.

За интегральный показатель физического состояния можно принять *плотность почвы с ненарушенным сложением*, так как она представляет собой *функцию от вышеперечисленных показателей*, но имеет самостоятельное значение, как оценочная величина.

4.3 Слитизация почв, как выражение физической деградации

Слитыми считают почвы, обладающие неблагоприятными физическими свойствами: резко выраженной *набухаемостью, слитостью сложения* во *влажном состоянии* и *блочностью структуры* и *крупной трещиноватостью в сухом состоянии*.

Среди исходных свойств, способствующих *слитогенез*у, как правило, главная роль отводится *тяжелому гранулометрическому и смектитовому минералогическому составу* при низком содержании органического вещества. Кроме того, слитизации способствует и сочетание контрастного водного режима с высокими летними температурами, которые создают условия для проявления процесса усадки и уплотнения почвы.

Эталоном слитых почв являются слитозёмы (вертисоли). В Краснодарском крае слитые почвы представлены черноземами слитыми, и полугидроморфными и гидроморфными

аналогами черноземов, сформировавшимися на плотных породах в отрицательных элементах рельефа (западинах).

Переуплотнение почв *(но не слитость*!) возможно также вследствие *механического разрушения почвенной структуры* под воздействием тяжелой техники в недопустимых (повышенных) пределах влажности и несоблюдении норм агротехники.

Переуплотнение почв (П.п.) сельскохозяйственной или иной техникой – процесс изменения сложения почвы под воздействием высоких механических нагрузок (тяжелой техникой) вследствие разрушения агрегатов и сближения почвенных частиц, приводящих к более плотной их упаковке и уменьшению порового пространства.

Количественные характеристики переуплотнения зависят от генетических свойств почв, гранулометрического состава, агрегированности и прочности агрегатов.

Степень деформации почвы зависит от исходного ее 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 выше названными факторами, а также единичной массой техники, давлением на ось и напряжением на глубине 50 см, варьирует от 20–30 до 50–60 см.

П.п. ведет к разрушению структуры, повышению плотности и при высушивании – твердости, снижению водо- и воздухопроницаемости, нитрификационной способности, а в конечном итоге к снижению плодородия на 5–20 % и более.

Величина интегрального показателя физического состояния плотности почвы повышается под воздействием техники от 0,05 до 0,4 г/см^3, величина прироста плотности при этом повышается 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^3 до 1,4–1,5 и 1,5–1,6 г/см^3.

При средней степени уплотнения снижение урожая при прочих равных условиях достигает 20–30 % на всех типах пахотных почв.

При сильной степени уплотнения потери 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.

Данные, показывающие изменение физико-механических свойств дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почвы в тракторной колее при различном числе проходов [10], свидетельствуют о том, что уже первые два прохода увеличивают плотность верхнего горизонта почвы на 10 %, а слоя в 15 см – на 7 %.

В проблеме переуплотнения почв важное значение, наряду с вопросами прогноза, снижения и предупреждения негативных явлений, приобретают вопросы их *разуплотнения и саморазуплотнения*.

Основным приемом разуплотнения переуплотненных почв является механическая обработка, на долю которой приходится 50–60 %. На долю другого важного фактора *разуплотнения и саморазуплотнения — набухания при увлажнении* приходится до 35% от общего уменьшения плотности и на долю замерзания – оттаивания – 10–15 %. Последствия разового интенсивного уплотнения сохраняются в течение 2–5 лет. Меры по снижению уплотняющего воздействия на почву и по их разуплотнению включают систему агротехнических, организационно-технологических и технических решений.

Агротехнические мероприятия по повышению устойчивости почв к уплотнению и по их разуплотнению включают

все приемы по поддержанию бездефицитного или (при необходимости) положительного баланса гумуса, применение разноглубинной качественной обработки при влажности физической спелости, глубокое рыхление.

Организационно-технологические приемы снижения уплотняющего воздействия на почву включают использование технологий с *минимально возможным проходом* по полям тяжелой, особенно колесной, техники. Эти технологии должны включать минимализацию обработки, разделение техники на полевую и дорожную, перенос части операций по уборке зерновых и семенников многолетних трав на стационары, заправку машин горючим, сеялок зерном и т. п. на краю поля.

Техническое решение проблемы связано с модернизацией ходовых систем существующей техники и разработкой новой техники с допустимым давлением на почву в соответствии с ГОСТ 26955-86. Эффективные пути решения технической задачи включают замену шин колесной техники на более широкие с низким давлением (45–60 кПа).

Наибольшая величина *структурной пористости* наблюдается при *зернистой структуре с рыхлой упаковкой зерен* – агрегатов (максимальный объем пор до 0,35 см^3/г). В не агрегированных почвах она уменьшается до 0. Именно в таком состоянии поровое пространство отсутствует, как и агрегаты, что и даёт обоснование термину «слитость». При иссушении такая почва расчленяется трещинами на текстурные межтрещинные глыбы-фрагменты. Подобное состояние почвы относится к *категории актуальной слитости* в отличие от *потенциальной*, которая ещё не проявилась*, но для этого есть предпосылки***.** Обе категории слитости характеризуются определенными показателями физического состояния почвы.

П. Н. Березин и И. И. Гудима (1994) характеризуют слитогенность или потенциальную слитость величинами поверхностной энергии твердой фазы (Е, Дж/кг) и емкости адсорбционного слоя по адсорбции паров воды (Wa, см^3/г) с после-

дующим расчётом суммарных баллов. Пример расчета потенциальной слитогенности приведен в (таблице 9).

Таблица 9 – Диапазоны и градации базовых энергетических характеристик поверхности твердой фазы и оценка потенциальной слитогенности почв

E, Дж/кг	Балл слитости	Wa, $см^3/г$	Балл слитости	Суммарный балл	Категория устойчивости почвы к слитогенезу
< 60	1	< 0,04	1	< 4	Устойчивая
61–80	2	0,05–0,06	2	5–6	Среднеустойчивая
81–100	3	0,07–0,08	3	7–8	Слабоустойчивая
101–120	4	0,09–0,10	4	> 8	Слитогенная
> 120	5	> 0,010	–	–	Слитогенная

Определение этих величин позволяет характеризовать состояние твердой фазы, выявлять категорию устойчивости почвы к процессу слитогенеза, на основании чего разрабатываются рекомендации по уровням технологических нагрузок с целью недопущения развития слитости.

При обеспечении щадящих почвоохранных технологий, а также в благоприятных биоклиматических условиях, слитизация не происходит и почва может обладать высокой текстурной и структурной пористостью, пониженной набухаемостью и хорошей агрегированностью.

Величина *актуальной слитости* почвы дает основания для оценки ее фактического физического состояния и позволяет планировать необходимые почвозащитные мероприятия по восстановлению почвенной структуры или её поддержание на приемлемом уровне. С этой целью Березин и Гудима (2002, с. 179–182) рекомендуют использовать следующие величины: предел усадки по текстурной пористости (D_t, $см^3/г$), потенциальную набухаемость (Ka) и струк-

турную пористость (D_s, см^3/г). По этим независимым специфическим параметрам выполняется *балльная оценка и определяется уровень актуальной слитости* (таблица 10).

Слитость реализуется в зависимости от конкретных условий эксплуатации почв. В естественных условиях актуальная слитость равна или меньше потенциальной.

Таблица 10 – Суммарная оценка актуальной слитости почвы

D_t, см^3/г	Балл	Ка	Балл	D_s, см^3/г	Балл	Суммарный балл	Уровень слитости почвы
< 0,17	5	< 0,50	1	< 0,02	5	< 4	отсутствует
0,17–0,19	4	0,50–0,70	2	0,03–0,05	4	5–6	слабая
0,20–0,25	3	0,71–0,80	3	0,06–0,10	3	7–8	средняя
0,26–0,30	2	0,81–0,90	4	0,11–0,20	2	> 8	сильная
> 0,3	1	> 0,90	5	> 0,2	1	–	–

4.4 Защита почв от физической деградации

Физическая деградация почв проявляется, прежде всего, в разрушении почвенной структуры, формировании текстурного (слитого) состояния горизонтов, что повышает плотность почвы, изменяет водно-воздушный режим в худшую сторону (снижает воздухоемкость, водопроницаемость, водовместимость и др.), резко ухудшает условия развития корневых систем и растений в целом.

4.4.1 Борьба с развитием процессов слитизации почв

Борьба с развитием процессов слитизации почв определяется факторами и механизмами таких процессов и направлена

на торможение их развития, на ослабление, а иногда и на устранение причин.

А. Устранение влияния тяжелого гранулометрического состава и неблагоприятного минералогического может быть достигнуто исключительно радикальным способом, а именно, внесением субстратов с преобладанием лёгких фракций механических частиц с последующим тщательным перемешиванием мелиорируемых таким образом горизонтов почвы. К сожалению, реализация такого приёма на больших площадях лимитируется количеством имеющихся мелиорантов (например, песка).

Слитизация, связанная с орошением и осолонцеванием, может быть предотвращена путем оптимизации водно-солевого режима почв.

В любых условиях использования почв благоприятное влияние на их физические свойства оказывает *травосеяние и внесение органических удобрений*, что обеспечивает оструктуривание почвенной массы.

Анализируя фитомелиоративный потенциал разных растений, культурные растения можно расположить по почвовосстанавливающей эффективности в ряд: многолетние травы – двулетние бобовые травы – однолетние травы – озимые – зернобобовые – яровые зерновые – пропашные.

Возделываемые культуры оказывают существенное влияние на оструктуренность пахотного слоя почв. Например, при постоянном паровании и под кукурузой содержание агрегатов крупнее 0,25 мм было около 20 %, после 6-летнего возделывания пшеницы –18 %, под люцерной – 25 %. Это еще раз подтверждает известное положение о структурообразующей роли многолетних трав.

По П. В. Вершинину процесс рыхления почвы под травами протекает следующим образом:

– Первый год после однолетней зерновой культуры, в которую подсеваются травы, поле начинает уплотняться; ввиду прекращения обработки, рыхлящей почву, и под действием

корневых систем развивающихся травосмесей плотность почвы под травами продолжает повышаться. В зависимости от состава травосмеси, удобрительного фона и общих почвенных условий.

– Основная масса корней трав создается либо в первый год, либо во второй. Пространства после отмирания корней и корешков в осенне-зимнее время заполняются водой, которая замерзает, расширяет эти ходы, реализуя тем самым агрегатное строение почвы, создаваемое корневыми системами травосмеси.

– На третий год жизни трав в пахотном горизонте плотность почвы начинает уменьшаться, уплотняющей эффект трав переходит в рыхлящий.

Переуплотнение почвы предупреждается оптимизацией системы обработки, не применением тяжелой техники и химических средств, ухудшающих состояние почвенной структуры или разрушающих ее. Кроме того, обработка почвы должна проводиться при оптимальном увлажнении и не допустима при повышенной влажности, когда происходит наиболее сильное уплотнение.

4.4.2 Профилактика переуплотнения пахотных почв

Актуальность проблемы уплотнения почв обрабатывающими механизмами возрастала по мере интенсификации и механизации сельскохозяйственного производства. Современные технологии возделывания культурных растений сопровождаются многократным проходом по полю тракторов, сеялок, комбайнов, автомашин и другой техники.

Исследования многих научных учреждений показывают, что уплотняющие деформации почвы зависят от ее свойств, влажности, плотности во время прохода техники, характеристик последней, в частности, ее ходовой системы,

кратности воздействий. Глубина деформации колеблется от *20 до 60 см и редко – до 1 м*.

Установлено, что уплотнение распространяется не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении от центра следа движителя на расстояние до 70 см.

При возрастании *плотности и твёрдости* почвы ухудшаются ее технологические характеристики, в частности увеличивается сопротивление обработке.

Сопротивление вспашке почвы по следам гусеничных тракторов возрастает на 16–25 %, по следам колесных тракторов, автомобилей и комбайнов – на 44–65 %, а по следам транспортных агрегатов – 72–90 %.

Исследованиями в нашей стране и за рубежом установлено, что *давление на суглинистую почву при влажности выше 0,7 наименьшей влагоёмкости не должно превышать 0,5–0,7 кг/см*^{2}. При указанных давлениях структура почвы будет слабо разрушаться, но плотность через некоторое время *самовосстановится*.

При организации полевых работ рекомендуется ограничивать до минимума проходы по полю всех видов сельскохозяйственной техники, особенно наиболее тяжелой. Кроме того, должны внедряться приёмы минимизации обработки, разработанные и рекомендованные для конкретных зон. Следует иметь в виду, что разуплотнению почвы способствует внесение высоких доз удобрений (80–120 т/га).

4.4.3 Мероприятия по борьбе с механическими нарушениями почв

Механические нарушения ПП связаны, как правило, с разработкой различного рода полезных ископаемых, строительством дорог, газо- и нефтепроводов, оросительных систем и каналов, различного рода коммуникаций.

Самые грандиозные по своим масштабам нарушения возникают в промышленности, энергетике и добыче полезных ископаемых. И хотя они разнообразны по характеру проявления, но имеют общую принципиальную основу, которая характеризуется следующими чертами:

1. Это нарушения прямого воздействия, заключающегося в отчуждении земель на многие годы и даже столетия.

2. Сопутствующее опосредованное воздействие, которое заключается в изменении биоклиматических условий вследствие нарушения ПП.

Рассмотрим главные из перечисленных механических нарушений.

Предотвращение разрушения почв при добыче полезных ископаемых.

1. При строительстве шахт происходит отчуждение земель и образование новых (техногенных) форм рельефа. Отвалы образуются и при работе горно-обогатительных фабрик.

2. В качестве опосредованных воздействий при горных разработках могут быть следующие: снижение уровня грунтовых вод вследствие выборки пород и образования карьеров; изменение гидрохимического состава природных вод; выпадение пыли; усиление целого ряда эрозионных процессов; изменение водно-солевого режима почв; смена видового состава растительности.

Вредоносность образования отвалов особенно велика при добыче сырья открытым способом. При этом серьезными негативными последствиями выступают запыление атмосферы, увеличение дренированности и, наоборот, повышение УГВ, появление оползней, обвалов, заиление рек и ручьев.

Нарушенными считаются земли, которые утратили свою хозяйственную ценность или являются источником отрицательного влияния на окружающую среду в связи с изменением ПП, гидрологического режима и образованием техногенного

рельефа в результате хозяйственной деятельности человека. Такие земли подлежат рекультивации.

Рекультивация – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также улучшение условий окружающей среды.

К рекультивации относят также *землевание*, представляющее собой комплекс работ по снятию, транспортировке и нанесению плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения.

До начала работ по рекультивации земель необходимо изучить новую СПП с учетом наличия нарушенных, насыпных и других почвогрунтов, глубины котлованов и прочих техногенных объектов, степени трансформированности территории.

Ведущая роль в проектировании работ по рекультивации принадлежит проектным институтам по землеустройству. Проекты рекультивации разрабатываются в соответствии с целевым использованием нарушенных земель по нескольким направлениям – под сельскохозяйственные угодья, лесонасаждения, рекреационное, санитарно-гигиеническое, строительное, водохозяйственное, рыбоводческое и др. Каждое из этих направлений требует применения специфических приёмов.

Классификация нарушенных земель и целесообразные направления их рекультивации изложены в соответствующих ГОСТах [21].

Экологические проблемы, связанные с рекультивацией нарушенных земель, касаются не только количества, но и качества субстратов – наполнителей. Необходимо предварительное определение степени их пригодности в качестве почвообразующих пород, выявление лимитирующих свойств и токсичности. Оценка пригодности огромных мусорных скоп-

лений для заполнения пустот нарушенных земель ещё нуждается в проведении детальных экологических исследований.

Рекультивацию земель проводят *в два этапа: технический и биологический* (Экологические основы…, 1985). Но прежде всего, ещё до начала разработок производят снятие, складирование и сохранение плодородного слоя и потенциально плодородных пород.

На первом этапе восстанавливают прежние формы рельефа (насколько это возможно), выполняют планировочные работы, покрывают рекультивируемые поверхности плодородным слоем, строят дороги и гидротехнические сооружения.

На втором этапе выполняют комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на создание (восстановление) плодородия почв. До внедрения систем земледелия на восстанавливаемых землях выращивают многолетние травы 2–4 года с последующей запашкой фитомассы, с целью обогащения почвы органическим веществом.

Под облесение отводятся менее удобные, не столь мощные и плодородные *технозёмы* и подбираются растения не требовательные к эдафическим условиям.

Итак, интенсивное использование земельных участков для добычи полезных ископаемых влечёт за собой разрушение поверхностного слоя почвы, формирование горных выработок и отвалов вскрышных пород, нарушение гидрологического режима ландшафтов, разрушение целостности природной экологической системы.

В современный период происходит становление *концепции ландшафтно-экологического подхода к рекультивации земель, как общей проблеме оптимизации ландшафта.* Появились такие новые разделы науки, как «промышленная ботаника», «индустриальная биогеоценология», «горная экология».

Восстановление нормального функционирования ПП является основой и критерием завершенности рекультивации при механических нарушениях.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность физической деградации почв?
2. Перечислить виды физической деградации.
3. Перечислить независимые показатели физического состояния.
4. В чем их преимущество перед интегральным показателем физ. состояния – *плотностью почв* ?
5. Какие мероприятия способствуют профилактике переуплотнения почв?
6. Дать определение понятий «нарушенные земли» и «рекультивация нарушенных земель».
7. Какова технологическая схема работ по восстановлению плодородия нарушенных земель?
8. Этапы рекультивации почв (технический, биологический), в чем их назначение, сходство и различие?

5 ЭРОЗИЯ КАК ФАКТОР ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

5.1 Дефляция почв

Дефляция (от лат. ***deflatio*** – сдувание, выдувание) – *разрушение и снос почв ветром.* Она происходит в том случае, когда скорость ветра достигает значения, при котором его разрушительная сила превышает силу противодефляционной устойчивости почвы. Различают *нормальную* и *ускоренную* дефляцию почв. Последняя вызывается хозяйственной деятельностью человека.

Рассмотрим, как это происходит. Движение частиц почвы ветром начинается под влиянием взаимодействия динамических и статических сил, возникающих при обтекании их поверхности воздушным потоком.

При движении потока воздуха на шарообразную частицу, лежащую свободно на поверхности почвы, действуют несколько сил:

– тяжести;
– лобового напора воздуха;
– атмосферного давления;
– сцепления;
– подъемная сила.

Если суммарное значение силы тяжести частицы, атмосферного давления и силы сцепления оказывается приближенно равной силе лобового напора воздуха, частица начинает двигаться, волочась по поверхности.

Если сумма силы тяжести частицы, атмосферного давления и сцепления оказывается меньше подъемной силы, частица поднимается в воздух. Подъемная сила частицы возникает вследствие того, что в пределах высоты, равной диаметру частицы, скорость движения воздуха различна.

Поток, поступающий под нижнюю часть шарообразного комочка, из-за шероховатости поверхности почвы имеет меньшую скорость и большую плотность. В результате этого

над частицей образуется область пониженного давления, под частицей – повышенного. Возникает подъемная сила, действующая на частицу.

Минимальная скорость ветра, при которой начинается отрыв, подъем и перенос в воздушном потоке частиц почвы, называется *критической (пороговой) скоростью.* Для разных почв критическая скорость ветра различна.

Следует отметить, что на пороговую скорость ветра, а значит, и на интенсивность дефляции, влияет множество факторов:

– *климатические условия;*

– *гранулометрический состав почвы;*

– *плотность минеральных частиц (удельная масса твердой фазы);*

– *сила сцепления с другими частицами;*

– *защищенность поверхности почв;*

– *хозяйственная деятельность человека.*

Зависимость критической скорости ветра, или скорости дефляции почв, от размера минеральных частиц (гранулометрического состава) почв сложна, так как, помимо прямого влияния размера частиц на сопротивляемость почвы дефляции, существует множество косвенных взаимозависимостей, которые могут приводить к прямо противоположному эффекту.

Различной критической скоростью ветра для частиц разного диаметра объясняется сортировка минеральных частиц по их диаметру в аридных районах. Эта сортировка приводит к образованию песчаных и глинистых пустынь, а также лессовых отложений на окружающих пустыни территориях. *Примером могут служить пустыни Средней Азии.*

Сортировка отложений по гранулометрическому составу на пески и глины объясняется тем, что при преобладающей скорости ветров в Каракумах от 2 до 5 м/с на месте остаются частицы менее 0,01 и более 1 мм, а крупнопылеватые частицы размером 0,01–0,05 мм выносятся с территории на большое

расстояние, измеряемое сотнями и тысячами километров, и оседают в виде лессов. Именно в результате такой сортировки образовались отложения лессов на периферии пустынь.

При сильных ветрах частицы крупнее 0,5 мм перемещаются на незначительное расстояние, вследствие чего образуются песчаные бугры и барханы, а мелкие глинистые частицы из-за большой силы сцепления образуют плотные корки и остаются на месте между буграми. Они могут перемещаться лишь с водными потоками в наиболее низкие места. Это явление наблюдается в период весенних и осенних дождей.

Именно таким путем на месте разливов мутных потоков образуются такыры – глинистые отложения с плоской поверхностью. В переувлажненном состоянии такырная масса не поддается разрушающему воздействию ветра, а при иссушении такыры приобретают сцементированность и также не дефлируются. Именно с этими свойствами связано устойчивое сосуществование в пустынях такыров и перемежающихся с ними песчаных почв.

Однако в основной части сельскохозяйственных районов нет таких контрастных условий, характеризующихся резкой сменой иссушения и увлажнения, а поверхность почвы покрыта растительностью.

Поэтому резкой дифференциации почв по гранулометрическому составу – на глинистые и песчаные – в соответствии с формами рельефа – обычно не наблюдается.

Вследствие этого на практике при расчете критической скорости ветра специфическим поведением частиц диаметром меньше 0,01 мм пренебрегают и берут средний диаметр частиц.

Обычно частицы диаметром *больше 1 мм называют ветроустойчивыми*, а частицы диаметром *меньше 1 мм – дефляционно неустойчивыми.*

Необходимо отметить, что дефляционная устойчивость частиц зависит не только от их размера, но и от удельной массы, которая определяется их минералогическим составом

(таблица 11). Минералы, преобладающие в почвах (кварц и полевые шпаты), по удельной массе различаются мало, поэтому при расчетах этими различиями пренебрегают и для минеральной массы почв принимают 4 .

Таблица 11 – Критическая скорость минералов с разной удельной массой (диаметр частиц d = 0,25 мм)

Минерал	Удельная масса, г/см^3	vKp, м/с
Гипс	2,30	3,7
Полевые шпаты	2,60	4,0
Кварц	2,65	4,0
Слюды	2,85	4,2
Роговая обманка	3,17	4,4

Иначе обстоит дело с органическим веществом почв – гумусом, удельная масса которого значительно меньше, чем минералов. Из-за этого скорость дефляции сильно гумусированных почв может возрастать. Особенно велики скорости разрушения ветром осушенных торфяников, которые после распашки интенсивно развеваются.

5.1.1 Факторы дефляции почв

Климат. Подверженность почв дефляции определяется большим числом факторов среди которых один из основных - *это клим*ат.

Зависимость ветровой эрозии почв от климата прослеживается очень четко и связана с *количеством осадков* (с увлажнением почв) и *температурой*, которые в совокупности определяют степень засушливости климата. С ростом засушливости климата и уменьшением увлажненности территории

дефляция почв возрастает. Следовательно, дефляция почв носит зональный характер.

Показателем увлажненности территории служит коэффициент увлажнения *Ку* – отношение количества атмосферных осадков *Р* к испаряемости *Е,* т. е. $Ку = P/E$.

Величина, обратная увлажненности, называется индексом сухости $КС=E/P$.

По значению индекса увлажненности выделяют следующие пояса потенциально возможной ветровой эрозии:

$Ку > 1$ – пояс отсутствия дефляции,

$Ку = 1–0,3$ – пояс возможной дефляции,

$Ку < 0,3$ – пояс сильно выраженной дефляции.

Дефляция в сильной степени зависит от скорости ветра. *Климатический фактор* (КФ) дефляции почв в целом (температура, влажность, скорость ветра) определяется следующим отношением:

$$КФ = 34,483\ v^3/(P–E)^2,$$

где **v** – скорость ветра;

(Р – Е) – увлажненность территории, равная разности количества осадков *Р* и испарения *Е.*

Скорость ветра – один из сильнейших факторов дефляции почв. В результате того, что кинетическая энергия ветра прямо пропорциональна кубу его скорости, дефляционная работа ветра, имеющего, например, скорость 4 м/с, будет превышать работу ветра, имеющего скорость 2 м/с, не в два, а в 8 раз.

Рельеф. В отличие от эрозии дефляция наблюдается как на склонах, так и на ровных участках. При анализе влияния рельефа на дефляцию необходимо рассматривать его макро-, мезо- и микроформы.

Макрорельеф. Хорошо известен преобладанием западных и восточных ветров Армавирский коридор, представляющий собой равнину, простирающуюся между Ставропольской возвышенностью и Донецким кряжем.

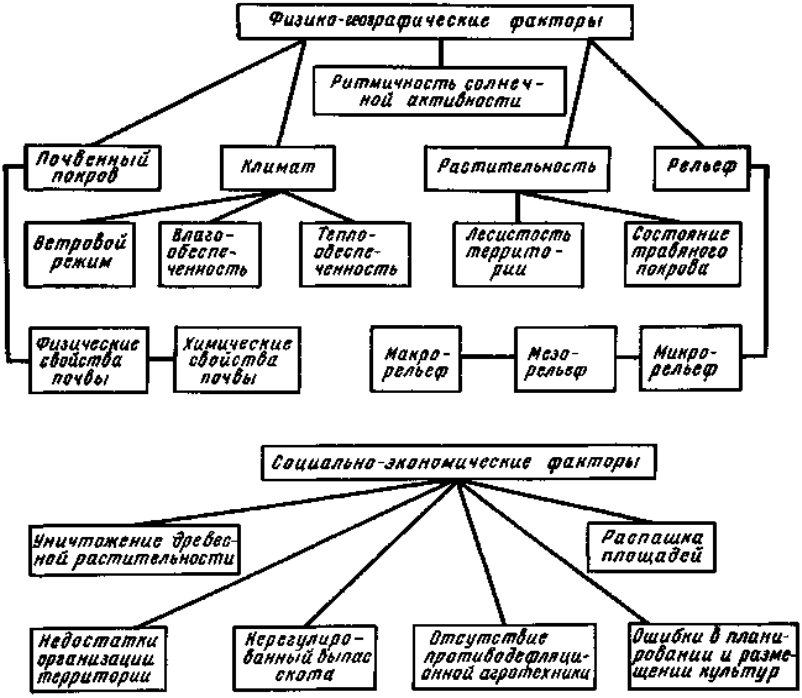


Рисунок 8 – Основные факторы развития дефляции почв

Мезорельеф (превышения от 1–5 до 30–50 м) существенно влияет на дефляцию почв разных участков отдельных полей.

Мезорельефом обусловлена более интенсивная дефляция *ветроударных склонов,* характеризующихся резким увеличением развевающей силы ветрового потока, и меньшая дефляция на *заветренных склонах*.

Особенно сильное дефлирующее воздействие ветрового потока на почвы наблюдается на верхних частях склонов и вершинах холмов и бровках речных долин.

Микрорельеф и нанорельеф, несмотря на малые размеры их элементов, существенно влияют на дефляцию почв. Их

воздействие на дефляцию связано с влиянием на скорость ветра в приземном слое воздуха. Их взаимодействие с воздушным потоком подобно воздействию других элементов шероховатости поверхности: комочков почвенной структуры, стерни, всходов растительности и др. Возле поверхности гребнистой пашни скорость ветра в 3,5 раза ниже, чем у поверхности прикатанной почвы. В результате снижения скорости ветрового потока элементами поверхности полевых угодий (гребни, микроборозды и др.) дефляция почв, подвергнутых специальной обработке, резко снижается.

Растительность. Она является самым мощным фактором, противодействующим дефляции. На почвах, покрытых целинной растительностью, дефляция практически отсутствует.

Древесная растительность исключает дефляцию полностью, травянистая резко ее снижает. Древесные насаждения предохраняют почву от дефляции не только на месте их произрастания, но и, снижая скорость ветра, оказывают почвозащитное воздействие на некотором расстоянии от них. Именно на использовании этого явления основано создание систем полезащитных полос.

Свойства почв. Скорость дефляции почв зависит от многих факторов, связанных со свойствами самих почв, и прежде всего от тех, которые влияют на их ветроустойчивость.

Ветроустойчивость почв – характеризуется критической скоростью ветра, при которой начинается перенос почвенных частиц, а также количеством переносимого эолового материала в ветропесчаном потоке на единицу площади в единицу времени.

На ветроустойчивость влияют: гранулометрический состав, состав ППК, влажность, гумусированность (через структурность).

5.1.2 Классификация почв по степени дефлируемости и дефляции

В основу первых классификаций почв по степени их дефлируемости был положен гранулометрический состав.

По этому свойству черноземы и каштановые почвы были разделены на две группы: дефлируемые (легкие) и малодефлируемые (тяжелые) почвы.

Среди дефлируемых (податливых развеванию) легких почв были выделены сильно дефлируемые, систематически подвергающиеся дефляции и слабо подвергающиеся дефляции.

В *современных классификациях почв* по степени дефлируемости учитывается: содержание физической глины, микроагрегатов, механическая прочность микроагрегатов, содержание гумуса, карбонатов и поглощенных оснований, рельеф, его ориентированность по отношению к преобладающим ветрам, гибель посевов от пыльных бурь, наличие лесополос и др.

Эти признаки учтены, например, в классификациях Л. Ф. Смирновой и М. И. Долгилевича [4].

При картировании почвенного покрова по степени дефлированности необходимо выделять контуры, различающиеся по уровню их изменения под влиянием ветра.

Дефлированные территории можно разделить по степени дефляции на пять групп.

1. Слабодефлированные земли – преобладают участки с почвами, слабо затронутыми дефляцией. Мощность эоловых наносов не превышает 5–10 см. Мезорельеф сохранен, на поверхности почв дефлированных участков формируется лишь ветровая рябь.

2. *Среднедефлированные* земли – преобладают участки со среднедефлированными почвами. Мощность эоловых наносов достигает 10–25 см. При сохранении форм первичного мезорельефа формируется кочковатый микрорельеф.

На пахотных угодьях с такими почвами необходимы почвозащитные системы земледелия.

3. *Сильно дефлированные* земли – преобладают участки, дефлированные на глубину 50–70 см, которые занимают 50–70 % территории. Мезорельеф таких участков изменяется, становится мелкобугристым. Распашка сильнодефлированных земель возможна только полосами и в основном для посева многолетних трав. Наиболее эффективное средство защиты почв – лесные насаждения.

5.2 Водная эрозия почв

5.2.1 Сущность эрозии почв

Слово эрозия (от латинского ***эрозио*)** означает разъедание, разрушение. Применительно к науке о земле под эрозией понимают разрушение и перемещение почвы водой, стекающей по поверхности.

Водную эрозию подразделяют на плоскостную (смыв) и линейную (размыв, образование оврагов) эрозию.

Весной при таянии снега почва разрушается талыми водами (весенняя эрозия), а летом ливневыми потоками (ливневая эрозия).

В этом случае разрушение почвенного комка начинается с падения на него капель дождя, имеющих различную кинетическую энергию, которая зависит от размера капель, угла падения по отношению к склону и высоты падения, а затем продолжается во время стока воды со склонов.

5.2.2 Факторы эрозии почв

Эрозия почв является результатом сложного взаимодействия природных факторов и хозяйственной деятельности человека. Из природных факторов основными являются:

– *рельеф местности;*

– *климатические;*

– *гидрометеорологический фактор;*

– *качество почвы.*

Рельеф местности. Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависит эрозия почв, является крутизна, длина, форма и экспозиция склонов. С увеличением крутизны смыв почвы увеличивается, однако степень его возрастания зависит от различного сочетания факторов (количества и качества осадков, типа почвы, агротехники).

Склоны круче 1° принято считать эрозионно-опасными. Значительное влияние на проявление эрозии оказывает длина склона – ***чем протяженнее склон***, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения и слой воды. Смыв почвы при нарастании длины склона резко усиливается при интенсивных осадках.

Но если осадки выпадают малым слоем и почва обладает высокой инфильтрацией, то поверхностный сток и эрозия могут и не увеличиваться. Интенсивность эрозии почв зависит от формы склона, в частности, от продольного и поперечного профилей. Профили склона, как в продольном, так и поперечном направлениях бывают: *прямые, выпуклые, вогнутые.*

Характер влияния продольных и поперечных профилей на сток воды и смыв почвы различен:

а) на продольно-прямых склонах процессы эрозии усиливаются примерно от середины склона к их основаниям.

б) на продольно выпуклых склонах эрозия больше проявляется в нижней части, где наибольшая крутизна.

в) на продольно-вогнутых склонах эрозия сильнее выражена в верхней, более крутой части. Книзу она уменьшается и даже происходит аккумуляция смытой почвы.

Поперечные профили склонов определяют типы водосборов: *прямые, собирающие, рассеивающие сток воды.*

Их относительная эрозионная опасность приближенно принята следующей:

– поперечно-прямой профиль склона – 1;

– поперечно-выпуклый (рассеивающий водосбор) – 0,8;

– поперечно-вогнутый (собирающий водосбор) – 1,2.

Поперечные профили склонов оказывают большое влияние на почвоводоохранную организацию территории.

Важным фактором эрозии является экспозиция склона-ее влияние на эрозию проявляется опосредованно, в связи с различиями микроклимата, почв и растительности.

Принято выделять *положительные (выпуклые)* и отрицательные *(вогнутые) элементы рельефа*.

Сеть вогнутых элементов рельефа, по которым происходит сток поверхностных вод, называют гидрографической сетью.

Различают следующие звенья гидрографической сети

древние – ложбины, лощины, балки, долины

современные звенья – промоины и овраги (таблица 12).

Древняя гидрографическая сеть, как правило, в верхних концевых частях начинается ложбиной.

Ложбина – это линейная форма рельефа древнего эрозионного происхождения с пологими склонами и невыраженными бровами. Обычно включается в сельскохозяйственное использование. Ложбина, равномерно углубляясь и расширяясь, перерастает в следующее звено сети – лощину.

Лощина – имеет ясно выраженное дно, более высокие и крутые берега, включает несколько водосборов ложбин. Вниз по склону лощина расширяется, углубляется и впадает в балку.

Балка – линейная форма рельефа древнего эрозионного происхождения с выраженными бровками и широким днищем. Склоны обычно задернованы и покрыты растительностью. Постепенно расширяясь и углубляясь, балка впадает в долину реки.

Таблица 12 – Морфологические признаки звеньев гидрографической сети (В. Д. Муха, 2000 [4])

Звенья гидрографической сети	Площадь водосбора, га	Ширина, м	Глубина, м	Крутизна берегов, град.
Ложбины	10–50	20–50	До 5	5–10
Лощины	51–500	51–200	6–30	11–20
Балки	501–3000	201–300	31–60	10–30
Долины рек длиной до 100 км	150000	300	61–120	10–35
Овраги:				
склоновые	0,2–0,4	17–25	3–5	–
береговые	0,1–0,19	15–30	3–30	–
донные	0,3–1,5	9–12	45–60	–

Эрозионные *водороины* глубиной до 0,5 м, образующиеся от стока талых и ливневых вод, могут быть выровнены земледельческими орудиями, а *размывы глубиной более 0,6 м*, которые не могут быть запаханы, называются *промоинами*.

Размывы, образующие продольный профиль и отличающиеся от профиля склона, называют оврагами.

Промоины и овраги тесно связаны с древней сетью и входят в гидрографическую сеть.

Для эрозионной характеристики местности пользуются коэффициентом расчлененности территории (А), который определяется делением суммы длин всех звеньев гидрографической сети (ΣL – км) на площади водосбора (S, км^2):

$$A = \Sigma L/S.$$

Этот коэффициент колеблется в широких пределах: на Среднерусской возвышенности в районе Новосельской станции он составляет 1,3; в Центрально-Черноземных областях 0,6–1,3; в Правобережной приволжской полосе Волгоградской

области 2; в Саратовском Заволжье 0,2–0,3; в Краснодарском крае 0,6–0,8 км/км^2. Установлена зависимость между коэффициентом расчлененности территории и площадью смытых почв.

Например, исследованиями установлено, что при коэффициенте 0,3 смытые почвы могут составлять до 10 %;

при расчлененности 0,6 – до 25 % от общей площади и т. д.

Климатические факторы. Водная эрозия вызывается поверхностным стоком, поэтому важнейшими климатическими факторами, определяющими эрозионную опасность земель, являются дождевые осадки, а также режимы снегоотложения и снеготаяния.

Величина поверхностного стока характеризуется коэффициентом стока (Кс), который равен:

$$Кс = У/Х\ ,\ \%,$$

где У – сток воды (мм); Х – количество осадков (мм).

Ливневый сток проявляется тогда, когда при интенсивных и продолжительных ливнях почва не успевает поглощать воду.

К ливневым относятся осадки с интенсивностью более 0,05 мм/мин. Чем интенсивнее ливни, тем сильнее выражены процессы эрозии. При дождях слоем более 10 мм и большой интенсивности, особенно при выпадении их на переувлажненную землю, может возникнуть эрозия.

Усиление эрозии при интенсивных ливнях связано также с увеличением размера капель дождя, которые быстрей разрушают комочки почвы и, уплотняя ее, снижают впитывание.

Показателем проявления и развития ливневой эрозии является 30-минутная интенсивность дождей, так как она тесуо связана с интенсивностью за другие временные интервалы и с реальной продолжительностью времени добегания склонового стока, которая составляет около 30 мин.

Гидрометеорологический фактор. Влагообеспеченность основных сельскохозяйственных культур в ЦЧО и Краснодарском крае составляет 60–70 %. Наиболее острый и

часто повторяющийся дефицит влаги наблюдается в конце мая – начале июня. В этот период в жизни растений происходят многие нежелательные и необратимые физиологические процессы, связанные с дефицитом влаги, которые приводят к резкому недобору урожая, к подрыву экономики сельскохозяйственного производства.

Склоновый сток является одной из малоизученных стоковых характеристик.

Это связано с тем обстоятельством, что на стационарной сети контрольных станций измеряется речной сток, в который включена и подземная составляющая. На современном этапе выделить склоновый сток из речного по методу расчленения гидрографа половодья не представляется возможным из-за недостаточной точности этого метода.

Использование материалов наблюдений на стоковых площадках воднобалансовых станций также ограничено из-за крайне малого их числа. Например, в ЦЧО расположены только две такие станции.

Возможность дифференцированного подхода к условиям формирования весеннего стока и выделение склонового стока талых вод основана на использовании воднобалансового метода. Уравнение водного баланса за период половодья, используемое для характеристики склонового стока талых вод, имеет вид

$$y = (S + x) - P,$$

где y – сток половодья; S – максимальные (суммарные) снегозапасы; x – осадки, выпадающие за период половодья; P – суммарные потери талых вод на инфильтрацию, поверхностное задержание и испарение.

Качество почвы. Основными факторами противоэрозионной устойчивости почв являются:

– *водопрочность структуры почв;*

– *водопроницаемость почв.*

Для определения противоэрозионной устойчивости почв используют следующие *показатели:*

– *размывающую скорость;*

– *скорость размыва почвы струей воды;*

– *количество смытой почвы, отнесенной к слою осадков или стока.*

Пахотные горизонты любых почв без растительности при плотности 1,2 г/см^3 имеют низкую противоэрозионную стойкость (размывающая скорость – 0,1 м/с.). Исследованиями установлено, что размывающие скорости зональных почв бореального пояса укладываются в диапазон 0,14–0,19 м/с. (Кузнецов, 1981). На противоэрозионную устойчивость большое влияние оказывает характер использования земли и растительный покров. Следует иметь в виду, что значение этих факторов намного превосходит роль собственных свойств почвы.

Противоэрозионная устойчивость почв зависит от их физических свойств и изменяется вместе с последними под влиянием погодных, биотических и антропогенных факторов. Например, после многократного промерзания и оттаивания почвы размывающая скорость уменьшается в 1,3–1,4 раза по сравнению с почвой в исходном состоянии. Еще большее влияние оказывает влажность почвы. Размывающая скорость почвы в воздушно-сухом состоянии в 1,5–3 раза меньше, чем при полном насыщении водой.

Противоэрозионная устойчивость, определяемая количеством смытой почвы, также обнаруживает довольно тесную зависимость *от состояния поверхности почвы.* Так, глыбистая поверхность значительно повышает противоэрозионную устойчивость.

От плотности, при увеличении плотности в слое почвы 0–10 см с 0,99 до 1,4–1,5 г/см^3 смыв увеличивается в 5–6 раз за счет снижения водопроницаемости. Установлена сравнительная устойчивость к смыву различных почв.

Например, по степени снижения противовоэрозионной устойчивости черноземы образуют следующий ряд: *черноземы типичные, черноземы выщелоченные, черноземы оподзоленные, черноземы обыкновенные, черноземы южные*.

Почвы, подвергшиеся разрушению с изменением в почвенном профиле (уменьшением мощности или содержания гумуса) называют эродированными, или смытыми. Уменьшение содержания в почве гумуса в связи с эрозией является интегральным показателем уровня снижения плодородия почв (таблица 13).

Таблица 13 – Классификация смытых почв на пашне по потере гумуса [4]

Степень смытости почв	Уменьшение содержания гумуса по сравнению с несмытыми, %
слабая	10–20
средняя	21–50
сильная	> 50

Эродированные почвы по сравнению с несмытыми одного и того же типа менее устойчивы к действию потока воды. При этом разница устойчивости несмытых и смытых почв может быть значительно больше, чем между разными генетическими типами почв.

Однако такая закономерность характерна не для всех почв. Исключения составляют подзолы и дерново-подзолистые почвы, что связано с большим содержанием кремнезема в аллювиальном горизонте. Способность почвы противостоять смыву и размыву в большей степени зависит от физико-химических, водно-физических свойств и гранулометрического состава.

Из физико-химических свойств почв важнейшими *являются состав ППК и гумусное состояние почв*. Установлено, что чем больше гумуса в почве и лучше его качество (сказать о показателях качества гумуса), тем выше ее водопроницаемость.

Уменьшение содержания гумуса приводит к ухудшению структуры почвы и снижению ее водопроницаемости. Все это, в конечном счете, способствует увеличению поверхностного стока и смыва почвы со склоновых земель. Следовательно, пополнение почвы органическим веществом является одним из важнейших условий защиты почв от эрозии и охраны водных ресурсов земледелия.

Вообще говоря, *почвенный* и *растительный факторы* носят соподчиненный характер, однако по силе своего влияния на величину поверхностного стока талых вод имеет, нередко, решающее значение. Эти факторы в совокупности с геоморфологическим определяют гидрологические характеристики поверхности почв, которая недостаточно полно учитывается в прогнозировании поверхностного стока.

Влияние *антропогенного фактора* осуществляется путем изменения растительности и состояния (рыхление, уплотнение) пахотного слоя почвы. Таким образом, величина поверхностного склонового стока талых вод (y) в реальных условиях применительно к конкретному году и пункту определяется функцией сложного взаимодействия гидрометеорологического (G), геоморфологического (H), почвенного (P), растительного (R) и антропогенного (A) факторов, т. е.

$$Y = f\,(G, H, P, R, A.$$

5.3 Виды эрозии

В узком смысле ЭРОЗИЯ – это смыв и размыв почвы поверхностным стоком временных водных потоков.

Формы проявления эрозии:

Плоскостная эрозия проявляется на выровненных склонах с равномерным распределением стока, приводящего к «срезанию» верхних горизонтов и укорачиванию профиля почвы. Интенсивность эрозии **Q** измеряется потерей почвой ее массы **m** с единицы площади **S** в единицу времени **t** и выражается в т/га или мм/год:

Линейная эрозия:

Струйчатая эрозия – размыв почвы с образованием отрицательных форм рельефа глубиной 0,5–1,0 м, которые устраняются сельскохозяйственной обработкой почвы. Возникает в случае, когда по склону сток перераспределяется и образует струи разной интенсивности. Образуются промоины и рытвины, которые не меняют продольного профиля и повторяют профиль поверхности склона.

Овражная эрозия – форма линейной эрозии, когда промоины достигают глубины более 1 м и при их наличии поля не поддаются с.х. обработке. В отличие от форм струйчатой эрозии, овраги имеют свой продольный профиль, отличающийся от профиля поверхности, в которую он врезан.

5.4 Оценка классификация и диагностика эродированности почв и территорий

Степень эродированности почв проявляются в морфолого-генетических свойствах почвенного профиля.

Ее определяют по уцелевшей от эрозии части почвенного профиля, то есть путем сравнения свойств оставшихся горизонтов с морфологическими особенностями генетических горизонтов ненарушенных целинных почв.

Морфологические особенности эродированных почв и являются диагностическими признаками, указывающими на степень их эродированности. Они положены в основу классификации эродированных почв. Например, для мощных и среднемощных пахотных черноземов выделяют следующие признаки:

Слабосмытые – смыто более 1/3 горизонта А. Горизонт Апах не отличается по цвету от несмытых участков. Мощность подпахотных горизонтов А+АВ уменьшается не более, чем на 1см по сравнению с неэрадированными почвами.

Среднесмытые – смыт более чем на 1/2 горизонт А. Ап приобретает буроватый оттенок. Мощность А+АВ уменьшается наполовину.

Сильносмытые – полностью смыт горизонт А и частично АВ. Апах становится глыбистым. Мощность А+АВ сокращается на 75 %.

Правильная организация сельскохозяйственного производства на опасных территориях требует разработки прогнозов эрозии почв, особенно при орошении, когда на поля планируется подача дополнительной воды различной дождевальной техникой. Для этого предложены различные математические зависимости, оценивающие возможный смыв почв. Одним из наиболее простых эмпирических математических выражений, полученных на основе наблюдений на стоковых площадках, является универсальное уравнение смыва почвы Уишмейера-Смита.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое дефляция почв?
2. От каких факторов зависит дефляционная устойчивость почв?
3. В чем состоит различие плоскостной и линейной водной эрозии?
4. Какие факторы определяют интенсивность водной эрозии?
5. Как определяют степень дефлированности или смытости почв?

6 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ

6.1 Масштабы распространения и ущерб от эрозии почв

Эрозия почв наиболее распространенный вид деградации. Она приносит огромный экономический и экологический ущерб, так как угрожает самому существованию почвы как основному средству сельскохозяйственного производства и незаменимому компоненту биосферы. Эрозия распространена на всех континентах за исключением Антарктиды.

Эрозии подвержены почвы на площади *1,643 млрд га*,

в том числе – *1,094 млрд. га* приходится на долю водной эрозии и *549 млн га* – на долю дефляции [4].

Другими словами, *83 % площади деградированных почв* в той или иной степени смыты. В наибольшей степени подвержены эрозии почвы густо заселённых регионов земного шара, являющихся основными производителями продовольствия, как в самых развитых, так и в самых отсталых в промышленном отношении странах.

В Краснодарском крае около 64 % (3441,5 тыс. га) обследованных земель являются дефляционноопасными, из них 2967,9 тыс. га (80 %) пахотные земли. При этом площадь дефлированной пашни составляет 1099,6 тыс. га или 29,2 % всей пашни, находящейся на землях сельскохозяйственного назначения [3].

Общая площадь сельскохозяйственных угодий края подверженной действию водной эрозии составляет 903,2 тыс. га или 21,2 % от сельскохозяйственных угодий (на землях сельскохозяйственного назначения).

Достаточно четко на территории края прослеживается зависимость водной и ветровой эрозии от количества осадков и температуры воздуха и по этой зависимости выделяются три зоны:

1. *Дефляция почв* распространена *в северо-восточной и восточной частях края в зоне недостаточного увлажнения* и высоких весенних и летних температур воздуха.

В этой зоне отмечается наибольшее число дней с сильным ветром (более 15 м/с) 30–40 дн, в районе Армавира – до 100 дн. Сильные ветры в зимне-осенний период вызывают пыльные бури.

Эта территория степной части края отличается более волнистым характером рельефа с расчлененностью территории до 0,5 км/км^2 и наличием выпуклых, узких водоразделов, которые наиболее ветроударны и сильнее подвержены дефляции.

Почвенный покров здесь, в основном, представлен черноземами обыкновенными с невысоким содержанием гумуса и относительно разрушенной структурой пахотного слоя. В связи с этим они более податливы дефляционным процессам.

Склоновые участки в этой зоне, наряду с ветровой, подвержены и водной эрозии.

2. В *предгорно – степной территории края* (южные районы Кубанской наклонной равнины) *проявляется на значительных площадях водная эрозия*.

3. В переходной области *предгорий и горной области Северо-западного Кавказа и Черноморского побережья,* где наличие склоновых земель превышает 80 % *водная эрозия проявляется весьма интенсивно.*

На землях, подверженных разрушительному влиянию водной эрозии, убыль органического вещества возрастает до 1 т/га в год. За счет эрозии мощность гумусового слоя на слабосмытых черноземах за период с 1960 по 1991 гг. уменьшилась на 5–26 см, на среднесмытых до 29 см, на сильносмытых черноземах – на 43–55 см, а потери гумуса составили на слабосмытых черноземах – 68 т/га, на среднесмытых – 185 т/га, на сильносмытых – 270 т/га (таблица 14).

Установлено, что смыв 5 см полнопрофильной почвы означает недобор на каждом гектаре 2–3 ц пшеницы.

Вследствие эрозионных процессов ежегодно недобирается:

– до 15–20 % урожая сельскохозяйственных культур на слабосмытых;

– до 30–40 % на среднесмытых;

– 50–60 % на сильносмытых почвах.

Потери питательных веществ со склоновых земель ежегодно превосходят их количество во вносимых удобрениях в 1,5 раза.

Таблица 14 – Степень снижения плодородия черноземов южных при смыве (по В.Ф. Валькову, 1979)

Степень смытости	Мощность горизонтов А+АВ, см	Запасы гумуса, т/га	Степень уменьшения запасов гумуса	Степень снижения плодородия
Несмытые	76	350	1,0	1,0
Слабосмытые	64	251	0,7	0,75
Среднесмытые	50	180	0,5	0,55
Сильнеосмытые	34	76	0,2	0,3

6.2 Эрозионное районирование территории края

Эрозионное районирование впервые было выполнено в 1972 г. и в целом не претерпело существенных изменений вплоть до его корректировки в 2008 г.

Эрозионное районирование территории края проводилась с учетом природного почвенно-географического районирования, характера проявления эрозионных процессов в различных ее частях, интенсивности проявления эрозионных процессов и степени их потенциальной опасности.

По характеру проявления эрозионных процессов территорию края можно условно разделить на три региона:

1. Регион проявления, в основном, ветровой эрозии почв – равнинно-степная и предгорно-степная территория, т. е. Азово-Кубанская низменность и северо-восточная часть Кубанской наклонной равнины, Таманский полуостров до границ с предгорьями Северного Кавказа,

2. Регион проявления водной и ветровой эрозии – предгорная территория (южные районы Кубанской наклонной равнины и Таманского полуострова),

3. Регион водной эрозии – предгорная и горная части края, т.е. переходные области предгорий, горной области Северо-западного Кавказа и Черноморского побережья.

Дальнейшее расчление этих трех крупных регионов на эрозионные зоны основано на *различии интенсивности проявление эрозионных процессов с учетом потенциальной опасности развития эрозии*

I – зона, неподверженная водной эрозии и потенциально предрасположенная к очень слабой ветровой эрозии (Кубанский дельтово-пойменнный район края, т.е.западная плавневая часть Азово-Кубанской низменности); расчлененность территории до 0,2 км/км^2.

II – зона слабой ветровой эрозии (зона выщелоченных черноземов центральной части Азово-Кубанской низменности и центральной части Кубанской наклонной равнины) расчлененность территории до 0,2 км/км^2;

III – зона средней ветровой эрозии (преимущественно западная часть зоны обыкновенных черноземов – это территория центральной части Азово – Кубанской низменности и Кубанской наклонной равнины) расчлененность территории до 0,2 км/км^2;

IV – зона сильной ветровой эрозии (преимущественно центральная часть зоны обыкновенных черноземов, включающая восточную часть территории Азово-Кубанской низмен-

ности и северо-восточные районы Кубанской наклонной равнины); расчлененность территории до 0,2 км/км^2.

V – зона очень сильной ветровой эрозии (восточная территория зоны обыкновенных черноземов – это крайние восточные районы Азово-Кубанской низменности и Кубанской наклонной равнины) расчлененность территории до 0,5 км/км^2;

VI – зона слабой ветровой и водной эрозии (территория Таманского полуострова южных черноземов); расчлененность территории 0,5 км/км^2.

VII – зона слабой водной эрозии (центральная южная часть Кубанской наклонной равнины серых лесостепных почв); расчлененность территории 0,4 км/ км^2.

VIII – зона средней водной эрозии (предгорно-степная черноземная территория, составляющая юго-восточную часть Кубанской наклонной равнины); расчлененность территории до 0,7 км/ км^2.

IX – зона сильной водной эрозии (предгорная территория серых и бурых горнолесных почв – это область предгорий и частично менее пересеченная территория горной области); расчлененность территории 1–1,2 км/ км^2.

X – зона очень сильной и потенциально предрасположенная к очень сильной водной эрозии (территория Горной области бурых оподзоленных и дерново-карбонатных горнолесных почв); расчлененность территории 1–3 км/км^2.

XI – Черноморская зона сильной и очень сильной водной эрозии; расчлененность территории 1–3 км/км^2.

Таким образом, исходя из вышеизложенных принципов эрозионного районирования, на территории края выделяется *одиннадцать эрозионных зон.*

6.3 Научные основы противоэрозионных мероприятий

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает три группы: *организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные меры*

6.3.1 Организационно-хозяйственные

Организационно-хозяйственные мероприятия являются основой для разработки комплекса почвозащитных мер, значительно снижают затраты на самые дорогостоящие мероприятия – гидротехнические.

Основными организационно-хозяйственными мероприятиями являются:

– эколого-ландшафтная организация территории;

– установление рационального состава сельскохозяйственных угодий и структуры посевных площадей на эродированных землях;

– введение адаптивной системы земледелия с более гибким подходом к проектированию севооборотов;

– выделение участков склоновых земель под периодическое и постоянное залужение, сплошное залесение;

– изменение границ сельскохозяйственных предприятий с учетом требований ландшафтной организации территории.

Соотношение пашни, луга и леса практически сугубо индивидуально для каждого рассматриваемого хозяйства, однако при эколого-ландшафтной организации территории сельскохозяйственных предприятий следует придерживаться следующего *соотношения пашни, луга и леса*:

– степная зона 65–80 %, 12–20 %, 4–9 %;

– предгорная зона 30–40 %, 20–40 %, 15–30 %.

Организационно-хозяйственные мероприятия предполагают рациональное распределение земельных угодий. С этой целью предварительно изучают характер местности, интенсивность эрозионных процессов, составляют картограммы категорий земель по негативным процессам (в частности, эрозии). Комплексные проти-

воэрозионные мероприятия планируют и проводят *с учётом характера ландшафтной структуры и водосборных бассейнов.*

6.3.2 Агротехнические

Борьба с водной эрозией

Агротехнические противоэрозионные мероприятия имеют целью ослабление поверхностного стока и перевода его во внутрипочвенный. На равнинных территориях склоны крутизной до 7° принято использовать под обычные культуры, на склонах $7–10^{o}$ – размещать почвозащитные севообороты.

Более крутые склоны исключают из интенсивного земледелия, используя их под посевы многолетних трав на сено и выпас. В структуре посевов холмистых территорий рекомендуется увеличивать площадь многолетних трав до 50 % и сократить площадь пропашных культур.

На длинных склонах, где увеличивается масса воды, ее скорость и несущая сила, земледелие осуществляется полосами, а севообороты организуют с примерно равными площадями зерновых, кормовых культур и трав.

Эродированные участки отводят под почвозащитные лугово-пастбищные севообороты, а сильноэродированные – для постоянного залужения или облесения.

1. На склонах рекомендуется *все виды обработок проводить поперек склона*, в идеале по горизонтали. Обработка почвы по горизонтали («контурное» земледелие) уменьшает смыв почвы на 50 %, а поверхностный сток – от 12 до 99 %.

2. *Глубокое безотвальное рыхление.*

3. Щелевание.

4. Кротование почвы.

Что способствует регулированию стока, переводу поверхностного во внутрипочвенный, предотвращению плоскостного смыва и улучшению воздушного режима.

Для сокращения поверхностного стока рекомендуют проводить *безотвальную вспашку с сохранением стерни* или пожнивных остатков.

В более засушливых районах считается полезной *глубокая зяблевая вспашка,* которую проводят раз в 3–5 лет. Она увеличивает запасы влаги в почве и уменьшает смыв.

В горных условиях (склоны >15 град.) для защиты склоновых земель от эрозии проводят террасирование склонов. Размер и уклон террас делают так, чтобы поверхностный сток можно было задерживать или сбрасывать по каналу.

Особых мероприятий требует защита почв от развития линейной эрозии (оврагов). Образовавшиеся овраги сначала засыпают, предварительно сдвинув гумусированный слой в сторону, чтобы затем его возвратить на выровненную поверхность. У вершины оврага сооружают систему «канава – вал» для отвода поверхностных вод. Одновременно с этим проводят закрепление склонов оврага и залужение ложбин стока. В крупных оврагах нередко приходится создавать специальные гидротехнические сооружения с целью обеспечения сбора и отвода стока.

Защита от дефляции

Аналогичный изложенному выше подход осуществляется при защите почв от дефляции.

Агротехнические мероприятия по борьбе с дефляцией почв включают

1. Безотвальную обработку почвы, которая позволяет сохранить на поверхности полей до 85 % стерни и других растительных остатков, которые кроме защиты почв непосредственно, способствует этому и путем задержания снега. Кроме того такие меры обеспечивают более быстрое развитие всходов и повышают их устойчивость к воздействию ветра.

На дефляционноопасных землях чистые пары не практикуют, заменяя их *занятыми, сидеральными и кулисными.*

Кулисы из высокостебельных растений предохраняют почву от выдувания весной и летом, а зимой способствуют снегозадержанию. Для наиболее аридных регионов рекомендуется полосное размещение, где чередуется пар и посев зерновых. Чередование однолетних культур и многолетних трав ослабляет силу ветра, Полосы располагают перпендикулярно направлению господствующих сильных ветров.

6.3.3 Лесомелиоративные

Для *борьбы с водной эрозией* используют также *почвозащитные приовражные и прибалочные лесопосадки*, для защиты от дефяции – *полезащитные лесные полосы (поговорить о конструкции лесополос).*

Лесные насаждения, являясь одним из ведущих и обязательных элементов противоэрозионного комплекса, играют важную роль в защите почв от эрозии, предотвращении временного влияния засух, пыльных бурь, урегулирования и преобразования стока. Без них невозможно построить эффективную систему противоэрозионной защиты.

В настоящее время в крае на землях сельскохозяйственного назначения имеется 128,3 тыс. га лесных насаждений или 3,4 % от пашни. Довольно большие площади насаждений в Отрадненском, Новокубанском, Ленинградском, Крыловском, Гулькевичском, Ейском, Кавказском, Тбилисском, Тихорецком районах. Здесь защитные лесные насаждения занимают от 4,0 до 7,6 % от площади пашни.

Нужно довести лесистость территории до 8,6 % с учетом находящихся на их территориях естественных лесов, а облесенность пашни составит до 6,3 % вместо 3,4 % на 01.01.2008, а лесистость территории сельскохозяйственных предприятий с учетом 8,6 % вместо 4,2 %.

6.3.4 Гидротехнические

Гидротехнические противоэрозионные мероприятия предусмотрены только на землях, на которых недостаточно эколого-ландшафтной организации территории, организационно-хозяйственных, агротехнических и лесомелиоративных мероприятий по предотвращению водной эрозии.

Основными гидротехническими сооружениями являются *валы-канавы, валы террасы, распылители стока.*

Мероприятия – закрепление и выполаживание оврагов и промоин строительство противоэрозионных прудов, берегоукрепительные сооружения и спрямление русел.

Основными критериями эффективности почвозащитных систем земледелия не только количество и качество продукции, но и экологические показатели (сокращение смыва и дефляции почв, потерь ее оврагами, заноса и заболачивания пойм, уменьшение интенсивности заиления рек и водоёмов, повышение санитарного качества вод, воздуха и ряд других показателей.

6.4 Категории эрозионно опасных земель

Учение об охране почв от эрозии претерпело значительную эволюцию, особенно заметную в последние десятилетия. Отдельные *приемы защиты* почв от эрозии, известные еще в XX в., сменились *почвозащитными технологиями обработки почвы* и возделывания сельскохозяйственных культур, затем – *адаптивно-ландшафтными системами земледелия* [7, 10]

Основателем ландшафтного подхода к ведению сельского хозяйства является В. В. Докучаев. Еще в 1892 г. В работе «*Наши степи прежде и теперь*» он высказал идею о необходимости разработки для каждого вида ландшафта своей собственной системы размещения полей, лугов, лесов, водоемов. Однако эта идея долгое время не получала развития, хотя многие исследователи разрабатывали и проектировали ком-

плексы почвозащитных мероприятий фактически с учётом ландшафтных особенностей территории.

В настоящее время при проектировании противоэрозионных мероприятий используют довольно дробные классификации земель, в частности, классификацию С. С. Соболева [16]. Эта классификация включает девять категорий земель, объединяемых в три класса.

К *1-й категории* относятся поймы и плоские нерасчленённые междуречья с частыми блюдцами и западинами, не подверженные водной эрозии, и сток вод с них не разрушает нижерасположенные земли. Необходимость в проведении противоэрозионных мероприятий здесь отсутствует.

Во *2-ю категорию* земель входят приводораздельные земли, подверженные слабой эрозии, или же сток с этих земель угрожает нижележащим участкам. Для прекращения эрозии и регулирования стока здесь достаточно применять простейшие агротехнические мероприятия: *вспашку и рядовой сев в направлении, близком к горизонталям; более глубокую вспашку, лункование, снегозадержание, регулирование снеготаяния и др. В засушливых районах создается система полезащитных лесных полос.*

К *3-й категории* относят земли слабо- и среднесмытые. Здесь дополнительно, кроме мер, указанных для 2-й категории, рекомендуются специальные приёмы: *на зяби – прерывистое бороздование, почвоуглубление, обвалование на выровненных склонах, нарезка водоотводных борозд*; *на пропашных – прерывистое бороздование, глубокое рыхление междурядий и др.*

4-я категория включает среднесмытые почвы. Здесь применяется весь комплекс мероприятий, рекомендованный для земель 2-й и 3-й категории, но ещё необходима *специальная организация территории, контурное земледелие, чередование посевов полосами вдоль основного направления горизонталей («полосное земледелие», буферные полосы, в том числе постоянные, для «самотеррасирования» склонов)*.

Кроме того, здесь необходимы *гидротехнические мероприятия*: устройство горизонтальных или наклонных валов-террас с широким основанием, ступенчатых террас и др. Земли этой категории можно использовать в специальных севооборотах с многолетними травами, а также осваивать под сады и виноградники при контурной посадке или устройстве ступенчатых террас.

1–4 категории земель объединяются в *класс «А» – земли, пригодные для интенсивного использования в земледелии*. С повышением индекса категории земель возрастает интенсивность применения противоэрозионных мероприятий.

Класс «Б» – земли, пригодные для ограниченной обработки – включает земли 5-й категории с пахотными почвами, подверженными очень сильной эрозии. Сюда же относятся пастбища, сенокосы, заросли кустарников, которые могут быть включены в почвозащитный севооборот с 1–2 полями зерновых культур и 5–10 полями многолетних трав, при условии применения мероприятий, рекомендованных для 4-й категории земель.

Класс «В» – включает четыре следующих категорий земель, не пригодных для обработки (крутые склоны гидрографической сети ниже бровки). *6 и 7 категории* земель используются под сенокосы и пастбища с нормированным выпасом и применением поверхностного и коренного улучшения. *8-я категория* пригодна лишь для лесоразведения. *9-я категория* – выходы плотных пород, галечники, осыпи и т. п., пригодны лишь для охотничьего хозяйства и туризма.

Более точно определять категории земель позволяют разработанные модельные методы прогнозирования эрозионных процессов.

Расчёты по упомянутой модели показали, что нижнюю границу 1-ой категории земель (по Соболеву) следует проводить по линии предельно допустимого смыва почвы (2 т/га в год) в типичном для данной зоны севообороте без учёта противоэрозионных мероприятий.

Величина смыва на нижней границе 2–й категории земель составляет 3,1 т/га для серых лесных почв и около 4 т/га для черноземов. Это средние части пологих склонов крутизной до 2,5–3,5^{o}.

Среднегодовая суммарная величина смыва около нижней границы земель 3-й категории колеблется от 10 до 12 т/га (средние и нижние части склонов круче 2,54^{o}). По верхней границе земель этой категории размещаются лесные полосы, а на почвах применяется почвозащитный зернотравяной севооборот с противоэрозионными агротехническими приемами.

Земли 4-й категории представлены нижними более крутыми частями длинных склонов выпуклой формы с интенсивностью смыва при использовании в зернопропашном (или зернопаропропашном) севооборотах около 15 т/га и более. По верхней границе земель этой категории проектируется 2-я или 3-я водорегулирующая лесная полоса.

Важнейшей задачей в программе охраны эрозионнопасных почв является оптимизация соотношений составляющих агроландшафт средообразующих угодий (пашня, сенокос, пастбище, лесные насаждения, пруды) и такое размещение их на территории, которое обеспечивает не только максимальную продуктивность агроценозов, но и биоразнообразие, воспроизводство плодородия почв, экологическую безопасность природы в целом.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит вредоносность эрозионных процессов

– для почвы;

– для с.-х. культур?

2. На каких принципах выполняется эрозионное районирование территорий?

3. Какие мероприятия включает группа «*Организационно-хозяйственные»*?

4. В чем состоит назначение агротехнических противоэрозионных мероприятий?

7 ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ И ГИДРОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВ

В Краснодарском крае только около 30 % территории располагается во влажном и избыточно влажном районах с *КУ* (по Шашко – это отношение количества выпавших осадков (мм) к испаряемости) более 0,4 и казалось бы о каком переувлажнении и гидроморфизме может идти речь?

Тем не менее, в последние 40–50 лет особую остроту приобрела проблема развития вторичного гидроморфизма в чернозёмных почвах, вследствие поверхностного и грунтового переувлажнения.

Процесс расширения ареалов локального переувлажнения затронул огромные территории Юга России, Украины и Молдовы. Он связан с заменой исходно автоморфных почв на почвы гидроморфного ряда, которые по потенциальному плодородию значительно уступают своим автоморфным аналогам.

7.1 Масштабы распространения и номенклатура почв

Вообще в России в настоящее время подтапливается около 9 млн га земель, из них 5 млн га земель сельскохозяйственного назначения.

Только в Краснодарском крае примерно за 50 лет, прошедшие со времени I тура обследования (1955–1961) площадь таких территорий, сложенных полугидроморфными аналогами черноземов увеличилась на 103 тыс. га и в настоящее время составляет 244 тыс. га.

Черноземы, являясь «…зеркалом ландшафта», обладают целым набором уникальных свойств, основное из которых - высокая буферность, т. е. способность противостоять изменению свойств, являющихся условиями стабильного функционирования агроландшафтов.

Агроландшафты оказались очень чувствительными к внешним воздействиям, что привело к выходу ландшафтных систем из равновесия по прошествии определенного времени техногенного воздействия.

Особенность развития современного локального переувлажнения в условиях интенсивного земледелия состоит в том, что оно является следствием труднопрогнозируемых процессов физической деградации почв и, в тоже время, служит ее причиной.

Приступая к анализу изменения свойств почв в процессе гидроморфной деградации, необходимо определить понятия – *переувлажнённые, гидроморфные, заболоченные почвы, гидроморфная деградация*, поскольку эти важные термины далеко не всегда трактуются однозначно.

а) по Зайдельману переувлажнением почв следует понимать такое их состояние, которое наступает при влажности выше предельной полевой влагоёмкости (состояние, близкое к нижнему пределу текучести или выше этого предела).

Согласно отраслевому стандарту ОСТ 23.001–96 «Процессы затопления и подтопления» [22], переувлажнение почв трактуется как состояние почв, когда содержание влаги в них превышает 85 % НВ в почвах тяжелого, или 95 % НВ в почвах легкого гранулометрического состава.

б) почвы, которые не только переувлажнены (кратковременно, длительно или постоянно), но и обладают вполне очевидными признаками гидрологического воздействия па минеральный субстрат в анаэробных условиях являются собственно гидроморфными (по Зайдельману).

В прикладном отношении существенно, что присутствие признаков переувлажнения далеко не всегда свидетельствует о негативном влиянии переувлажнения на продуктивность сельскохозяйственных культур. Поэтому из общей группы гидроморфных почв необходимо выделить

в) заболоченные почвы, т. е. такие гидроморфные минеральные почвы, в которых застой гравитационной влаги любого происхождения столь продолжителен, что вызывает угнетение или гибель сельскохозяйственных растений.

д) гидроморфная деградация – это необратимое изменение всего комплекса свойств почв под влиянием переувлажнения, приводящее к потере плодородия, а в итоге – к смене генетической принадлежности почв.

е) мочарным ландшафтом (син. – мочар, мочак) – называется *переувлажненная территория степной зоны, возникшая под влиянием естественных (первичных) или антропогенных (вторичных) гидрологических факторов, отличающаяся наличием увлажненных почв и гидрофильной растительности.*

ж) гидрометаморфизм – это совокупность двух взаимообусловленных и, как правило, одновременно протекающих процессов – гидроморфизм и слитогенез.

Таблица 15 – Распространение площадей переувлажненных земель (ППЗ) на территории Краснодарского края

Наименование районов и городов	Площади переувлажненных земель с.-х. угодий, тыс. га	Площади переувлажненных земель в % от площади с.-х. угодий
Динской	28,6	29,7
Ейский	38,1	25,6
Калининский	24,1	22,8
Тимашевский	23,5	20,5
г. Краснодар	11,7	27,1
Абинский	38,0	60,3
Северский	40,3	71,4
Лабинский	24,6	18,5
Отрадненский	49,8	30,5
Мостовской	25,3	32,4

Номенклатура почв по Классификации и диагностике почв СССР. 1977г. (*К 1977*) и Классификации почв России.

2004 г (*К 2004*) [8, 9] определяют названия переувлажненных и гидрометаморфизованных почв.

В зависимости от геоморфологического района почвы (изначально черноземы) будут именоваться:

а) Азово-Кубанская низменность:

К 1977 – луговато- и луговочерноземные уплотненные, луговые слитые, *К 2004* – Агротемногумусовая квазиглеевая слитизированная глинисто иллювиированная агрогенно переуплотненная;

б) Кубанская наклонная равнина:

К 1977 – черноземы слабо-, средне-, сильномочаковатые, К 2004 – темные слитые глееватые (квазиглеевые), глеевые.

7.2 Факторы развития переувлажнения и гидрометаморфизма

На *Азово-Кубанской низменности* Возникновение переувлажненных земель в степном равнинном ландшафте связано с просадочными явлениями и образованием бессточных замкнутых понижений – западин, в которых в зимне-осенний период скапливаются атмосферные осадки.

Процесс образования все новых и новых микропонижений, а также расширение площадей уже имеющихся западин носит прогрессирующий характер и сопровождается довольно быстрой деградацией почв от переувлажнения и подтопления.

Причинами роста площади замкнутых понижений являются как природные, так и антропогенные факторы, причем последние, иногда имеют ведущее значение.

На *Кубанской наклонной равнине* динамику ППЗ и ее связь со структурой почвенного покрова трудно установить в связи с весьма неоднозначным подходом к картированию этого региона, большой долей субъективизма в диагностике мочаковатых, уплотненных, слитых почв с одной стороны и особенностями учета ППЗ – с другой.

Существует ***2 типа факторов (природные предпосылки и антропогенные факторы).***

7.2.1 Природные предпосылки

Нами выделены следующие группы факторов, обусловленных естественных развитием территории:

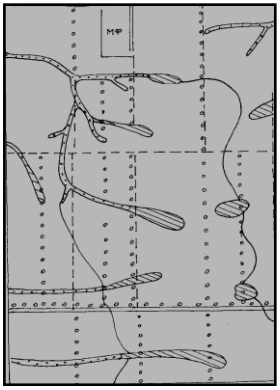
– *климатические* – сезонная, годовая и многолетняя цикличность метеорологических показателей – атмосферных осадков, температурного режима, испаряемости. Основным источником влаги на территории распространения переувлажненных почв являются атмосферные осадки, однако *прямой зависимости ППЗ от величины годовой суммы осадков не наблюдается*. Из этого следует, что иные, не климатические факторы могут занимать в процессе распространения ППЗ не менее важное, а иногда и ведущее положение.

– *геоморфологические* – формирование условий накопления, перераспределения поверхностного стока за счет геоморфологических структур разного уровня (мега-, мезо-, микро - и нанорельеф, как современный, так и древний).

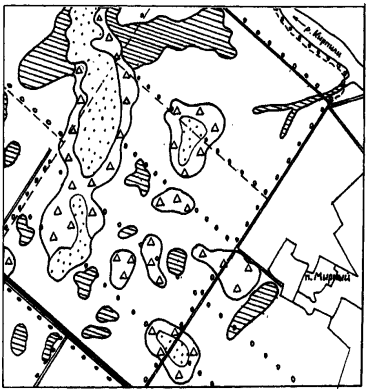
Анализ картографических, литературных материалов и личных наблюдений приводит к выводу, что *развитие гидрометаморфизма черноземов на водораздельных пространствах связано главным образом с развитием бессточных понижений.*

Остановимся подробнее на выявлении динамики геоморфологического облика изученной территории, а также связанным с ней ростом площадей переувлажняемых земель

Для анализа выбрано два участка, приуроченных к разным ландшафтным урочищам:



а



б

Рисунок 9 – Фрагменты почвенных карт Тимашевского района Краснодарского края:
а) пониженная равнина; б) водораздельная территория

Первый участок (рисунок 9 а) – пониженная равнина с многочисленными депрессионными формами мезо - и микрорельефа.

Второй участок (рисунок 9 б) – водораздельная территория со слабовыраженным эрозионным рельефом, пониженными элементами рельефа являются балки с разветвлённой сетью притоков. Подобные участки типичны и многочисленны в данных ландшафтах.

Процессы, происходящие в крупных западинах Ейского района, несколько иные. В настоящее время преобладает мнение, что, покров подов составлен из концентрических «вложенных» почвенных контуров, начиная от зональных черноземов к солодям, через промежуточные разновидности гидроморфного ряда– луговато-черноземные и лугово-чернозёмные почвы с усилением признаков оглеения и осолодения.

Появление морфологических признаков гидрометаморфизма означает начало просадочных явлений в зоне досягаемости капиллярного горизонтального подтока почвенной

влаги. Этому способствует повышенная водопроницаемость почв переферийных частей западины (лугово-черноземных), в определенной мере перехватывающих поверхностный склоновый поток в средней части склона и создающих дополнительные запасы почвенной влаги для горизонтального подпитывания толщи неизмененного лёссовидного грунта плакора.

Изменение подового понижения после инициальной просадки состоит в расширении ареала промачивания в сторону наименее выраженных склонов

Именно этот процесс, начинающийся с усиления гидроморфизма и просадок в нижней части склона западин, определяет деградационный характер эволюции почвенного покрова.

Гидрогеологические факторы. Естественная дренированность территории обычно связана с геоморфологией характером отложений (генезисом, свойствами) зоны аэрации, структурой баланса грунтовых вод (соотношением приходных и расходных статей), уровнем грунтовых вод и их амплитудой. Замкнутые элементы рельефа, независимо от его генезиса, характеризуются низкой естественной дренированностью, а часто и вообще её отсутствием. В степной, равнинной части края роль естественных дрен играли степные реки с разветвлённой балочной системой, в настоящее время они полностью зарегулированы, превратились в цепь прудов, что способствует росту ППЗ.

– *литологические* – наличие литологической неоднородности, формирование внутреннего рельефа за счет разной сработки стратиграфических слоев дифференциации водно-физических характеристик в пределах даже одного литологического слоя, наличие погребённых почв.

– *Литологические факторы.* Наличие литологической неоднородности, формирование внутреннего рельефа за счет разной сработки стратиграфических слоёв дифференциации водно-физических характеристик в пределах даже одного

литологического слоя, наличие погребённых почв создает предпосылки проявления переувлажнения и гидрометаморфизма: почвообразующими черноземов породами повсеместно являются лёссовидные отложения, одной из важнейших особенностей их является просадочность о чем подробнее говорится выше. Водопроницаемость деградированных лёссов уменьшается до 0,001–0,0001 м/сут, они становятся практически водонепроницаемыми. Деградация лёссовидных почвообразующих отложений и формирование слитого горизонта в почвах – звенья одной природной цепи. Они одновременно являются следствием и причиной нарастающего процесса переувлажнения почв.

В почвах Азово-Кубанской низменности наличие водоупорных, практически водонепроницаемых прослоек служит причиной выклинивания на поверхность или в профиль почвы грунтовых вод (ключей).

7.2.2 Антропогенные факторы

По влиянию на распространение ППЗ антропогенные факторы можно разделить на две группы:

– регионального воздействия;

– локального влияния.

Антропогенные факторы локального воздействия крайне разнообразны, но общее у них - ограниченное относительно небольшими площадями влияние на процесс переувлажнения земель. Однако суммарное влияние локальных факторов не уступает влиянию факторов регионального воздействия.

Из 554 тысяч га ППЗ, выявленных в 1997 г., половину (50,5 %) составили переувлажненные земли, появившиеся вследствие антропогенного воздействия на природную ситуацию.

Выделяют 2 группы антропогенных факторов локального воздействия, связанных с:

а) землеустроительной деятельностью;

б) агротехнической деятельностью.

К первой группе факторов следует отнести *планировку полей, строительство дорог и каналов в насыпях, переезды на балках, террасирование, неправильное расположение лесополос.*

Так как направление стока и направление дефляционноопасных ветров совпадают (с востока на запад), то перегораживание стока наблюдается повсеместно.

Ко второй группе следует отнести способы обработки почвы сельскохозяйственными орудиями приводящие к образованию очагов локального переувлажнения – вспашка поперек направления естественного стока, распашка тальвегов балок, проходы тяжелой сельскохозяйственной техники и др.

Проведение различных технологических мероприятий (строительство дорог в насыпях, сооружение дамб и прудов на степных реках, проведение планировок территорий, разведение лесополос, орошение, обработка почв тяжелой техникой в период увлажнения) и несоблюдение рекомендаций по предупреждению переувлажнения и устранению переуплотнения почв западин, значительно изменили гидрологический режим территории края. *При этом в первую очередь изменились условия естественной дренированности. Зарегулированные степные реки практически перестали выполнять роль естественных дрен.*

7.3 Оценка ущерба от гидрометаморфизма почв

Проблема состоит в том, что при использовании гидрометаморфизованных почв в сельскохозяйственном производстве (пашне) возникает, с одной стороны, необходимость повышать затраты на производство, с другой – они не приводят к росту урожая, а напротив, наблюдается его уменьшение.

Для оценки влияния исследованного процесса предложено использование балла бонитета почв и зернового эквивалента.

Необходимо также отметить определенные ограничения в применении зернового эквивалента к гидрометаморфизованным почвам, связанные с периодичностью получения урожая озимых зерновых (основной компонент):

– луговато- и лугово-черноземные уплотненные почвы – 7 раз в 10 лет;

– лугово-черноземные слитые почвы – 5 раз в 10 лет;

– луговые слитые почвы 2–3 раза в 10 лет;

– черноземы слабо- и среднемочаковатые 2–3 раза в 10 лет

Анализ данных по зерновому эквиваленту приводит к следующим выводам:

1. Развитие гидрометаморфизма снижает производственную ценность почв:

– Азово-Кубанской низменности на 25–47 % (14–26,5 ц/га);

– Кубанской наклонной равнины на 39–54 % (21–29,4 ц/га).

2. Ущерб (в ценах 2013 г.) от гидрометаморфизма за счет недополученной продукции и с учетом динамики площадей почв за период 35 лет составляет в целом 2 436 000 тыс. руб., из них:

– по Азово-Кубанской низменности 1 260 000 тыс. руб.,

– по Кубанской наклонной равнине 1 176 000 тыс. руб.

7.4 Мероприятия по борьбе с переувлажнением и гидрометаморфизмом почв

Бороться с процессом вероятно можно, если имеются методы воздействия на факторы, его вызывающие.

Понятно, что на климат мы не можем воздействовать при всем своем желании.

Изменения в геоморфологическом облике территории вследствие возникновения замкнутых понижений также необратимы.

Остается одно: техногенное воздействие в направлении регулирования поверхностного стока и (или) переведении его во внутрипочвенный.

На этом и основывается концепция борьбы с переувлажнением земель в крае.

Суть концепции заключается в выделении определенных этапов мелиораций, специфического состава этих этапов и очередности их реализации.

Концепцией предусматривается три группы мелиораций, выполняемых в три последовательных этапа:

– *группа региональных гидротехнических мелиораций;*

– *группа локальных гидротехнических мелиораций;*

– *группа почвенных мелиораций.*

Нас интересует только третий этап, при котором выполняется следующая группа почвенных мелиораций:

– *агротехнические мероприятия по отводу избыточных вод;*

– *агротехнические мероприятия по повышению водоёмкости почв;*

– *химические и удобрительные мелиорации;*

– *организационные мероприятия.*

Опыт показал, что наиболее эффективными *мероприятиями по отводу избыточных вод из почвы* (при поверхностном переувлажнении) являются:

– нарезка борозд глубиной 0,3 м через 1,5–3 м (бороздование);

– нарезка щелей глубиной 0,35–0,50 м через 1,5–3,0 м (щелевание);

– нарезка кротодрен на глубине 0,350–0,450 м через 1,5–3,0 м (кротование);

– вывод борозд, щелей и кротовин в открытый оперативный дренаж (дрены-собиратели глубиной 0,6–0,8 м).

Мероприятия по повышению водоёмкости почв заключаются в следующем:

– сплошное рыхление на глубину 0,35–0,45 м;

– рыхление на глубину 0,5–0,7 м по полосам через 0,7–1,0 м.

Химические удобрительные мелиорации включают:

– внесение кальциевых мелиорантов (дефеката, фосфогипса и их смеси).

– внесение минеральных удобрений; норма внесения определяется по соответствующим картограммам;

– внесение навоза нормой 40–50 т/га за ротацию;

– внесение измельченной соломы (при отсутствии навоза) нормой 10 т/га за ротацию при годовой норме 2,0–2,5 т/га с одновременным внесением азотных с удобрений из расчета 10 кг действующего вещества (азота) на 1 тонну соломы;

– запашка зеленой массы (сидератов) преимущественно многолетних трав.

Все эти почвенно-мелиоративные мероприятия относятся к мероприятиям по уменьшению негативных последствий от переувлажнения земель.

Полностью восстановить потенциальное плодородие гидрометаморфизованных почв уже невозможно. Поэтому основной упор в борьбе с переувлажнением почв должен быть сделан на предотвращение дальнейшего вовлечения черноземов в процесс деградации.

Наиболее эффективно решить проблему деградации почв могут *организационные мероприятия*, включающие *формирование агроландшафтов и внедрение почвозащитной системы земледелия.*

В разработанной научно-исследовательскими и проектно-изыскательскими учреждениями агроландшафтной организации территории края предусмотрено:

– оптимальное соотношение угодий и их биоразнообразие;

– образование микрозаповедников и полезной энтомо- и зоофауны.

Экономическая эффективность внедрения агроландшафтной системы земледелия не всегда имеет место. Она в большей степени призвана решить экологические проблемы.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит различие определения термина «… переувлажненные почвы» по ГОСТу и по Ф. Р. Зайдельману?
2. Каково соотношение роли природных предпосылок и антропогенного фактора в развитии переувлажнения почв?
3. В чем различие понятий *гидрометаморфизм*, *переувлажнение*, *заболачивание*?
4. В чем состоит сущность гидрометаморфизма почв?
5. С чем связан ущерб от гидрометаморфизма почв?
6. На чем основаны принципы борьбы с переувлажнением и гидрометаморфизмом?

8 ПРОЦЕССЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ НАРУШЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВ

8.1 Гумусное состояние и его изменение в почвах

Органическое вещество почвы образовалось и накопилось в ходе почвообразования и поэтому содержание гумуса, его состав, свойства и распределение по профилю относится к числу *важнейших почвенных признаков*, отражающих историю развития почвенного покрова. Вместе с тем известно, что эти признаки могут быстро реагировать на изменение условий почвообразования (смену растительного покрова, изменение состава и функций почвенной биоты, на внесение минеральных и органических удобрений, загрязнение почв тяжелыми металлами, нефтепродуктами, осушение и орошение и т. д.).

Потеря гумуса, как правило, сопровождается ухудшением почвенных свойств, что связано с уменьшением содержания доступных для растений и микроорганизмов биогенных элементов – углерода, азота, серы, отчасти фосфора и др.; ослаблением микробиологической активности почв; изменением структуры почв и окислительно – восстановительного потенциала. Такие изменения сопровождаются снижением плодородия.

В числе важнейших причин, вызывающих дегумификацию и влияющих на состав гумуса Орлов (1992) называет нижеследующие [13]:

– усиленная минерализация органического вещества пахотных почв, особенно при интенсивной обработке и низких урожаях;

– малое поступление корневых, пожнивных остатков и органических удобрений;

– ускорение минерализации вносимых органических удобрений;

– потери органических веществ в результате развития эрозии, дефляции и других негативных процессов;

– отчуждение части пахотного слоя в результате некоторых агротехнических мероприятий и при уборке урожая;

– ускорение минерализации гумуса при регулировании водного режима почв и при некоторых химических мелиорациях.

При оценке состояния гумуса рекомендуется учитывать консервативные, относительно устойчивые вещества и лабильные соединения.

Консервативные вещества – это гуминовые кислоты, их соли – гуматы, гумин, которые формируются и сохраняются в вековых циклах и характеризуют типовые признаки почв.

Лабильные соединения – это фульвокислоты, их соли − фульваты и другие подвижные компоненты органического вещества; все они участвуют в биохимических почвенных процессах и выполняют многие защитные функции в отношении устойчивых компонентов.

Установлено, что распад гумуса всегда имеет *двухстадийный характер: сначала идет разложение лабильных соединений, а затем более устойчивых.* Если лабильного компонента мало, то развивается общая дегумификация с разложением устойчивых фракций гумуса [14].

Изложенные положения позволяют сделать очень важный практический вывод: *для сохранения долгосрочной основы гумуса (гуминовых веществ), требуется обогащение почв лабильными компонентами, которых много в свежих растительных остатках, в компостах, в любом навозе.*

Уровень содержания и накопления гумуса в любых почвах, независимо от мощности гумусовых горизонтов, тесно связан с:

– характером обработки почвы, типом возделываемых культур;

– количеством поступающих растительных остатков;

– применением удобрений и другими факторами и условиями.

Соотношение консервативных и лабильных компонентов ($C_{г.к.}/C_{ф.к}$) в гумусе степных почв превышает 11,5, а в лесных значительно меньше. Отсюда ясно, что устойчивость выше у

степных почв. Для этих почв необходимо обеспечивать сохранение самого гумуса и его качественного состава.

В кислых почвах следует повышать долю устойчивых гуминовых компонентов путем окультуривания (известкование, внесение органических и минеральных удобрений, травосеяние, сидерация).

8.1.1 Проблемы регулирования гумусного состояния

Исходными позициями концепции управления гумусным состоянием почв, по мнению Орлова и др. [14], должны быть *сохранность и повышение устойчивости гумуса и обеспечение его накопления.*

И. С. Кауричев (1993) [4] указывает, что *оподзоливание, осолонцевание, оглеение, осолодение и накопление солей отрицательно влияет на режим синтеза и разложения органического вещества,* что *требует комплексного улучшения многих химических и физических свойств почв.* Непринятие необходимых мер в каждом отдельном случае неизбежно приводит к деградации почвенных свойств, снижению плодородия.

В. И. Кирюшин (2000) [4] считает, что для каждой почвы должен быть определен *интервал оптимального содержания* гумуса, где за нижний его предел принимается содержание, несколько превышающее *критический уровень*, а верхний определяется экономической и экологической целесообразностью повышения гумусированности.

Под *критическим содержанием гумуса* понимается такое его содержание, ниже которого существенно *ухудшаются свойства почв* и их *способность сопротивляться антропогенным нагрузкам.*

Для дерново-подзолистых почв это происходит при содержании гумуса ниже 1 %, а для почв черноземной группы – менее 2 %.

В настоящее время нет строгой теоретической концепции направленного регулирования гумусного состояния почв.

Анализ изученности этой проблемы позволяет сделать некоторые выводы.

Распашка целинных почв и последующее их использование под сельскохозяйственные культуры влечет за собой некоторую потерю гумуса и азота, что указывает на возникновение деградационных процессов. В числе главных причин выступают прежде всего следующие: сильное снижение количества растительных остатков, в том числе корневых при замене целинного ценоза на культурные посевы любого вида, усиление аэрации почвы, интенсификация деятельности почвенной микрофлоры, борьба с сорной растительностью.

О влиянии культурной растительности в сравнении с естественной на содержание гумуса основных почв Краснодарского края свидетельствуют данные (таблица 16).

Таблица 16 – Содержание гумуса в почвах Краснодарского края под естественной и культурной растительностью

Почвы	Глубина, см	Гумус в почве под растительностью, %		Снижение гумуса, %
		естественной	культурной	
Черноземы типичные	0–30	5,3	4,5	15
	30–40	4,8	3,9	19
	40–50	3,8	3,6	5
Черноземы обыкновенные	0–30	4,2	3,9	7
	30–40	3,6	3,4	5
	40–50	2,9	2,8	3
Черноземы южные	0–30	3,2	2,8	13
	30–40	2,1	1,8	10
	40–50	1,2	1,1	8

Сохранение гумуса и обеспечение его устойчивости требует применения очень высокой культуры земледелия, что проявится в резком повышении урожайности возделываемых культур.

8.2 Защита почв от деградации химических свойств

В историческом аспекте проблемы деградации химических свойств изменились.

В 70–80-е гг. XX в. существовали проблемы, связанные с негативным воздействием высоких доз минеральных удобрений:

– изменение кислотно-основных свойств почв;

– загрязнение почв балластными веществами;

– непроизводительные потери минеральных удобрений из корнеобитаемого слоя почвы, что вызывало загрязнение грунтовых вод.

Таблица 17 – Дозы минеральных удобрений и урожай зерновых в некоторых странах Европы 1995–1997 гг.

Страны	Средние дозы минеральных удобрений, кг/га (д. в.)			Средний урожай, ц/га
	N	P	K	
Австрия	79,3	38,1	44,5	54,0
Болгария	31,6	2,7	4,2	19,6
Великобритания	221,0	64,0	79,6	73,2
Германия	148,5	35,1	54,6	62,8
Нидерланды	418,0	70,1	81,3	83,0
Россия	***8,4***	***2,7***	***3,1***	***13,0***
Украина	18,4	3,6	5,3	20,1
Швеция	71,5	17,4	19,2	49,3

Вместе с тем изменения почвенного плодородия *имели разнонаправленный характер.* С одной стороны улучшался пищевой режим, с другой – в ряде случаев происходило ухудшение некоторых свойств почв: снижались содержание гумуса, микробиологическая активность, физико-химические и физические показатели. Высокие дозы минеральных удобрений и мелиорантов способствовали накоплению в почве некоторых токсичных соединений, о чем пойдет речь в соответствующем разделе

Во второй половине 90-х гг. акцент сменился в сторону проблем, связанных с недостаточным применением минеральных и органических удобрений, а также мелиорантов.

Последнее десятилетие характеризовалось практически экстенсивным использованием земельных ресурсов – вынос основных питательных макро- и микроэлементов *часто превышал поступление их в почву, в результате чего на пашне страны сложился резко отрицательный баланс NPK.* При сохранении существующей ситуации с применением удобрений, агрохимические свойства и плодородие почв будут и в дальнейшем ухудшаться, что может привести к необратимым последствиям, связанным с деградацией почв.

В какой-то степени этому способствует *насыщение севооборотов пропашными культурами. Для достижения уравновешенного и положительного баланса гумуса во всех зонах страны необходимо максимально использовать все виды органических удобрений, с учетом особенностей каждой м*естности: навоз, навозные стоки, торф и компосты на его основе, солома, сидераты, сапропель, отходы коммунального хозяйства и промышленности, При этом следует осуществлять контроль их состава, а при необходимости – очистку от вредных веществ.

В настоящее время для предотвращения развития деградационных процессов в почвах, оптимизации режима питательных макро- и микроэлементов необходимо, прежде всего, реализовывать системы удобрений в земледелии страны.

8.3 Применение удобрений и охрана почв

Ведение интенсивного земледелия невозможно без применения удобрений. Помимо обеспечения минеральными и органическими удобрениями зерновых, пропашных и технических культур, требуются подкормки лугов и пастбищ. Химизация сельского хозяйства должна быть грамотным меро-

приятием и не допускать избыточных внесений удобрений и мелиорантов, приводящих к их потерям и загрязнению почв и грунтовых вод. Постоянно ведутся исследования по совершенствованию систем удобрений под разные культуры, поиск новых форм, преимущественно сложных (комплексных), уточняются оптимальные дозы, сроки внесения и виды удобрений.

Избыток азотных удобрений нежелателен, так как азот снижает устойчивость растений к пониженным температурам. Кроме того, нитратная форма азота не сорбируется почвой, легко вымывается и попадает в грунтовые воды, а это не допустимо, так как ПДК азота нитратов в питьевой воде не превышает 10 мг/л. Источником избытка аммиачного азота в почве служат отходы животноводства и городские сточные воды, которые могут создавать очаги аномально высокого содержания азота и фосфора.

Перспективный путь решения азотной проблемы – культивирование биологических источников азота путем расширения площадей посева бобовых культур (горох, соя, нут, вика люцерна, клевер и др.), *накапливающие азот.*

Главная проблема применения фосфорных удобрений заключается в присутствии в них балластных соединений. В суперфосфате, даже в гранулированном, содержится до 80 % гипса, который полезен лишь для солонцовых почв. Иногда в суперфосфате присутствуют токсичные соединения кадмия и фтора, унаследованные от некоторых апатитов. *В связи с низкой растворимостью почвенных соединений фосфора в пахотном слое получаем зафосфачивание почв.*

Из калийных удобрений наиболее распространен *хлорид калия. Его применение ведет к накоплению в почве ионов хлора, который неблагоприятен для ряда сельскохозяйственных культур и совсем не желателен для почв южных регионов* (зоны черноземов южных и каштановых почв сухой степи). Здесь лучше использовать калийную селитру и сульфат калия.

Применение избыточных количеств удобрений недопустимо ещё и потому, что возникает опасность ухудшения качества продуктов питания и загрязнения сопряженных с почвой атмосферы и природных вод.

8.4 Химическое загрязнение и детоксикация почв

Под *загрязнением почвы* понимают поступление на её поверхность, а затем и в её толщу загрязнителей, *не разлагаемых* в процессе *самоочищения* и потому вызывающих изменения физических, химических и биологических характеристик. Загрязнение может быть *природным*, происходящим вне влияния человека (например, извержение вулкана, селевый поток и т. п.) и *антропогенным*, обусловленным хозяйственной деятельностью, которое, обычно, и имеется в виду при обсуждении проблем загрязнения.

В настоящее время известно много видов загрязнения, вызванных различными загрязняющими веществами: *пестицидами, канцерогенными углеводородами (бенз(а)пирен), нефтью и нефтепродуктами, радиоактивными веществами*

Загрязнение почв происходит разными путями: в форме атмосферных выпадений, вследствие химизации сельского и лесного хозяйства, за счет коммунальных отходов, отвалов, свалок, строительного мусора, разливов нефти и т. д.

8.4.1 Охрана почв от загрязнения пестицидами

Пестициды это ядохимикаты по борьбе с сорняками (*гербициды*), с грибковыми болезнями растений (*фунгициды)*, с бактериями *(бактерциды), с* вредными насекомыми *(инсектициды),* грызунами *(зооциды),* моллюсками *(лимациды),* с круглыми червями *(нематоциды),* с тлями *(афициды).* К гербицидам относятся также *арборициды,* применяемые для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности. Близки к ним и химические средства стимулирова-

ния и торможения роста растений, препараты для удаления листьев *(дефолианты)* и подсушивания растений *(десиканты)*

Пестициды широко применяются в сельском хозяйстве и сохраняют более 30 % урожая.

Самую обширную группу веществ среди пестицидов как по масштабам практического применения (40–50 %), так и по ассортименту (40 %) составляют гербициды. С помощью гербицидов удается при малых затратах и в относительно короткий срок снизить засоренность полей на 70–95 %, что оказывает благоприятное влияние на режим питательных веществ в почве, повышает эффективность использования органических и минеральных удобрений. *По мнению специалистов сельского хозяйства* [12], *без гербицидов невозможен переход на индустриальную систему земледелия*. Они являются хорошим дополнением к системе агротехнических мер в борьбе с сорняками.

Признавая несомненный положительный эффект применения пестицидов, следует учитывать возможное побочное их действие на другие природные экосистемы.

При обработке посевов пестицидами основная часть их накапливается на поверхности почв и растений.

Наибольшее применение до первой половины 90-х гг. находили пестициды группы органических соединений: *хлорированные углеводороды (гексахлоран и др.), диены (альдрин, севин и др.), сложные эфиры фосфорных кислот карбаматы (карбин, тиллами др.), замещенные мочевины (фенурон, монурон и др.).*

Часть пестицидов улетучивается, какое-то количество их подвергается *фотолизу* (разложение под действием ультрафиолета солнечных лучей). Проникая в почву, пестициды сорбируются органическими и минеральными коллоидами; сорбция их обратима.

Основными почвенными свойствами, определяющими их поглотительную способность, являются *содержание гумуса,*

гранулометрический и минералогический состав. Поэтому для получения одинакового гербицидного действия на почвах тяжелого состава требуется больше препаратов, чем на легких. Адсорбция гербицидов почвой в значительной мере зависит также и от внешних условий, таких как pH, температура, влажность. Так, *сухая почва адсорбирует больше токсикантов по сравнению с влажной, при этом способность к десорбции снижается*. Влияние температуры обусловлено тем, что адсорбция экзотермический процесс, поэтому при повышении температуры адсорбция уменьшается. Величина pH может влиять на свойства пестицидов и их сорбируемость: подкисление среды повышает их адсорбцию, а уменьшение кислотности при известковании, напротив, снижает.

Накопление остатков пестицидов в почве, прежде всего, зависит от свойств *токсиканта*. Наиболее стойкие – *хлорорганические соединения* и группа диенов. Они сохраняются в почве несколько лет. Кроме того, чем больше доза, тем длительнее сохраняется токсикант. Фосфорорганические соединения и производные карбомидной кислоты теряют свою токсичность менее чем за 3 месяца и при распаде не образуют токсичных метаболитов что делает эти соединения предпочтительными.

Избыток токсикантов может мигрировать с нисходящим гравитационным потоком и попасть в грунтовые воды. Накапливаясь в почве, они могут передаваться по пищевым цепям и вызывать заболевания животных и людей.

При внесении пестицидов авиаметодами возможно попадание их в почвы на больших площадях. Многие биоциды и их метаболиты обнаруживаются там, где их никогда не применяли (например, в Антарктиде).

Процессы *естественной детоксикации* идет активнее там, где наиболее интенсивны преобразование и минерализация органических веществ.

Одно из основных условий охраны почв от загрязнения пестицидами – создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений, а также *уменьшение их доз внесения в почву.*

Полная детоксикация биоцидов происходит лишь при их распаде на нетоксичные компоненты. Этому способствуют реакции окисления, восстановления и гидролиза. Наиболее активная роль в разложении принадлежит микроорганизмам, которые используют для своей жизнедеятельности углерод, азот, фосфор, калий входящие в составе пестицидов.

Охрана почв от избытка токсичных веществ (в том числе из удобрений) должна включать такой аспект, как применение *гранулирования форм субстратов, комплексных форм соединений;* кроме того, *необходимо использовать правильные технологии внесения удобрений, соблюдение правил хранения и транспортировки. Всё это предохраняет почвы от избытка агрохимикатов.*

8.4.2 Влияние на почву кислых осадков

Кроме прямых источников загрязнения почв (удобрения, мелиоранты, пестициды) на почву активно воздействуют загрязняющие вещества, содержащиеся в атмосферных выпадениях в виде дождя, снега, инея. Выпадающие кислые осадки имеют pH 3–4, а иногда – pH 2,4.

Изменения, происходящие в почвах индустриальных районов и на прилегающих территориях под влиянием кислых осадков, весьма актуальны в экологическом плане.

8.5 Радиоактивное загрязнение почв

С началом развития атомной энергетики и массового испытания ядерного оружия в атмосфере (50–60 гг. XX в.) особую актуальность приобрела проблема радиоактивного загрязнения природных компонентов, в том числе почвы.

Радиоактивное загрязнение почвы – это увеличение концентрации радиоактивных веществ в почвенном профиле вследствие антропогенной деятельности.

Негативными последствиями радиоактивного загрязнения являются:

– прямое воздействие ионизирующего излучения на компоненты почвенно-растительного покрова, животных и человека;

– ограничение возможности использования загрязненных почв в сельском хозяйстве, т. к. получаемая с таких земель продукция, как правило, имеет уровни концентрации, превышающие допустимые.

Как отмечают А. И. Щеглов и О. Б. Цветнова (2002), существенное радиационное поражение биоты в естественных условиях, включая полную гибель популяций и биогеоценозов, происходит при достаточно высоких плотностях загрязнения (более 1000 Ки/км^2). Такие плотности загрязнения, обычно, фиксируются в пределах участков, прилегающих к источнику выброса. На большей части загрязненной территории основным лимитирующим фактором является превышение дозы внешнего и внутреннего облучения человека. В качестве такого норматива *Международная Комиссия Радиационной защиты (МКРЗ) рассматривает среднегодовую дозу, равную 0,001 Зв (Зиверт – в системе СИ единица эквивалентной дозы).* Этот норматив несравненно ниже *величины летальной дозы, которая вызывает гибель биообъектов в 50 % случаев за 30 дней (ЛД $_{50/30}$).*

Для человека ЛД $_{50/30}$ составляет 2,5-3,5 Гр (Гр в системе СИ единица поглощенной дозы; 1 Гр = 1Дж/кг).

Радиоактивное загрязнение почв обусловливают две большие группы радионуклидов***: природные*** и ***техногенные***. Концентрация естественных радионуклидов в почвах существенно увеличивается за счет добычи, переработки, складирования природного сырья, производства и внесения удобрений, сжигания угля, использование шлаков золы для произ-

водства различных строительных материалов, а также в качестве удобрений и т. п.

Вследствие производства и применения удобрений, загрязнение почв природными радионуклидами неизбежно. С калийными удобрениями в почву поступает ^{40}K, с фосфорными – ^{238}U и продукты его деления.

Искусственные радионуклиды попадают в компоненты биосферы в результате ядерных взрывов. На поверхность Земли уже выпало до 40 МКи ^{137}Cs и около 25 МКи ^{90}Sr.

ППК почв сорбирует радионуклиды и долгое время их сохраняет. Поведение радионуклидов в почвах определяется целым комплексом факторов:

– химическими свойствами радиоактивных элементов;

– физико-химическими формами соединений радионуклидов в выпадениях;

– составом и свойствами почв;

– ландшафтными особенностями;

– климатическими показателями.

Поглощение и удержание искусственных радионуклидов одной и той же почвой возрастает в ряду: $^{106}Ru < ^{90}Sr < ^{137}Cs$. Стронций поглощается обменно, остальные – путем образования трудно растворимых гуматов, фосфатов, карбонатов, сульфатов, нередко замещая кальций в этих соединениях.

Радионуклиды поступают на поверхность почвы в составе аэрозолей, частиц диспергированного топлива, оплавленных частиц, минералов и т. п. Максимальная доля растворимой фракции радионуклидов отмечается в составе глобальных выпадений (30–90 %), наибольшая у стронция и цезия.

На поведение радионуклидов большое влияние оказывает фактор времени. Период достижения динамического равновесия нарастает по мере снижения растворимости радиоактивных выпадений. Растворимые органические вещества и подкисление среды повышает миграцию радионуклидов.

Итак, *подвижность радионуклидов в почвенной среде зависит от гранулометрического, минералогического состава, от свойств гумуса и реакции среды, наличия геохимических барьеров в профиле почвы*.

Перераспределение радионуклидов происходит как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Горизонтальная миграция наиболее заметна в период после выпадений и происходит прежде всего благодаря эоловому переносу. Минимальна она в лесных ценозах и максимальна в агроценозах с легкими почвами. Перенос радиоактивных веществ резко возрастает при пожарах.

Вертикальное перераспределение радионуклидов во всех почвах идет очень медленно с линейной скоростью от десятых долей до 2 см в год (почва – биогеохимический барьер). Как показали исследования Ф. А. Тихомиров, А. И. Щеглов (1997), в Чернобыльской зоне основная часть радионуклидов в течение длительного времени остается в пределах верхних 10 см почвы, а в лесах они накапливаются в лесной подстилке и в нижележащем слое толщиной 1–2 см.

Вертикальная миграция радионуклидов связана со следующими факторами: диффузия ионов, перенос с током влаги, перенос корневыми системами растений, лессиваж, роющая деятельность почвенной мезофауны, хозяйственная деятельность.

Влияние этих факторов неравнозначно. Оно меняется в зависимости от времени после выпадений, почвенно-климатических и биоценотических условий. Корневые системы накапливают радионуклиды больше, чем окружающая почвенная масса. С глубиной это различие увеличивается. Дождевые черви активизируют перераспределение радионуклидов, что особенно заметно по тем почвам, где много червей.

Вспашка приводит к интенсивному перемешиванию радионуклидов в пахотном слое.

Наибольшее влияние на интенсивность миграции радионуклидов в почвенном профиле оказывает водный режим (наиболее сильный вынос происходит при промывном водном режиме, а при выпотном – минимальный).

Охранные мероприятия на загрязненных территориях направлены на снижение негативных последствий и включают следующие контрмеры:

– *ограничение обычной деятельности;*

– *мелиоративные меры;*

– *разработка стратегии использования территории и продукции.*

Период ограничений зависит от плотности загрязнения и экспозиционной дозы и может варьировать от нескольких недель до десятков лет.

К числу наиболее эффективных мер в растениеводстве относится *подбор видов и сортов растений с минимальным уровнем накопления радионуклидов.* В животноводстве важную роль играет откорм животных чистыми кормами, а также использование специальных добавок сорбентов, подавляющих переход радионуклидов в молоко.

Мелиоративные мероприятия – *внесение сорбентов (цеолитов, вермикулита и т. п.), органических и минеральных удобрений, извести – способствует снижению поступления радионуклидов в растения.*

В земледелии существенное снижение их накопления растениями достигается путем агротехнических приёмов*: вспашки с оборотом пласта, плантажной вспашки, что приводит к заглублению радиоактивных веществ*, в результате чего снижается их накопления в сельскохозяйственной продукции в 24 раза.

Альтернативная стратегия использования загрязненной территории строится без применения специфического воздействия. Например*, создание специальных заповедников* (таков Полесский радиоэкологический заповедник*); создание лесных посадок на сильно загрязненных пахотных угодьях.* В сель-

ском хозяйстве является целесообразным изменение структуры севооборотов, *выращивание технических культур, не используемых в пищевых цепях.*

Необходимы также контрмеры пропагандистско-информационного характера, направленные на обучение населения, проживающего на загрязненных территориях, действиям и приёмам, приводящим к снижению доз внешнего и внутреннего облучения, и возможному использованию продукции, получаемой с этих территорий.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы тенденции изменения гумусного состояния почв при их сельскохозяйственном использовании?

2. В чем состоят проблемы регулирования гумусного состояния почв ?

3. Внесение избыточных количеств удобрений приводит к ……. (продолжить фразу).

4. Что такое *остаточные количеств*а пестицидов и в чем состоит их вредоносность?

5. На чем основаны принципы борьбы с радиактивным загрязнением почв?

9 ПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ И ПРОФИЛЯ ПОЧВ

Патологическое состояние, наступающее вследствие отчуждения и выключения почв из действующих экосистем (промышленная эрозия почв) вследствие:

– отчуждения почв городами, поселками, дорогами и

– образования бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов.

9.1 Отчуждение и выключение почв из действующих экосистем

Отчуждение почв городами, поселками – естественные почвы и самоподдерживающиеся почвенные экосистемы в городе сохраняются в основном на территории природных комплексов: оставшихся участков леса, крупных парков. Их сохранение – необходимое условие существования полноценных экосистем.

На застроенных участках города образуется новый тип почв, так называемый «урбанозем».

В городе встречаются

– «запечатанные» территории под покрытием, непроницаемым для водного и воздушного обмена,

– открытые территории, которые могут быть озелененными, где почвы сохраняют свои экологические функции,

– не озелененными, где растительность представлена сорными и рудеральными видами, а почвы деградируют, теряя плодородие и основные свойства.

При градостроительстве необходимо ограничивать «запечатывание» почв и сохранить сеть соединенных между собой озелененных зон, преимущественно сохраняющих специфику природных экосистем. Необходимы мероприятия по рекультивации почв в промышленных зонах, разработка новых

методов, в том числе биотехнологических, создание микробных комплексов для этих целей.

Микробные сообщества в городских почвах имеют ряд особенностей.

По сравнению с естественными почвами в городских почвах средней полосы России резко снижено содержание мицелия грибов, основных почвообразующих организмов – деструкторов органических остатков. При этом ухудшаются условия роста растений.

Доля бактерий в почвенной биомассе увеличивается. Увеличивается также доля эвритопных микроскопических грибов. Формируются более упрощенные, чем в естественных условиях, микробокомплексы. На поверхности почвы увеличивается присутствие фитопатогенных грибов. На поверхностях городских сооружений, благодаря выпадению кислотных осадков, активно размножаются бактерии, разрушающие камень, бетон и деревянные покрытия. Зачастую представители этих видов микроорганизмов вызывают аллергические реакции у людей.

Отчуждение дорогами, линиями электропередач и связи, трубопроводами – накопление в почвах тяжелых металлов, частности свинца, загрязнение почв нефтепродуктами при эксплуатации и, особенно авариях

Отчуждение под карьеры – разрушение почвенного покрова вызывает и промышленная деятельность человека. Наиболее активное разрушение почвенного покрова и ландшафта в целом вызывает добыча полезных ископаемых открытым способом, который экономически высоко эффективен. Более 75 % продукции горной промышленности добывают открытым способом. При этом нарушают растительный и почвенный покровы, гидрологический и гидрохимический режимы территории.

Во многих странах значительные площади заняты карьерами, отвалами и терриконами. Твердые наносы и токсиче-

ские соединения загрязняют водотоки и этим дополнительно нарушают приблизительно равную разработкам территорию. В США нарушенная разработками площадь составляет более 1,3 млн га, в Англии – более 60 тыс. га, в Германии более 30 тыс. га.

В настоящее время рекомендована *селективная выемка и складирование гумусированных горизонтов почв для дальнейшего восстановления нарушенных территорий.*

При горных разработках на поверхность часто выносят малопригодные для произрастания растительности грунты или даже токсичные породы. Токсичность определяется минералогическим и солевым составом пород. Присутствие в породе пирита ведет при его выветривании к резкому подкислению среды. Через 30–40 дн после выноса такой породы на поверхность pH ее меняется от 5,5 до 2,1, резко возрастает содержание подвижных соединений железа, а содержание подвижного алюминия достигает токсичного уровня.

Вскрышным породам, как правило, свойственна высокая кислотность и очень высокая неоднородность как по химическим, так и физическим свойствам. Поэтому мелиорация вскрышных пород предусматривает известкование, внесение минеральных удобрений и гомогенизацию корнеобитаемого слоя.

Отчуждение под водохранилища – отношение объема воды, поступающей из водоема в грунт окружающей территории, к полному объему водохранилища составляет обычно 1–5 %. Например, для Рыбинского водохранилища, полный объем которого 25,4 км^3, отношение всего лишь 1,2 %. Но какую огромную роль в природных процессах на побережье играет этот, казалось бы, скромный объем влаги!

Явления, связанные с ролью водохранилищ в поступлении на окружающую местность дополнительной влаги:

– активизация оползней и провалы;

– изменения в химическом составе грунтовых вод;

– заболачивание земель в северных районах страны;
– засоление почв в степной и пустынной зонах;
– образование в отрицательных формах рельефа озер;
– просадочные явления, образование западин.

Воды водохранилища с большой силой давят на водоносные слои берегов. Скорость их проникновения в берег (фильтрация) зависит от механического состава пород, слагающих территорию. Коэффициент фильтрации – К от 500–1000 м/сут у трещиноватых известняков до 0,1 м/сут у глин.

Преобразования в почвенных и биологических процессах связаны также, но в меньшей степени с новыми чертами в метеорологическом режиме.

Интенсивность влияния водохранилища на почвенно-растительный покров определяется величиной подъема зеркала грунтовых вод по сравнению с их положением до образования водоема. Значительную роль играет литологический состав пород, слагающих берег, свойства растительности (тип леса, его возраст, бонитет и т. д.).

9.2 Образования бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов

9.2.1 Потеря почвой структуры или ее переуплотнение при обработке полей тяжелой техникой

За последние 25 лет осевые нагрузки тракторов и другого сельхозоборудования неуклонно увеличивались.

Многие большие полноприводные тракторы с двойными колесами мощностью 400 и более л. с., которые весят более 15 т, обычно имеют осевую нагрузку до 7500 кг на ось. Даже если общая масса гусеничных тракторов с колеями более чем с 6 осями, прикрепленными к гусеничной цепи, будет составлять 16 т, то вес одной оси будет составлять 2500 кг.

Преимущество тракторов с колеями над тракторами с двойными колесами состоит в том, что они уплотняют почву в меньшей площади колеи для колес. Уплотнение почвы потенциально глубже по мере увеличения глубины колеи.

Степень уплотнения почвы гораздо больше во влажных или увлажненных почвах. В разрыхленных или культивируемых почвах степень уплотнения почвы может быть значительнее. Как показали результаты исследования в Австралии, большая степень повреждения вследствие уплотнения в почвах – до 85 % – происходит при первом проходе сельхозтехники.

Основные физические, физико-механические и водные показатели почвы в совокупности определяют пригодность ее к механической обработке. Состояние почвы, при котором в процессе механической обработки она хорошо крошится и не прилипает к орудиям обработки, характеризуется физической спелостью. При таком состоянии почва физически спелая, созревшая и пригодна для качественной механической обработки. За пределами физической спелости почва обрабатывается плохо, процесс обработки требует большего тягового усилия, больших затрат труда, времени и средств. Поэтому почву надо обрабатывать только в момент физической спелости.

Физическая спелость почвы определяется гранулометрическим составом, структурой и содержанием гумуса и воды в почве.

Эти факторы неравнозначны. На почвах тяжелого гранулометрического состава, с большим содержанием физической глины влажность почвы оказывает первостепенное влияние на «поспевание» – готовность почвы к качественной обработке.

Оптимальная влажность при обработке тяжелых почв составляет 50 % полевой влагоемкости. Незначительное отклонение влажности от этой величины в большую или в

меньшую сторону делает почву непригодной для качественной обработки.

С уменьшением содержания в почве глинистых фракций утрачивает свое значение и влажность почвы. При этом расширяются верхняя и нижняя границы влажности для пригодности почвы к обработке.

Оптимальные сроки обработки почвы увеличиваются. Если тяжелоглинистые почвы имеют незначительный период готовности к обработке, исчисляемый минутами или часами, то с облегчением гранулометрического состава в связи с расширением границ влажности для пригодности к обработке этот период улиняется до нескольких дней.

Наряду с гранулометрическим составом и влажностью почвы на физическую спелость большое влияние оказывают содержание гумуса, структура и сложение. Эти факторы значительно расширяют границы влажности для пригодности почвы к обработке, так как высокогумусированные, хорошо оструктуренные почвы с высокой пористостью лучше поглощают избыточное количество влаги и медленнее отдают (теряют) ее, чем уплотненные почвы.

В практике сельского хозяйства о наступлении физической спелости судят по влажности почвы, а также по посерению гребней и по способности смятой в руке и брошенной с высоты 1–1,5 м почвы распадаться на отдельные комочки.

В результате агротехнического воздействия на почву (лущение, вспашка, культивация, боронование, прикатывание и т. п.) и естественных процессов (осадки, ветер, высушивание и т. д.) происходят изменения физических свойств почвы – образование плужной подошвы, почвенной корки.

Плужная подошва – это уплотненный слой почвы на границе пахотного и подпахотного горизонтов. Она значительно снижает поступление воды в почву, в подпахотные

слои ее, вызывает переувлажнение верхних слоев и увеличивает сток воды с полей даже при общем дефиците влаги.

Образуется плужная подошва в результате проведения основной обработки почвы в течение длительного времени примерно на одинаковую глубину.

Под тяжестью почвообрабатывающих машин, в основном плугов, происходит уплотнение почвы на глубине обработки. В то же время в результате длительной интенсивной обработки наблюдается разрушение структуры почвы. В ней возрастает доля пылевидных частиц. Эти частицы под действием воды и других факторов опускаются вниз по профилю, до уровня уплотненного почвообрабатывающими машинами слоя, аккумулируются в нем, *окончательно закупоривая поры и межагрегатные пустоты этого слоя, и практически превращают его в водоупорный, водонепроницаемый слой – плужную подошву*. Она ухудшает водный, воздушный и пищевой режимы, условия роста и развития культурных растений, снижает их урожайность.

Для предотвращения образования плужной подошвы и ее устранения необходима система дифференцированной обработки почвы, предусматривающая чередование различных (отвальной и без отвальной) разноглубинных технологий обработки почвы. Наряду с отвальной обработкой (вспашкой) следует шире применять безотвальные орудия – чизели, плуги типа «параплау» и т. д., учитывая реакцию возделываемых культур на эти способы обработки почвы. Чизели, плуги типа «параплау», имея значительно меньшую площадь соприкосновения с подпахотным горизонтом, значительно меньше и не по всей плоскости уплотняют почву и предотвращают формирование плужной подошвы.

Почвенная корка – это уплотненный слой самого верхнего горизонта почвы. Она служит механическим препятствием на пути появляющихся всходов культурных растений, значительно ухудшает газообмен почвы с приземным слоем возду-

ха, обрекая проростки культурных растений на кислородное голодание, способствует развитию болезней и в целом приводит к изреживанию и даже полному уничтожению всходов, резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Почвенная корка чаще всего образуется на полях, не занятых культурными растениями, преимущественно весной, до появления всходов или в процессе их появления. *Она – результат совместного действия антропогенных и естественных факторов: интенсивная систематическая механическая обработка почвы приводит к ухудшению ее структуры, накоплению пылевидных, илистых фракций, снижению водопрочности почвенных агрегатов.* Выпадающие на такую почву ливневые осадки усиливают распыление агрегатов, заиливают капилляры и межагрегатные поры верхнего слоя почвы, превращая ее после высыхания в сплошной, непроницаемый монолит.

Образованию почвенной корки может способствовать прикатывание почвы до наступления физической спелости, особенно на бесструктурных почвах. Выпадающие сразу после прикатывания осадки также усиливают этот процесс.

Приемы борьбы с почвенной коркой разделяют на долговременные и оперативные. К долговременным относятся мероприятия, улучшающие структуру и прочность агрегатов, а также способствующие повышению содержания органического вещества (гумуса) почвы.

К оперативным методам борьбы с коркой относятся механические приемы разрушения уплотненного слоя почвы: боронование довсходовое и по всходам, обработка почвы и посевов игольчатыми рабочими органами и т д. Формирование на поверхности почвы рыхлого мульчирующего слоя толщиной 1,5–2 см, прерывающего капилляры, препятствует возникновению почвенной корки или по меньшей мере снижает темпы ее образования и вредоносность. Поэтому в агрегате с

катками следует применять легкие бороны, которые и формируют этот мульчирующий слой.

Плужная подошва, корка, условия их образования и борьба с ними Физическая спелость земли Главные физические, физико-механические и водные показатели земли в совокупности определяют пригодность ее к механической обработке.

9.2.2 Вторичное осолонцевание черноземных почв

Вторичное осолонцевание черноземных почв распространено на орошаемых землях в степной части края. Осолонцевание почв или развитие солонцового процесса происходит при количестве обменного натрия более 5 % от емкости обмена. При этом возникают неблагоприятные для растений свойства солонцеватости: щелочность, дисперсность коллоидов, набухаемость, дефицит влаги, высокая плотность, физиологическая ядовитость катиона натрия.

Культурные растения также неодинаково реагируют на солонцеватость почв (таблица 19). Это необходимо учитывать для рационального использования солонцовых почв. При освоении солонцов после их мелиорации для создания благоприятного агробиологического фона и повышения плодородия высевают солеустойчивые растения. К ним относятся донник, суданская трава, пырей ползучий, регнерия волокнистая, пырей сизый. По мере окультуривания солонцов хорошие урожаи начинают давать пшеница и сорго.

Солонцеватость снижает урожаи большинства сельскохозяйственных культур. Для различных природных зон А. И. Серый обобщил материалы разных авторов по влиянию солонцеватости на уровень плодородия почв (таблица 18).

Неодинаков уровень плодородия солонцеватых почв для многолетних насаждений. Виноградная лоза более устойчива к солонцеватости, нежели плодовые деревья.

Таблица 18 – Относительная устойчивость растений к обменному натрию [4]

Неустойчивые	Среднеустойчивые	Устойчивые
Фасоль Кукуруза Грейпфрут Апельсин Персик Мандарин Яблоня Груша Черешня Слива Абрикос Костер безостый Клевер Люцерна Чай Турнепс Брюква Репа Картофель Миндаль	Морковь Клевер Овсянка высокая Салат-латук Овес Лук Редис Рожь Райграс Сорго Шпинат Помидоры Пшеница Вика	Люцерна Ячмень Свекла Свекла сахарная Хлопчатник Житняк Пырей Айва Рис Донник Суданская трава

Антропогенное осолонцевание почв может быть вызвано их загрязнением веществами, содержащими воднорастворимые соли натрия, включая и бытовые отходы. Однако особые бедствия от осолонцевания доставляет содовое засоление при орошении, а борьба с ним переросла в проблему мирового масштаба. Карбонаты и гидрокарбонаты натрия (Na_2CO_3 и $NaHCO_3$) – наиболее токсичные соли. Их присутствие вызывает глубокое негативное преобразование всей почвенной массы, как органической, так и минеральной. Возникающие отрицательные для почвенного плодородия явления в большинстве крайне трудноустранимы. Почвенный поглощающий комплекс при содовом засолении насыщается обменным натрием. Реакция почв становится сильнощелочной –

pH 9–11 – пределы, создающие для растений практически абиотическую обстановку.

Таблица 19 – Влияние солонцеватости на уровень плодородия почв

Степень солонцеватости почв и подтип солонцов	Уровень плодородия почв различных зон		
	лесостепная	черноземно-степная	сухостепная
Несолонцеватые	1,00	1,00	1,00
Слабосолонцеватые	0,80	0,88	0,88
Среднесолонцеватые	0,71	0,68	0,68
Сильносолонцеватые	0,59	0,55	0,55
Солонцы глубокие	0,55	0,55	0,60
Солонцы средние	0,45	0,45	0,50
Солонцы мелкие	0,30	0,30	0,40
Солонцы корковые	0,15	0,15	0,25

Опасность выщелачивания и содового засоления возникает при орошении черноземов степной зоны, где в составе почвообразующих пород преобладают засоленные лессовидные отложения, часто содержащие небольшие количества соды и в той или иной степени осолонцованные.

Нередко глубинная солонцеватость и присутствие соды обнаруживаются в пределах почвенного профиля.

Очень важным показателем качества поливной воды является содержание в ней остаточного бикарбоната натрия ($NaHCO_3$). Содержание в воде остаточного бикарбоната натрия (двууглекислой соды) определяется по формуле Итона:

$$NaHCO_3 = (HCO_3) — (Ca + Mg) \text{ мг-экв/л.}$$

Воды с содержанием бикарбоната натрия менее 1,25 мг-экв/л пригодны для орошения, от 1,25 до 2,5 – условно пригодны, более 2,5 мг-экв/л – непригодны для орошения.

Применение для орошения щелочной воды, помимо содового засоления, вызывает вторичное осолонцевание почв. Кроме того, вторичное осолонцевание почв получает развитие и при орошении водой, содержащей в своем составе повышенное количество катиона натрия. Для определения опасности осолонцевания почв поливной водой с неблагоприятным катионным составом используют формулу Ричардса:

$$SAR = Na+ : (\sqrt{} (Ca^{2+} + Mg^{2+}) : 2,$$

где SAR — натриевое адсорбционное отношение; Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} – содержание катионов, мг-экв/л.

Осолонцевание почв зависит не только от соотношения катионного состава в поливной воде, но и от ее минерализации. При минерализации воды 1, 2, 3 г/л опасность осолонцевания почв возникает соответственно при величинах SAR более 10, 6, 4.

В первую очередь процессам осолонцевания подвержены выщелоченные и малогумусные почвы с невысоким содержанием обменного кальция, обладающие малой буферностью по отношению к осолонцеванию. Для защиты почв при орошении от ощелачивания, содового засоления, осолонцевания необходимо периодически вносить в почву или с поливной водой небольшие дозы химических мелиорантов (гипс, минеральные кислоты), применять физиологические кислые азотные (сульфат аммония, аммиачная селитра, сульфат-нитрат аммония, аммофос, диаммофос) и кальцийсодержащие (суперфосфат простой и двойной) удобрения, вводить в севообороты многолетние бобовые травы.

Восстановление почв содового засоления требует одновременного применения глубокого дренажа, высоких доз химических мелиорантов (20–50 т/га серной кислоты, гипса),

промывок, больших норм органических, включая сидераты, и физиологически кислых азотных удобрений.

Осолонцевание и ощелачивание почв возникает, прежде всего, при орошении почв водой, содержащей соду или повышенные концентрации других натриевых солей. По устойчивости к солонцеватости и обменному натрию растения разделяют на группы, что необходимо учитывать при планировании рационального использования земель.

Вопросы для самопроверки

1. От чего зависит степень уплотнения почв при обработке их тяжелой техникой?
2. Что такое «почвенная корка» и как с ней бороться?
3. Механизм образования «плужной подошвы» и способы борьбы с ней?
4. Что такое «вторичное осолонцевание почв» и прогноз его развития?

10 ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ. СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

10.1 Ландшафтное районирование Краснодарского края

В основу современной системы рационального землепользования положен ландшафтно-адаптивный принцип. Суть его заключается в системном, комплексном подходе к использованию земли, формировании экологически сбалансированных агроландшафтов.

Ландшафт – это сложная природная система (природно-территориальный комплекс) состоящий из связанных совместным происхождением и функционально геоморфологических структур, а также биологических систем (биоценозов).

Природный ландшафт достаточно устойчив, и его эволюция соразмерна с геологической эволюцией планеты. Кроме того, в определенной мере, он может воспроизводить самого себя (грунтовые и поверхностные воды, почвы, растения, животные), обладая способностью самостабилизации и самовоспроизводства отдельных своих компонентов.

В крае выделено пять природных провинций они обозначены заглавными буквами алфавита:

А. Степные ландшафты;

Б. Гидроморфные ландшафты;

В. Лесостепные ландшафты;

Г. Лесные ландшафты северного склона Западного Кавказа

Д. Лесные ландшафты южного склона Западного Кавказа

В пределах провинций выделяется 27 природных ландшафтных округов (Власенко В. П., 2012).

Агроландшафт – это преобразованный под влиянием сельскохозяйственного производства природный ландшафт.

Преобразование может быть как созидательным, так и разрушительным. В настоящее время сельскохозяйственные преобразования, не учитывающие сложных связей в ландшафте, оказывают в большинстве случаев отрицательное воздействие.

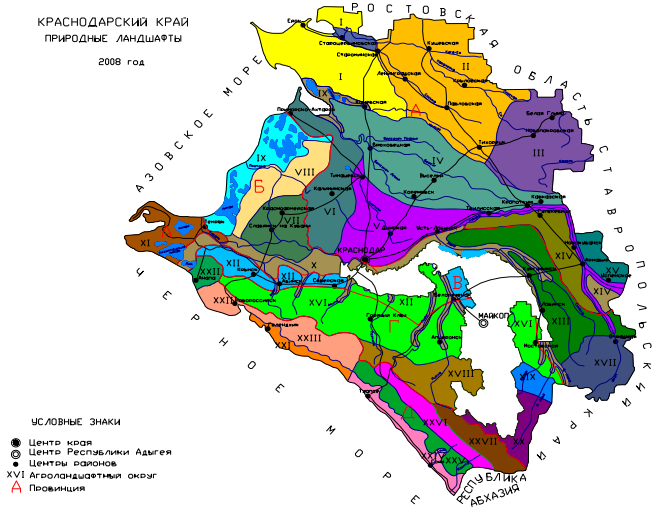


Рисунок 10 – Схема природного ландшафтного зонирования Краснодарского края

Оптимальный агроландшафт – это такой преобразованный природный ландшафт, в котором сохранены средостабилизирующая, ресурсовоспроизводящая и саморегулирующая его способности. Агроландшафт служит объектом сельскохозяйственной деятельности и одновременно средой обитания сельскохозяйственных культур, домашнего скота и самого человека. Поэтому он должен быть комфортным для жизни и производственной деятельности человека, эстетически привлекательным.

Эколого-ландшафтное районирование является первым этапом внедрения ландшафтно-адаптивных систем организации территории с разработкой классификации агроландшафтных выделов, их агропроизводственной и экологической характеристикой.

При проведении районирования использовались основные показатели:

– природных (климат, гидрология, почвенный и растительный покров, площадь пашни и др.);

– экономических (близость крупных промышленных центров, источники сырья, транспортные магистрали, число сельскохозяйственных машин, количество вносимых удобрений и пестицидов, площадь мелиорируемых земель и др.);

– экологических (загрязнение воздуха, почв, вод, истощение водных ресурсов, деградация почв и ландшафтов) признаков.

Выделено семь округов, которые в свою очередь подразделяются по степени экологической ситуации (конфликтная, напряженная и кризисная).

Такое районирование дает возможность сопоставить различные территории, нуждающиеся в природоохранных, почвозащитных, и восстановительных мероприятиях или в более рациональном размещении производства, позволяет наметить пути решения ряда важных вопросов:

– выбор районов для интенсификации использования земель;

– выбор специализации растениеводства в соответствии с почвенно-климатическими и экологическими условиями;

– выделение территорий, где необходимо максимальное ограничение промышленной деятельности;

– определение районов, нуждающихся в ограничении гидротехнической нагрузки.

На основе эколого-ландшафтного зонирования разработано агроландшафтное зонирование, которое формируется в ре-

зультате взаимодействия природно-территориальных комплексов системами земледелия, тип содержания скота, мелиорации и т. п.

Система рационального землепользования не ограничивается оптимизацией агроландшафта и адаптивным растениеводством, но предусматривает защиту и охрану почв от подтопления, заболачивания, осолонцевания и соленакопления, от эрозии почв, уплотнения, слитизации и других негативных процессов.

Так, для *северной зоны*, хозяйства которой специализированы на производстве зерна, масличных культур, свинины и молока, рекомендуется *почвозащитная, интенсивного типа, с усиленными влагосохраняющими и почвозащитными мероприятиями (полезащитные лесополосы, плоскорезная обработка почвы с оставлением стерни и др.) система земледелия.*

Для хозяйств *центральной зоны*, специализирующихся на производстве зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, молока и мяса, целесообразно использовать *интенсивные системы земледелия: пропашную, травопольную и плодосменную в зависимости от состояния почвенного покрова.*

В хозяйствах *западной зоны*, которые специализируются на производстве риса, молока и мяса, *введение рисовых, полевых и кормовых севооборотов с многолетними травами.*

В хозяйствах *Анапо-Таманской зоны*, специализированных на производстве винограда, овощей, риса, молока, мяса, применять *системы земледелия со специализированными севооборотами, мелиоративными и почвозащитными мероприятиями.*

Для хозяйств *Южно-предгорной зоны*, которые специализируются на производстве зерна, картофеля, эфиромасличных культур, подсолнечника, табака, мяса, молока, шерсти, промышленном плодоводстве и овощеводстве, рекомендуются следующие *системы земледелия: интенсивного типа, траво-*

польная, почвозащитная и экологическая на ландшафтной основе.

В *Черноморской зоне,* специализированной на промышленном виноградарстве, горном садоводстве и цветоводстве, чае- и овощеводстве, производстве молока и мяса, рекомендованы почвозащитная и экологическая системы земледелия на ландшафтной основе.

В *горно-лесной зоне*, непригодной для возделывания сельскохозяйственных культур, *возможен ограниченный выпас скота и сенокошение при соблюдении противоэрозионных мероприятий*, с учетом охраны окружающей среды.

10.2 Схема использования и охраны почв Краснодарского края

Схема использования и охраны земель, как документ территориального планирования представляет собой особый вид картографической продукции, позволяющий территориально привязать систему мероприятий по замедлению деградационных процессов к конкретному земельному участку [15].

Одним из способов объективного раскрытия состояния земель посредством картографиических приемов является зонирование территории на основе значимых характеристик (критериев).

Для Краснодарского края в качестве такого критерия впервые использован *зерновой эквивалент*, который является комплексным показателем, характеризующим потенциальную продуктивность земель, и представляющим собой *урожайность зерновых культур, получаемую на эталон затрат,* эквивалентную по величине расчетного чистого дохода всему ассортименту оценочных культур.

Расчет зернового эквивалента выполняется по определенной методической схеме:

– определяется чистый доход от производства продукции по каждой оценочной культуре. В расчете используются пока-

затели затрат из зональных технологических карт выращивания культур и сопоставимые цены на продукцию сельского хозяйства;

– рассчитывается разница в доходности каждой культуры по отношению к доходности зерновых;

– показатели различия в доходности умножаются на значение долей культур в расчетной структуре посевов и суммируются;

– к полученному итогу прибавляются показатели различий (со знаком плюс или минус) между эталоном затрат (4600 руб./га) и стоимостью затрат на возделывание зерновых культур и со знаком минус на затраты на поддержание плодородия почв (известкование и внесение органических удобрений для поддержания бездефицитного баланса гумуса), руб/га;

– указанная сумма дополнительно корректируется по стоимости зерна, полученной как произведение показателя нормативной урожайности зерновых на разницу между местной стоимостью зерна и среднерасчетной (230 руб./ц в 2008 г.);

– полученный результат, выраженный в рублях, переводится в объем зерна по среднерасчетной стоимости и прибавляется к показателю нормативной урожайности зерновых культур. Результатом произведенных расчетов является показатель зернового эквивалента (**Зэ**).

В целом качество земель, выражаемое через зерновой эквивалент является комплексным показателем, характеризующим потенциальную продуктивность земель, и представляет собой урожайность зерновых культур, получаемую на эталон затрат, эквивалентную по величине расчетного чистого дохода всему ассортименту оценочных культур.

На основании зонирования земель сельскохозяйственного назначения по их пригодности для использования в сельском хозяйстве выполнена *эколого-агропроизводственная группировка почв* и приведены комплексы мероприятий по их улучшению.

В результате исследований выполненных ФГУП «Госземкадастрсъемка» – ВИСХАГИ в 2008 г. выделено 5 территориальных зон пригодности земель для использования в сельском хозяйстве [15]:

– *«особо ценные»;*

– *«средние и выше среднего»;*

– *«ниже среднего»;*

– *«малопродуктивные»;*

– *«непригодные»;*

которые характеризуются соответствующими пределами значений зерновых эквивалентов (таблица 20).

Таблица 20 – Распределение зернового эквивалента земель Краснодарского края по классам и разрядам пригодности

Класс пригодности	Зерновой эквивалент, ц/га	Площадь угодий, тыс. га
1	57,33	3172,68
2	50,91	2549,16
3	42,56	846,46
4	36,14	869,94
5	26,27	226,84
6	23,69	181,00
7	20,82	286,96
8	0,00	0,88
В среднем по краю	48,60	8133,93

Коды классов земель

0. Класс не определен

1. Лучшие земли

2. Хорошие земли
3. Земли среднего качества
4. Земли ниже среднего качества
5. Худшие (малопродуктивные) земли
6. Земли пригодные, в основном, под улучшенные сенокосы
7. Земли пригодные, в основном, под естественные пастбища
8. Земли не пригодные или мало малопригодные для использования в сельском хозяйстве в естественном состоянии
9. Уникальные земли

Согласно «Оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве»

1–5 классы относятся к I категории земель – ***земли пригодные для использования под любые сельскохозяйственные угодья***,

6–7 классы – ко II категории – ***земли малопригодные под пашню, многолетние насаждения, но пригодные под естественные кормовые угодья***,

8 класс – к III категории – ***непригодные или малопригодные под сельскохозяйственные угодья в естественном состоянии***.

Эта классификация земель легла в основу разделения почв края на агропроизводственные группы.

10.3 Эколого-агропроизводственная группировка почв

Чтобы рационально использовать земли, для оценки их плодородия применяется метод объединения почв, разных по классификационному положению, в различные группы, называемые эколого-агропроизводственными.

Различаются три типа эколого-агропроизводственных групп:

1. Объединение почв в соответствии с *требованиями отдельных культур.*

2. Объединение почв в агропроизводственные группы в *соответствии с требованиями отдельных экологических групп сельскохозяйственных культур или типов использования угодий*. Такие группировки составляются для плодовых культур, для оценки пашни в целом, для оценки почв сенокосно-пастбищных угодий и т. д.

3. Общие группировки почв, *построенные без расчета на какие-либо определенные культуры и учитывающие оценку земель в целом*, показывающие возможное рациональное использование почв.

Общие агропроизводственные группировки – наиболее распространенный тип группировок почв. Они обязательно дополняют все почвенные карты. Разные экологические группы сельскохозяйственных растений требуют неодинакового подхода к установлению оптимальных почвенных условий. Для каждой группы характерен специфический набор почв, на которых растения более продуктивны. Эти земли обычно называют лучшими или хорошими для данной культуры либо совокупности культур.

Поэтому решение вопроса о качественной оценке почв как объекта их использования для различных растений – важная задача агропроизводственной группировки. Обязательна также оценка разных агрогрупп с указанием на лучшие, хорошие, средние и неудовлетворительные условия для растений.

Существенным аспектом всякой группировки является объединение почв по отношению их к специальной агротехнике и мелиорации.

В приводимой группировке почв Краснодарского края представлены три таксонометрических уровня: категории земель, классы земель, агропроизводственные группы.

Категории земель наиболее крупные подразделения группировки, выделенные по пригодности для использования в

сельском хозяйстве. По пригодности выделены три группы земель:

Пригодные для использования под любые сельскохозяйственные угодья;

Малопригодные под пашню и многолетние насаждения, но пригодные под естественные кормовые угодья;

Непригодные или малопригодные для использования в сельском хозяйстве в естественном состоянии.

Выделено 12 групп интенсивно используемых в сельском хозяйстве и 5 ограниченно-пригодных, которые характеризуются соответствующими пределами значений зерновых эквивалентов. Учитывая, что земли сельскохозяйственного назначения рассматриваются, прежде всего, как главное средство производства в сельском хозяйстве, соответственно рассмотрено и установление приоритета размещения товарного сельскохозяйственного производства на наиболее плодородных (продуктивных) и технологически удобных для сельскохозяйственного производства землях.

Ограничения хозяйственного использования земель разрабатывались с позиции их качества, целевого использования и особенностей проявления доминирующих негативных процессов (ветровой и водной эрозии).

В **агропроизводственную группу I** отнесены лучшие почвы края – черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные средне, мало- и слабогумусные сверхмощные и мощные легкоглинистые и тяжелосуглинистые. Почвы не дефлированы и не смыты, но большинство их находится в дефляционноопасной зоне. Это – центральная часть края.

По рельефу почвы приурочены к равнине.

Общая площадь почв первой агрогруппы составляет 1293,1 тыс. га. Данные почвы характеризуются благоприятными водно-физическими и химическими свойствами, рыхлым или слабоуплотненным сложением почвенного профиля,

хорошо выраженной, но несколько распыленной, особенно для обыкновенных черноземов, структурой пахотного слоя.

Основная территория агрогруппы по зерновому эквиваленту (54–58 ц/га) относится к землям лучшего качества, по совокупному почвенному балу (82–89 ед.) к землям высокого качества.

На почвах этой группы в крае получают самые высокие урожаи всех полевых культур. Баллы бонитета урожайности озимых зерновых составляют 86–93, сахарной свеклы 85–96, подсолнечника 94–97.

На землях данной агрогруппы рекомендуется зональная агротехника, предусматривающая восстановление структуры пахотного слоя, накопление и сбережение почвенной влаги. Почвы не нуждаются в специальных мероприятиях по защите от ветровой и водной эрозии. Однако значительная часть их находится в зоне потенциально предрасположенной действию слабой ветровой эрозии, поэтому агротехника здесь должна предусматривать буферную зябь на черных парах, прикатывание посевов, полосную поперек ветра культивацию зяби в дефляционноопасный период и другие простейшие противоэрозионные мероприятия.

Земли этой агрогруппы наиболее подходят для применения интенсивной ресурсосберегающей технологии выращивания зерновых колосовых и индустриальной – при возделывании пропашных.

Агропроизводственная группа II объединяет земли хорошего качества, не требующие специальной агротехники и мелиорации.

Представлена она луговато- и лугово- черноземными мало- и слабогумусными сверхмощными и мощными почвами легкоглинистого, тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава и аллювиальными луговыми насыщенными и карбонатными слабогумусными мощными легкоглинистыми, тяжело- и среднесуглинистыми.

Общая площадь этих почв 210,1 тыс. га.

Залегают они в долинах степных рек, в дельте и в долине реки Кубань, в долинах рек Лаба, Белая, а также на их надпойменных террасах.

Продуктивность почв довольно высокая, зерновой эквивалент их находится в пределах **49–58** ц/га. Совокупный почвенный балл равен **60–87** ед. (почвы хорошего и высокого качества).

Обычная зональная агротехника на этих почвах должна сочетать в себе применение приемов, направленных на более полное использование влаги нижних горизонтов, рациональное расходование ее верхних и восстановление структуры в пахотном слое.

При возделывании овощных культур и, особенно при орошении, почвы значительно сильнее, чем под полевыми культурами обесструктуриваются и уплотняются. Кроме того, овощные культуры выносят из почвы значительно больше питательных веществ, чем другие, что приводит к быстрому истощению почв. Поэтому мероприятия по улучшению структуры, созданию рыхлого строения пахотного слоя и увеличению запасов органического вещества на почвах, используемых под овощные культуры, должны строго соблюдаться.

Необходимо отметить, что овощные культуры нуждаются, прежде всего, в фосфоре и азоте. Калийные удобрения необходимо вносить под культуры, отзывчивые на этот элемент.

В **агропроизводственную группу III** объединены почвы хорошего качества, не требующие специальной агротехники, но нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях.

Мощность гумусового слоя их примерно на 8–11 см меньше по сравнению с почвами I группы.

Продуктивность почв довольно высокая, зерновой эквивалент их находится в пределах 49–56 ц/га, что несколько меньше, чем у почв I группы.

Совокупный почвенный балл колеблется от 72 до 87 единиц (почвы хорошего и высокого качества).

На землях этой подгруппы рекомендуется интенсивная ресурсосберегающая технология возделывания сельскохозяйственных культур.

Эта технология является и почвозащитной. Она основана на замене обработки почвы традиционным плугом, оборачивающим при вспашке пласт почвы на обработку без оборота пласта.

Агропроизводственная группа IV объединяет земли среднего качества, которые не нуждаются в специальной агротехнике и мелиорациях. По генезису, естественным свойствам и по пригодности использования под те или иные культуры она разделена на подгруппы А и Б.

Зерновой эквивалент на почвах группы равен 35–47 ц/га (земли среднего качества).

Средний балл бонитета для почв подгруппы 75 по отношению к озимой пшенице, 73 – подсолнечнику, 72 – кукурузе, то есть почвенные условия возделывания этих культур здесь на 20 % хуже оптимальных в крае.

Обычная зональная агротехника на этих почвах (как на виноградниках, так и на пашне) должны сочетать в себе применение приемов, направленных на увеличение запасов влаги в почве, рациональное использование ее и восстановление структуры в пахотном слое.

В **пятую агропроизводственную группу** вошли земли среднего качества, на которых необходимы противоэрозионные мероприятия. В связи с подверженностью разным видам эрозии и необходимостью применения тех или иных мероприятий агрогруппа разделена на две подгруппы.

Продуктивность почв по зерновому эквиваленту 43–49 ц/га. Совокупный почвенный балл их колеблется от 53 до 72 ед..

На почвах подгруппы система земледелия должна быть ***почвозащитной,*** с интенсивным использованием пашни за счет промежуточных культур. В условиях зоны на них получают высокие урожаи пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы и

других культур при обеспечении их в достаточном количестве удобрениями, увеличении и сохранении влаги в почве, восстановлении структуры.

Агропроизводственная группа VI объединяет земли среднего качества, нуждающиеся в улучшении водно-физических свойств почв.

В связи с неодинаковыми условиями залегания по рельефу и необходимостью применения тех или иных мероприятий среди почв агрогруппы выделены две подгруппы.

Продуктивность почв по зерновому эквиваленту, в основном, равна 40–48 ц/га. Совокупный почвенный балл их находится в пределах 47–72 ед.

Основная задача агротехника на этих землях – углубление пахотного слоя и снижение плотности сложения подпахотных слоев, улучшение структуры почвы и повышение ее водопрочности, увеличение водопроницаемости.

Агропроизводственная группа VII включает земли ниже среднего качества, нуждающиеся в осушении.

Совокупный почвенный балл их невысокий – 38–53 балла.

Кратковременное зимне-весеннее переувлажнение пахотного слоя препятствует проведению весенних полевых работ в оптимальные сроки, а при обильном выпадении осадков – приводит к застою поверхностных вод и вымоканию посевов.

Агропроизводственная группа VIII включает земли ниже среднего качества, нуждающиеся в осушении и рассолении.

Совокупный почвенный балл их находится, в основном, в пределах 41–67 ед..

Как и на почвах предыдущей агрогруппы агротехнические мероприятия на данных почвах должны быть направлены на улучшение водных и физических свойств пахотного и подпахотного слоев, на восстановление структуры пахотного слоя. На почвах, содержащих токсичные соли в подпахотном горизонте следует избегать глубоких рыхлений с оборотом пласта.

В **агропроизводственную группу IX** включены почвы ниже среднего качества, нуждающиеся в гипсовании.

Совокупный почвенный балл их невысокий – 35–50 ед..

Агротехнические мероприятия должны быть направлены на улучшение водно-физических свойств, разрыхление уплотненных горизонтов с тем, чтобы повысить внутрипочвенный сток и не допустить переувлажнения почв во влажные периоды года.

В **агропроизводственную группу X** вошли почвы ниже среднего качества, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях. Это – среднесмытые виды и сочетания слабо – и среднесмытых видов черноземов, темно-серых и серных лесных, бурых лесных слабоненасыщенных, остаточно-карбонатных и дерново-карбонатных почв, нередко мочаковатых и глееватых. Залегают они, большей частью, на слабопокатых (5–7°), покатых (7–10°), реже – на сильнопокатых склонах (10–15°).

Совокупный почвенный балл их находится в пределах 30–50 ед..

Противоэрозионные мероприятия по защите почвы от водной эрозии здесь должны проводиться более интенсивно, чем на почвах подгруппы V.

В **агрогруппу XI** вошли земли ниже среднего качества, нуждающиеся в окультуривании, известковании и противоэрозионных мероприятиях.

Данные почвы находятся, в предгорной и горно-лесной зонах, в субтропической зоне на Черноморском побережье.

Зерновой эквивалент большинства их них находится в пределах 23–33 ц/га.

В **агрогруппу XII** объединены почвы рисовников. Представлена она разными типами дельтово-пойменных почв – от лугово-черноземных до перегнойно-глеевых, которые при оценке их качества в целом, отнесены к землям худшего качества.

В **агропроизводственные группы XIII** и **XIV** входят земли, пригодные под улучшенные сенокосы. Это, в основном, переувлажненные глинистые почвы с плохими водно-

физическими свойствами и почвы склонов различной крутизны (часто с мятым рельефом) в предгорной зоне и подверженны действию водной эрозии.

В **агропроизводственные группы XV и XVI** входят земли пригодные под пастбища.

Общая площадь **непригодных или малопригодных земель для использования в сельском хозяйстве (группа XVII)** в крае составляется 2016,0 тыс. га.

К этой категории земель отнесены земли несельскохозяйственного назначения. Это, прежде всего, земли гослесфонда и земли особо охраняемых природных территорий (Кавказского государственного биосферного заповедника, Сочинского национального парка). Исключение здесь составляют высокогорные альпийские и субальпийские луга, которые расположены на высоте 1800–2800 м над уровнем моря и являются высокопродуктивными кормовыми угодьями для скота и диких животных.

На землях сельскохозяйственного назначения к категории непригодных земель отнесены: лесомелиоративный фонд, овражно-балочный комплекс, обрывы, оползни, пески, сильноэродированные почвы крутых склонов, лугово-болотные почвы, солончаки луговые и лугово-болотные.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоят принципы ландшафтного районирования территории Краснодарского края?

2. Что такое «Схема использования и охраны почв Краснодарского края»?

3. Как называется критерий выделения зон в Краснодарском крае и в чем его сущность?

4. Что такое эколого-агропроизводственная группировка почв и в чем ее назначение?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Охрана почвенного покрова в первую очередь от деградационных процессов, одна из важнейших экономических проблем, с которыми человечеству придется иметь дело и в XXI веке. Успешное решение этой проблемы возможно лишь на основе глубокого всестороннего изучения причин и условий возникновения процессов деградации почв и разработки научных основ охраны и рационального использования земельных ресурсов. Структура сельскохозяйственных угодий земель сельскохозяйственного назначения в последнее время практически не изменилась. В то же время все виды сельскохозяйственных угодий уменьшились. Уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий этой категории земель связано с передачей земель в состав населенных пунктов. Наряду с этим продолжается уменьшение интенсивных видов угодий – пашни, многолетних насаждений из-за глобального повышения уровня грунтовых вод и других причин деградации почв. Подтверждение тому – увеличение такого вида угодий, как залежь.

В настоящем пособии рассмотрен довольно широкий круг вопросов, составляющих в совокупности «Охрану почв и приемы восстановления плодородия». Одна из главных задач почвоведов, агроэкологов, эрозиоведов, агрономов – на основе изучения закономерностей эрозионных процессов, местных условий, местного опыта противоэрозионных работ, используя последние достижения науки и практики, научиться выбирать из арсенала известных мер те, которые в данных конкретных условиях будут наиболее эффективными в почвозащитном и экономическом отношении, не окажут нежелательного воздействия на окружающую среду и использовать их в практической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березин, П. Н. Физическая деградация почв / П. Н. Березин, И. И. Гудима // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 67–70.

2. Вальков, В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель // Ростов н/Д, 1996. – 191 с.

3. Власенко В. П. Деградационные процессы в почвах Краснодарского края и методы их регулирования : монография / В. П. Власенко, В. И. Терпелец. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 205 с.

4. Деградация и охрана почв / под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

5. Добровольский Г. В. Экология почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 362 с.

6. Каштанов А. Н. Эрозия почв России / А. Н. Каштанов. – М., 2004. – 252 с.

7. Каштанов А. Н. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия / А. Н. Каштанов, А. П. Щербаков. – Курск : ВНИИиЗПЭ, 1992. – 138 с.

8. Классификация и диагностика почв СССР. – М. : Колос, 1977. – 247 с.

9. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

10. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В. И. Кирюшин. – М. : Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.

11. Методические рекомендации по составлению проектов внутрихозяйственного землеустройства с комплексом противоэрозионных мероприятий на расчетной основе. – М. : Центр научно-технической информации пропаганды и рекламы, 1987. – 68 с.

12. Овчинникова М. Ф. Химия гербицидов в почве : учеб. пособие / М. Ф. Овчмнникова. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 109 с.

13. Орлов Д. С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова. – М. : Наука, 1996. – 256 с.

14. Орлов Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М. : Высш. шк., 2002. – 334 с.

15. Охрана и использование почв Краснодарского края. Отчет ЮФ ОАО «Госземкадастрсъемка» ВИСХАГИ. – Краснодар, 2008. – 158 с.

16. Соболев С. С. Почвенно-эрозионная карта СССР. – М., 1968.

17. Хитров Н. Б. Формирование структуры почвенного покрова при локальном переувлажнении на склоне в степном агроландшафте / Н. Б. Хитров, О. Г. Назаренко // Почвоведение. – 2000. – № 9. – С. 1054–1063.

18. Штомпель Ю. А. Деградация почв и почвоохранное земледелие – Ю. А. Штомпель. – Краснодар, 2001. – 552 с.

19. Щеглов А. И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / А. И. Щеглов, О. Б. Цветнова. – М. : Наука, 2000. – 211 с.

20. Бюджетный кодекс РФ : федер. закон № 145 ФЗ от 31.07.1998 // Рос. газ. –1998. – 12 авг.

21. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – Введ. 1984-06-30. – М. : Изд-во стандартов, 2002.

22. ОСТ 23.001-96. Процессы затопления и подтопления. – Введ. 1997-04-28. – М. : Изд-во стандартов, 2002.

23. Guidelines for General Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation // Ed. By L. R. Oldeman. Inf. Soil Reference and Inf. Centre. – Wageningen, 1988. – № 8814. – 12 p.

24. Oldeman L. R. Global Assessment of Soil Degradation / L. R.Oldeman, T. A. Hakkeling, W. G. Sombrock. – An Explanatory Note to the World Map of the Status of Human Induced Soil Degradation. – 1990.

Приложение А

Таблица А1 – Агроэкологические группы почв Краснодарского края

Класс по пригодности для использования в сельском хозяйстве	Агропроизводственные группы почв (объединение по специальным мероприятиям или использованию)	Почвы, входящие в агрогруппу или подгруппу	Рельеф	Рекомендуемые мероприятия по улучшению		Общая площадь, тыс. га
				агротехнические	мелиоративные	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
I категория – Пригодные для использования под любые сельскохозяйственные угодья						
1. Лучшие земли	I. Почвы, не требующие специальной агротехники или мелиорации	1. Черноземы выщелоченые, типичные и обыкновенные сверхмощные и мощные	Равнина	Зональная агротехника, простейшие противоэрозионные мероприятия	–	1293,1
	II. Почвы, не требующие специальной агротехники или мелиорации	1. Луговато- и лугово-черноземные сверхмощные и мощные 2. Аллювиальные луговые мощные	Долины рек, дельта р. Кубани	Зональная агротехника	–	210,1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
2. Хорошие земли	III. Почвы, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях Подгруппа III А	1. Черноземы типичные, обыкновенные сверхмощные, мощные слабодефлированные	Водораздельная равнина	Зональная плоскорезная агротехника	–	1249,6
	Подгруппа III Б	1. Черноземы выщелоченные, типичные, обыкновенные слабосмытые 2. Слабосмытые темно-серые лесные, дерново-карбонатные почвы	Очень пологие и пологие склоны	Применение мероприятий по борьбе с водной или совместной водной и ветровой эрозией почв	–	772,1
	IV. Почвы, не требующие специальной агротехники или мелиорации Подгруппа IV А	1. Черноземы выщелоченные и типичные свермощные, мощные и среднемощные 2. Черноземы южные сверхмощные, мощные	Равнина	Возделывание многолетних насаждеий. На пашне агртехника направлена на пополнение органики	–	114,8

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
3. Земли среднего качества	Подгруппа IV Б	1. Луговато- и лугово-черноземные мощные, среднемощные 2. Луговые среднемощные 3. Аллювиальные луговые мощные и среднемощные 4. Горно-долинные	Долины рек, дельта р. Кубани	Зональная агротехника	–	118,7
	V. Почвы, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях Подгруппа V А	1. Черноземы типичные, обыкновенные мощные слабодефлированные 2. Черноземы типичные, обыкновенные мощные, среднемощные среднедефлированные	Вершины водоразделов, ветроударные участки	Применение специальной почвозащитной агротехники	–	66,8

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
	Подгруппа V Б	1. Черноземы выщелоченные типичные и обыкновенные мощные и среднемощные слабо- и среднесмытые 2. Черноземы южные мощные слабосмытые тяжело- и среднесуглинистые 3. Слабосмытые виды темно-серых и серых лесных, дерново-карбонатных и коричневых среднемощных почв	Очень пологие, пологие и слабопокатые склоны	На склонах 1–3° применение простейших противоэрозионных мероприятий, на склонах 3–5° – контурномелиоративная система обработки почвы, на склонах 5–7° гребнисто-ступенчатая вспашка	Агролесомелиоративные включают систему защитных лесных насождений и природных, стокорегулирующих, прибалочных и приовражных полос	155,0

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
	VI. Почвы, нуждающиеся в мероприятиях по улучшению водно-физических свойств ПодгруппаVI А	1. Черноземы выщелоченные уплотненные и слабослитые сверхмощные, мощные 2. Темно-серые и серые лесостепные 3. Луговато- и лугово-черноземные уплотненные слабослитые сверхмощные, мощные	Равнина, неглубокие западины и окраины глубоких западин	Применение мероприятий по улучшению водно-физических свойств почв (сверхглубокое рыхление, вспашка с почвоуглублением и др.)	–	217,8
	Подгруппа VI Б	1. Черноземы выщелоченные уплотненные и слитые сверхмощные и мощные слабосмытые 2. Темно-серые и серые лесостепные слабосмытые	Очень пологие, пологие и слабопокатые склоны	Улучшение водно-физических свойств почв, вспашку и глубокое рыхление проводить под углом к склону	–	70,3

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
4. Земли ниже среднего качества	VII. Почвы, нуждающиеся в осушении	1. Луговато- и лугово-черноземные кратковременно-переувлажняемые, сверхмощные, мощные, среднемощные 2. Луговые и аллювиальные луговые кратковременнопереувлажняемые мощные и среднемощные	Долины рек, дельта р. Кубани	Улучшение агрофизических свойств пахотного и подпахотного слоев	Осушение	43,1
	VIII. Почвы, нуждающиеся в осушении и рассолении	1. Луговато- и лугово-черноземные солончаковатые, слабо- и среднесолончаковые 2. Луговые и аллювиальные луговые солончаковатые, слабо-и среднесолончаковые	Долины рек, дельта р. Кубани	Улучшение агрофизических свойств пахотного и подпахотного слоя	Промывка от солей и мероприятия по предупреждению вторичного засоления	11,3

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
	IX. Почвы, нуждающиеся в гипсовании. Подгруппа IX А	1. Лугово-черноземные слабо- и среднесолонцеватые в т.ч. солончаковатые 2. Луговые слабо- и средне солонцеватые мощные	Пониженя в долинах рек и в дельте реки Кубани	Мероприятия по улучшению водно-физических свойств почв	Гипсование, понижение уровня грунтовых вод	14,7
	Подгруппа IX Б	1. Черноземы типичные солонцеватые мощные 2. Черноземы южные солонцеватые мощные слабосмытые	Очень пологие и пологие склоны	Мероприятия по улучшению водно-физических свойств, все обработки проводить под углом к склону	Гипсование	22,8
	X. Почвы, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях	1. Черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные в т. ч. мочаковатые мощные слабо- и среднесмытые	Слабопокатые (5–7°) и покатые склоны	Размещение кормовых севооборотов, контурно-плосное размещение посевов и контурная обработка	Выборочно осушение	55,0

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
	XI. Почвы, нуждающиеся в окультуривании, противоэрозионных мероприятий и известковании (кроме чайных плантаций)	1. Светло-серые лесостепные в т. ч. оподзоленные слабо- и среднесмытые 2. Серые лесные оподзоленные, светло-серые лесные и бурые лесные кислые в т. ч. оподзоленные слабо- и среднесмытые 3. Желтоземы и подзолисто-желтоземные слабо- и среднесмытые	Пологие и покатые склоны	Применение комплекса противоэрозионных мероприятий в многолетних насаждениях	Известкование	149,1
5. Худшие (малопродуктивные) земли	XII. Почвы, пригодные под рис	1. Почвы рисовых чеков	Плавневая равнина (рисовые системы)	Агротехника возделывания риса	–	313,1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
II категория – Малопригодные под пашню, многолетние насаждения, но пригодные под естественные кормовые угодья						
6. Земли пригодные, в основном, под улучшенные сенокосы	XIII. Почвы, нуждающиеся в осушении и улучшении водно-физических свойств	1. Лугово-черноземные слитые 2. Луговые слитые и сильносолонцеватые в т.ч. засоленные 3. Серые лесостепные глееватые и глеевые	Глубокие западины, понижения на предгорной равнине	Мероприятия по улучшению водно-физических свойств	Осушение	24,5
	XIV. Почвы, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях, выборочно в мероприятиях по осушению и улучшению водно-физических свойств и гипсованию	1. Черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные в различной степени солонцеватые и мочаковатые и в т. ч. в комплексе с мочаками слабо- и среднесмытые	Очень пологие, пологие и слабопокатые склоны, часто с мятым рельефом	Мероприятия по коренному улучшению сенокосов	Выборочно осушение и гипсование	29,6

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
7. Земли пригодные, в основном, под естественные пастбища	XV. Почвы, нуждающиеся в осушении и улучшении водно-физических свойств	1. Луговые слитые осолоделые и сильносолонцеватые в т. ч. и засоленные 2. Солонцы луговые 3. Влажно-луговые мощные и средне 4. Аллювиальные луговые маломощные	Днища глубоких балок, глубокие западины, понижения в долинах рек и в дельте р. Кубани	Коренное и поверхностное улучшение пастбищ	Осушение	47,2
	XVI. Почвы, нуждающиеся в противоэрозионных мероприятиях	1. Черноземы южные солонцеватые слабо- и среднесмытые 2. Сочетание средне- и сильносмытых видов черноземов средне- и маломощных 3. Сильносмытые виды всех типов почв 4. Горно-луговые	Покатые и сильнопокатые склоны. Пологие и покатые склоны с мятым рельефом. Высокогорье	Поверхностное улучшение пастбищ	–	163,8

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7
III категория – Земли не пригодные или малопригодные для использования в с.-х. в естественном состоянии						
8. Земли непригодные или малопригодные для использования	XVII. Земли непригодные или малопригодные для сельскохозяйственного использования	*Земли не с.-х. назнач.*: 1. Земли гослесфонда и особоохраняемых природ. территории 2. Земли госземзапаса *Земли с.-х. назнач.:* 3. Лесомелиоративный фонд 4. Овражно-балочный комплекс 5. Обрывы, оползни 6. Сильноэродированные почвы крутых склонов 7. Лугово-болотные почвы (болота) 8. Солончаки луговые и лугово-болотные	–	–	–	2016,0
	Нарушенные земли					5,1
	Итого по краю					**7548,5**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПОЧВ. СОДЕРЖАНИЕ ОХРАНЫ ПОЧВ (ЗЕМЕЛЬ) 7

1.1 Методология охраны почв 12

1.2 Методы исследований состояния почв и ПП 14

2 ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА 18

2.1 Земельный фонд мира 18

2.1.1 Перспективы освоения новых земель 21

2.3 Земельные ресурсы России 23

2.4 Общие сведения о земельном фонде Краснодарского края 26

2.5 Тенденции изменения состояния почвенного покрова 27

3 ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ 31

3.1 Типы и виды деградационных процессов 31

3.1.1 Технологическая (эксплуатационная) деградация 34

3.1.2 Эрозия 37

3.1.3 Засоление 40

3.1.4 Осолонцевание 40

3.1.5 Гидрометаморфизм 41

3.1.6 Заболачивание 42

3.2 Факторы и механизм деградации почв 43

3.3 Устойчивость почв к деградации 45

3.4 Характеристика негативных процессов в почвах края. 46

4 ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ 49
4.1 Виды физической деградации 49
4. 2 Параметры физического состояния почв 50
4.3 Слитизация почв, как выражение физической деградации 51
4.4 Защита почв от физической деградации 56
4.4.1 Борьба с развитием процессов слитизации почв .. 56
4.4.2 Профилактика переуплотнения пахотных почв ... 58
4.4.3 Мероприятия по борьбе с механическими нарушениями почв 59
5 ЭРОЗИЯ КАК ФАКТОР ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ 64
5.1 Дефляция почв 64
5.1.1 Факторы дефляции почв 67
5.1.2 Классификация почв по степени дефлируемости и дефляции 71
5.2 Водная эрозия почв 72
5.2.1 Сущность эрозии почв 72
5.2.2 Факторы эрозии почв 72
5.3 Виды эрозии 80
5.4 Оценка классификация и диагностика эродированности почв и территорий 81
6 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ 83
6.1 Масштабы распространения и ущерб от эрозии почв .. 83
6.2 Эрозионное районирование территории края 85
6.3 Научные основы противоэрозионных мероприятий 88
6.3.1 Организационно-хозяйственные …… 88

6.3.2 Агротехнические 89
6.3.3 Лесомелиоративные 91
6.3.4 Гидротехнические 92
6.4 Категории эрозионно опасных земель 92
7 ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ И ГИДРОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВ 96
7.1 Масштабы распространения и номенклатура почв 96
7.2 Факторы развития переувлажнения и гидрометаморфизма ……...99
7.2.1 Природные предпосылки 100
7.2.2 Антропогенные факторы 104
7.3 Оценка ущерба от гидрометаморфизма почв 104
7.4 Мероприятия по борьбе с переувлажнением и гидрометаморфизмом почв 105
8 ПРОЦЕССЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ НАРУШЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВ 109
8.1 Гумусное состояние и его изменение в почвах 109
8.1.1 Проблемы регулирования гумусного состояния 111
8.2 Защита почв от деградации химических свойств 113
8.3 Применение удобрений и охрана почв 114
8.4 Химическое загрязнение и детоксикация почв 116
8.4.1 Охрана почв от загрязнения пестицидами 116
8.4.2 Влияние на почву кислых осадков 119
8.5 Радиоактивное загрязнение почв 119
9 ПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ И ПРОФИЛЯ ПОЧВ 125
9.1 Отчуждение и выключение почв из действующих экосистем 125

9.2 Образования бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов..... 128

9.2.1 Потеря почвой структуры или ее переуплотнение при обработке полей тяжелой техникой..... 128

9.2.2 Вторичное осолонцевание черноземных почв..... 133

10 ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ. СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПОЧВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ 138

10.1 Ландшафтное районирование Краснодарского края 138

10.2 Схема использования и охраны почв Краснодарского края 142

10.3 Эколого-агропроизводственная группировка почв .. 145

ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..154

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 155

ПРИЛОЖЕНИЕ..... 157

У ч е б н о е и з д а н и е

Власенко Валерий Петрович,
Подколзин Олег Анатольевич,
Осипов Александр Валентинович

ОХРАНА ПОЧВ

Учебное пособие

В авторской редакции
Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать .03.2018. Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$.
Усл. печ. л. –10,0. Уч. -изд. л. – 7,9.
Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13