

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Романчук Иван Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 11.11.2025 11:53:11

Уникальный программный ключ:

6319edc2b582ffda443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»**

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ
«Об образовании в Российской Федерации» ТюмГУ является
правопреемником ГАУ Северного Зауралья и продолжает
реализовывать образовательные программы по соответствующим
видам, уровням и условиям обучения, в том числе с сохранением
всех существующих форм и условий обучения

А. В. Букин

**ОБСЛЕДОВАНИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ТЕРРИТОРИИ**

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

А. В. Букин

**ОБСЛЕДОВАНИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ТЕРРИТОРИИ**

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2023

© А. В. Букин, 2023

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

ISBN 978-5-98346-134-5

УДК 502:631.4
ББК 20.17

Рецензенты:

доцент, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН, доктор биологических наук Д. И. Еремин;
научный сотрудник, ИПАИР, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат сельскохозяйственных наук Е. А. Демин

Букин, А. В.

Обследование и экологическая оценка территории : учебное пособие / А. В. Букин. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. – 142 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/bukin-ocenka.pdf>. – Текст : электронный.

Учебное пособие содержит теоретический и практический материал по дисциплине «Обследование и экологическая оценка территории» и представляет собой краткое изложение аспектов эколого-хозяйственной оценки территории. Основной целью учебного пособия является освоение теоретических понятий агро-экологической оценки земель сельскохозяйственного назначения, зонирования территории поселений с учетом комплекса экономических, экологических и других факторов, а также приобретение практических навыков выполнения работ при проведении внутривоспользовательного и территориального землеустройства, составления схемы использования земель района.

Предназначено для студентов, направлений подготовки бакалавриата 05.03.06 «Экология и природопользование» и магистратуры 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», а также для студентов высших учебных заведений, обучающихся по эколого-биологическим специальностям. Пособие может представлять интерес для специалистов в области экологии и охраны окружающей среды.

Текстовое (символьное) электронное издание

© А. В. Букин, 2023
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Тема	Введение	4
	Раздел I Теоретическая часть	
1	Оценка земельных ресурсов: основные понятия и определения	6
2	Оценка почвенно-экологических условий	12
3	Выявление и учет земель, подвергшихся загрязнению, и установление режимов их использования	19
4	Параметры экологической оценки почв	33
4.1	Параметры физического состояния почв	33
4.2	Параметры гидрофизического состояния почв	41
5	Оценка степени деградации почв конкретных объектов	44
5.1	Отбор почвенных проб для определения степени деградации	48
6	Геоинформационные системы (ГИС) и технологии для оценки степени деградации	54
7	Водная эрозия. Комплекс мероприятий по борьбе с эрозией	64
7.1	Способы борьбы с водной эрозией	68
7.2	Оценка эрозионной опасности и эродированности почв	71
8	Эколого-экономическая оценка земель	80
9	Раздел II Практическая часть	88
9.1	Оценка экологического состояния территории с последующей интеграцией показателей	88
9.2	Характеристика землевладения (землепользования) сельскохозяйственного предприятия и качественного состояния сельскохозяйственных угодий	101
9.3	Комплексная эколого-хозяйственная оценка антропогенных преобразований территории	110
9.4	Расчет комплексных показателей воздействия на окружающую среду и ее состояние	114
9.5	Оценка техногенного загрязнения среды	123
9.6	Оценка экологической емкости территории	127
	Словарь терминов	134
	Список литературы	139

ВВЕДЕНИЕ

Для безопасного проживания людей и эффективного ведения ими хозяйственной деятельности существует необходимость в оценке состояния компонентов окружающей среды и степени их благоприятности.

Окружающая природная среда может рассматриваться по отдельным компонентам (атмосфера, вода, почва, биота) и как ландшафт в целом. Одним из критериев при оценке состояния экосистем является степень выполнения ландшафтом своих средо- и ресурсовоспроизводящих функций.

В полной мере эти функции способны выполнять ландшафты, находящиеся в нормальном, ненарушенном состоянии. Если природные компоненты оказываются нарушенными, то выполнение названных функций становится неполным или совсем прекращается. Это приводит к экономическим потерям и экологическому ущербу: снижению урожайности, истощению природных ресурсов, росту заболеваемости населения и т.д. Степень нарушения природных компонентов ландшафта значительно влияет на степень удовлетворения человеческих потребностей. Это означает, что все свойства природной среды, свидетельствующие о степени ее благополучия или неблагополучия, оказываются экологически значимыми и для человека. Экологическая оценка территорий представляет собой определение степени пригодности ландшафтно-экологических условий для проживания человека и ведения какого-либо вида хозяйственной деятельности.

Информационной базой для обследования и экологической оценки территории является экологическая диагностика – выявление и изучение признаков, характеризующих современное и ожидаемое состояние окружающей среды, экосистем и ландшафтов, а также разработка методов и средств обнаружения, предупреждения и ликвидации негативных экологических явлений и процессов.

Экологическая оценка территории включает:

- установление типа природного ландшафта;
- определение состояния ландшафтов и их отдельных компонентов;

- установление антропогенных воздействий на ландшафт;
- выяснение потенциальных возможностей ландшафтов противостоять антропогенным нагрузкам;
- определение экологических ситуаций и оценку степени их остроты;
- разработку рекомендаций по улучшению экологической ситуации.

Проведение такой оценки, по существу, означает анализ качества окружающей природной среды и ее изменения под воздействием антропогенных факторов.

Любая оценка основывается на отношении между свойствами субъекта и объекта. Субъектом экологической оценки территории, как правило, выступает человек, объектом в любом случае является экологическая ситуация, которая формируется в пределах ландшафта, измененного в разной степени в результате хозяйственной деятельности человека.

Экологическая ситуация рассматривается как территориальное сочетание различных, в том числе негативных и позитивных с точки зрения проживания и состояния здоровья населения, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия.

Целью изучения дисциплины "Обследование и экологическая оценка территории" является овладение знаниями о методах выявления экологических проблем, критериях остроты экологических ситуаций, методах картирования и прогнозирования экологических проблем и ситуаций, концепции эколого-хозяйственного баланса территории.

РАЗДЕЛ I ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ТЕМА 1. ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Определение оценочной деятельности.

В нашей стране существует федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» (редакция от 13.06.2023 г). В статье 3 оценка (оценочная деятельность) рассматривается, как «... деятельность субъектов оценочной деятельности, направленная на установление в отношении объектов оценки рыночной или иной стоимости».

Оценка – установление неким субъектом (человеком оценщиком, оценочной организацией) стоимости в отношении некоего объекта оценки. Объектом оценки может быть земля, иные объекты недвижимости: квартира, коттедж, автомобиль, станок и т.д. Это определение оценки сводит оценочную деятельность к определению главным образом стоимости объекта, рыночной или другой оценки.

Рассмотрим, в какой степени справедливо это определение. Исходя из сведений, представленных в монографических изданиях, оценка природных ресурсов и земельных ресурсов в частности определяется как «определение их ценности в денежном выражении в фиксированных социально-экономических условиях производства, при заданных режимах природопользования и ограничениях (экономических, социальных, экологических, стратегических и др.) на хозяйственную и иную деятельность».

Это определение оценки земельных ресурсов не слишком далеко ушло от определения, которое приводится в законе об оценочной деятельности.

Представляется, что указанный подход к оценке земельных (природных) ресурсов несколько «зауживает» содержание термина «оценка». Мы придерживаемся другого, «широкого» толкования этого термина, в соответствии с которым «оценка природных ресурсов является определением их денежной, товар-

ной, экологической, гигиенической, социальной, социально-психологической, религиозно-культовой и иной ценности».

Виды оценки земельных ресурсов

В связи с определением Реймерса, оценку земельных ресурсов как системе мероприятий по определению их ценности, можно подразделить на следующие виды:

1. Экономическая оценка земель (включает экономическую оценку почв).
 - а) кадастровая оценка земель.
 - б) оценка потребительной стоимости (нормативной цены) земель.
 - в) оценка рыночной стоимости земель.
 - г) оценка инвестиционной стоимости земель.
 - д) оценка ликвидационной стоимости земель.
2. Оценка природно-хозяйственной значимости (бонитировка) почв/земель.
3. Экологическая оценка почв и земель и окружающей природной среды (ОПС).
 - а) оценка экологического состояния (качества) почв.
 - б) оценка экологического состояния (качества) ОПС (ОС).
4. Эколого-бонитировочная оценка почв/земель.
5. Эколого-экономическая оценка земель.
 - а) оценка предотвращенного экологического ущерба.
 - б) корректировка (уменьшение или увеличение) стоимости земель.
 - в) оценка величины ставок экологического налога/экологических платежей при загрязнении и захламлении земельных участков.
 - г) оценка степени выраженности экологических рисков почв, земель и ОПС.
 - д) определение величины ущерба/вреда от загрязнения, деградации и захламлении земель.

6. Другие виды неэкономической и неэкологической оценки земель (агро-химическая, культурно-историческая, национальная и т.д.).

Понятия “земля” и “почва”

Для того, чтобы определить роль почв в оценке земельных ресурсов и, соответственно, разделить понятия «оценка земель» и «оценка почв», следует уточнить содержание базовых понятий «земля» и «почва».

В ст. 1 Земельного кодекса Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ отражается представление о земле «... как о природном объекте, охраняемом в качестве важнейшей составной части природы, природном ресурсе, используемом в качестве средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве и основы осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации и одновременно как о недвижимом имуществе, об объекте права собственности и иных прав на землю». А в ГОСТе 26640-85 под термином «земля» понимается «... важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, также пространственным базисом для размещения предприятий и организации всех отраслей народного хозяйства».

В свою очередь, почва — это «... самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия» (ГОСТ 27593-88).

Таким образом, принципиальное различие между этими двумя терминами заключается в том, что почва — естественно-историческое биокосное тело, а земля — территория, используемая определенным образом. Соответственно,

в традиционном понимании (работы Лойко, Комова, Антонова) оценке подлежат земли, а не почвы.

Принимая во внимание экономическую некорректность терминов «экономическая оценка почв», «цена почв», «стоимость почв» (так как, по сути, оценивается экономическая эффективность хозяйственного использования, доходность того или иного земельного участка, территории), отметим возможность их применения для определения удельного «стоимостного веса» почвы в общей величине стоимости земель. Так, в стоимости земель сельскохозяйственного назначения почвенный компонент может составлять значительную долю, а для запечатанных асфальтом городских территорий – приближаться к нулю. Учитывая этот факт, предлагается использовать в настоящее время стоимостные характеристики почв только для земель сельскохозяйственного назначения.

Экономическая оценка земель

В рамках этой темы рассмотрим подразделы: особенности земли как объекта недвижимости, земельная рента, назначение основных видов экономической оценки земель.

Ранее мы давали определение земли, говорили о ее характеристиках, указывали на то, что земля одновременно является и объектом недвижимости, объектом купли-продажи, и частью окружающей природной среды. В этом заключается ее двойственный характер: земля как природа, земля как товар.

Основная задача экономической оценки земель – определить сравнительную производительность различных земельных участков, то есть показать, в каких производственных условиях находится земля, какие производственные затраты нужны и какой чистый доход можно получить.

Можно дать и еще такое определение: экономическая оценка земель – оценка земель как объекта недвижимости.

Земля как объект недвижимости обладает характерными только для нее особенностями:

1. Земля – важнейший компонент биосферы, снижение (или полное уничтожение) ее природного качества может привести к экологической катастрофе.

2. Земля может обладать почвенным покровом, который в свою очередь обладает биопродуктивностью – способностью обеспечивать существование, рост и развитие растений как в природных, так и в агроэкосистемах.

3. Земля не является результатом человеческого труда (как другие средства производства), она – «продукт» природы.

4. Социальный статус земель (земля – место проживания людей)

5. Во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства земля является пространственным операционным базисом, то есть местом, на котором совершается процесс труда.

6. В сельском хозяйстве земля является главным средством производства. Здесь она выступает не только как место, где осуществляется производственный процесс, но и как предмет и орудие труда.

7. Национальный и культурно-исторический статус земли (существование территорий и местностей, освященных культурными свершениями или ратными подвигами проживающего там народа; в нашей стране это – Михайловское и Болдино, Ясная поляна и Спасское-Лутовиново, Щелыково и Мураново, Куликово поле и Бородино и т.д.).

8. Земля пространственно (по площади) ограничена и ничем не заменима. Другие же средства производства по мере развития производительных сил могут количественно и качественно изменяться. Ограниченность земельных ресурсов обуславливает необходимость бережного отношения к ней и рационального использования.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Отличительные понятия земли и почвы
2. Виды оценки земельных ресурсов
3. Основная задача экономической оценки земель
4. Экономическая оценка земель

5. Земля как объект недвижимости и ее особенности
6. Глобальные функции почв.
7. Экологические функции почв.
8. Определение оценочной деятельности.

ТЕМА 2. ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

В сельскохозяйственном производстве техногенному загрязнению в первую очередь подвергаются наиболее продуктивные и интенсивно используемые орошаемые и пойменные земли. Существенную роль в загрязнении почв играет и сельскохозяйственное производство. Из общей массы техногенного поступления загрязнителей в почву сельхозугодий в зонах экологически нормальных условий промышленного влияния на сельхозпроизводство 10-30% осуществляется за счет промышленных предприятий, 90-70% в результате деятельности самих сельскохозяйственных предприятий.

Выявление и оценка загрязненных территорий

При определении загрязненности территории сельскохозяйственного предприятия оценивают загрязненность почвенного покрова, растительности и основных продуктов растениеводства. Такая оценка позволяет получить полную картину экологического состояния территории для научно-обоснованного землеустройства. Оценочным работам предшествуют подготовительные работы: период сбора необходимых материалов.

Собирают данные:

- о наличии и использовании органических удобрений, дозах и местах внесения органических удобрений и ядохимикатов;
- о размещении сельскохозяйственных культур с повышенной чувствительностью к загрязнению окружающей среды (петрушка, сельдерей, овощные);
- о местах и видах поражения растительности и животных различными заболеваниями, вызываемыми загрязнением территории;
- об орошаемом земледелии на территории хозяйства.

Устанавливают степень загрязнения водоохранных зон и прибрежных полос водоемов вдоль автомагистралей и вблизи других объектов загрязнения территории.

Уточняют места потенциальных источников загрязнения территории сельскохозяйственного предприятия, расположенные как на территории сельскохозяйственного предприятия, так и в непосредственной близости от него.

На выявленные источники загрязнения собирают материалы, характеризующие зоны их влияния, причину и виды вредных выбросов. Составляют карты техногенных нагрузок изучаемой территории, на которую наносят размещенные в пространстве источники техногенных воздействий, зоны их возможного влияния, основные виды загрязнителей.

В первую очередь выявляют химические вещества, которые относятся к классу высокоопасных: мышьяк, кадмий, ртуть, ртуть, селен, свинец, фтор, бензопирен. Исследование загрязнения почв пестицидами, тяжелыми металлами проводится на постоянных и временных пунктах наблюдения. Постоянные пункты создаются в различных хозяйствах района обследований не менее чем на 5-летний срок. Численность постоянных пунктов зависит от количества и размеров хозяйств. К постоянным пунктам относятся выборочные хозяйства, территории молокозаводов, мясокомбинатов, элеваторов, плодоовощных баз, птицеферм, рыбхозов и лесхозов и т.д. На временных пунктах наблюдения контроль за загрязнением почв пестицидами, тяжелыми металлами осуществляется в течение одного вегетационного периода или года. Техногенные выбросы, загрязняющие почвенный покров через атмосферу, сосредотачиваются в поверхностных слоях почвы на глубину 2-5 см от поверхности. Загрязнение нижних слоев происходит в результате обработки почвы.

Схема размещения мест отбора проб зависит от типа источника загрязнения и распределения загрязняющих веществ в почвах и растениях обследуемой территории. При этом придерживаются следующих правил:

- если источник загрязнения токсичный, путь поступления загрязняющих химических веществ воздушный и предполагается прямо пропорциональная связь между степенью загрязнения и расстоянием до источника, то целесообразно образцы почв и растений отбирать по 4-8 направлениям (румбам) от

предприятия, располагая точки отбора проб более часто вблизи промышленного предприятия и с большими интервалами на удалении от него. Частота и дальность отбора проб зависят от мощности источника и природно-климатических условий района. В целом рекомендуется отбирать пробы по румбам через 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 км.

- если источник загрязнения линейный, путь поступления загрязняющих веществ воздушный, то размещать точки необходимо вдоль источника по линиям на расстоянии 0,1; 0,2; 0,5 км.

- в случае, когда на обследуемой территории нет ярко выраженных точечных источников загрязнения или имеется много источников, влияние которых перекрывается, а также при площадном источнике загрязнения (свалки, полигоны и т.д.) лучше отбирать пробы по равномерной разреженной сетке (размер сетки от 1х1 до 5х5 км).

- глубину отбора проб для почвы устанавливают следующую: на пашне – 0-20 см, сенокосе – 0-15 см, на территории промышленных предприятий – 0-10, на газоне в парке, на детских площадках – 0-10 см.

Завершается обследование:

- определением количественного содержания загрязняющих веществ в почве и растениях.

- установлением категорий загрязнения по каждому из анализируемых загрязнителей.

- составлением сводных картограмм категорий загрязнения почв и растительности.

- разработкой заключения по существующему экологическому состоянию территории, дальнейшему ее использованию и приведению перечня основных мероприятий по устранению отрицательного воздействия.

Критерии экологического состояния земель

Экологическая оценка территории проводится с целью выявления основных экологических проблем, характерных для исследуемой территории и опре-

деления остроты каждой взятой экологической проблемы и их совокупности. Важным представляется выбор критериев (основных признаков), используемых для оценки экологических проблем.

Состояние природной среды, растительного и животного мира характеризуют критерии загрязнения воздушной среды, воды, почв, истощения природных ресурсов, деградации экосистемы. В оценку среды обитания и здоровья населения включены атмосферный воздух, питьевая вода, а также ионизирующее излучение.

Под критерием экологической оценки состояния земель подразумевают описание совокупности показателей, позволяющих охарактеризовать ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды, как кризисное или как бедственное.

Показатели означают меру, параметры – границы интервалов, соответствующих степеням экологического неблагополучия территорий.

Выбор критериев экологической оценки состояния земель определяется спецификой их местоположения, генезисом и буферностью почв, а также разнообразием использования земель с учетом растительного покрова, атмосферного воздуха и степени деградации почв.

При оценке экологического состояния почв основными показателями степени экологического неблагополучия и биологического загрязнения учитывают следующие критерии (табл. 2.1).

В качестве критерия экологического состояния территории используют площадь выведенных из землепользования угодий в результате деградации почв (эрозия, дефляция, вторичное засоление, осолонцевание, заболачивание).

Участки территории, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных, объявляются зонами чрезвычайной экологической ситуации.

Таблица 2.1 - Критерии экологической оценки состояния земель

Критерии	Экологи- ческое бедствие	Чрезвычайная (кризисная) экологическая ситуация	Удовле- твори- тельная	Время воздей- ствия, годы	Площадь оценивае- мой терри- тории, тыс. га
1	2	3	4	5	6
Площадь, выведенная из земле- пользования, %общей площади сельскохозяйственных угодий: пахотных земель кормовых угодий	>50 >70	30-50 51-70	<5 <10	10 20	3-5 1-2
Увеличение площади средне-и сильноэродированных почв, % в год	>5,0	2,1-5,0	0,5-1,0	-	30-50
Соотношение площадей разной степени нарушенности: Слабо и средне Сильно Очень сильно	<20 >40 >30	<30 <40 <30	<70 <10 <5	10 10 10	5-10
Увеличение площади, %в год: Подвижных песков Засоленных почв	>4,0 >5,0	2,1- 4,0 2,1- 5,0	0,25-1,0 0,5-1,0	- -	10-30 10-30
Потери гумуса в пахотных поч- вах, в относительных %	>25	15-25	до 5	10	10-30
Отвалы, карьеры, % терри- тории: Нетоксичных пород Токсичных пород, изолирован- ных отгрунтовых вод Токсичных пород,представляю- щих угрозу загрязнения грунто- вых вод	>75 >50 >20	50-75 20-50 5-20	<5 <1 <0,1	5 2-5 2-5	3-5 1-0,1 0,01-0,1
Расчлененность территории оврагами, км/ кв.км	2.5	0,7-2,5	-	5-10	3-5
Продолжительностьзатопления (поверхностное увлажнение), мес.	>18	12-18	3-6	-	>1
Скорость увеличения площа- ди деградированных пастбищ % площади в год	>8	5-8	<2	-	5-15
Критический уровень содержа- ния в воздухе для фитоцено- зов,мкг/куб.м Диоксида серы Диоксида азота	>200 >300	100-200 200-300	<20 <30	1 1	0,01-0,1 0,01-0,1
Площадь посевов,поврежденных вредителями, % общей площади	>50	20-50	<10	1	10-30

Гибель посевов, % общей площади	>30	15-30	<5	1	1-3
Доля загрязненной сельскохозяйственной продукции, % от объема проверенной	>50	25-50	<5	-	-
Радиоактивное загрязнение почв, Ки/кв.км					
Цезий 137	>40	15-40	<1	1	0,1
Стронций-90	>3	1-3	<0,3	1	0,1
Плутоний	>0,1	>0,1	-	1	0,1
Превышение ПДК химических веществ в почве:					
1-го класса опасности (включая бензапирен, диоксины)	>3	2-3	До 1	1	0,1
2-го класса опасности (включая бензапирен, диоксины)	>10	5-10	До 1	1	0,1
3-го класса опасности (включая нефть и нефтепродукты)	>20	10-20	До 1	1	0,1

Участки территории, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны, объявляются зонами экологического бедствия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Выявление и оценка загрязненных территорий
2. Правила отбора проб в зависимости от типа и источника загрязнения
3. Этапы завершения обследования
4. Критерии экологического состояния земель
5. Показателями степени экологического неблагополучия и биологического загрязнения
6. Зона чрезвычайной экологической ситуации
7. Зона экологического бедствия
8. Критерии превышения ПДК химических веществ в почве

ТЕМА 3. ВЫЯВЛЕНИЕ И УЧЕТ ЗЕМЕЛЬ, ПОДВЕРГШИХСЯ ЗАГРЯЗНЕНИЮ, И УСТАНОВЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Среди многочисленных загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы (ТМ), представляющие наиболее токсическую группу химических элементов. В почву они поступают из атмосферы, с минеральными удобрениями, пестицидами, с осадками сточных вод, сточными водами и бытовым мусором, отходами промышленности, автомобильного и железнодорожного транспорта.

Критериями загрязнения являются ПДК, ОДК. При содержании ингредиента в количестве меньше чем ПДК, ОДК почвы, продукция считается незагрязненными.

Выявление земель, подвергшихся загрязнению, осуществляется на базе материалов оценки загрязненности территории, полученных в процессе экологического контроля, соответствующими государственными экологическими службами или по инициативе самих землевладельцев и землепользователей.

Источники загрязнения территории сельскохозяйственных предприятий

Источники поступления тяжелых металлов и других загрязнителей могут быть природные и техногенные.

Природные источники: выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы и др.

Техногенные источники: воздушные выбросы предприятий черной и цветной металлургии, автомобильный транспорт, жидкие и твердые бытовые отходы, пестициды, органические и минеральные удобрения.

Основные источники загрязнения земель сельскохозяйственных предприятий

- рядом расположенные промышленные предприятия;
- трассы автомагистралей, газо- и нефтепроводы;

- складские помещения для хранения нефтепродуктов, удобрений и ядохимикатов, ремонтные мастерские, гаражи, животноводческие фермы.

- загрязненные воды рек и другие источники;

Сельскохозяйственные территории в основном загрязняются в результате:

- перемещения загрязненных воздушных слоев приземной атмосферы и попадания в почвенный покров, воду и растительность загрязнителей в виде пылевых отложений, дождя и снега;

- использования поливных вод, которые загрязнены промышленными стоками;

- использования грунтовых вод, выходящих на поверхность из-за подтопления территории.

Загрязнению способствуют отсутствие хозяйственных мероприятий, предусматривающих утилизацию загрязненных веществ, концентрирующихся в местах хранения нефтепродуктов, удобрений и ядохимикатов, а также неправильное использование навоза на фермах.

Загрязняющие вещества и их классификация

Загрязненные территории – результат комплексного действия ряда факторов: загрязнения почвенного покрова, загрязнения естественной и культурной растительности, загрязнения воздушной среды и воды в пределах определенной анализируемой территории.

Загрязненные земли – это земли, содержащие загрязняющие вещества выше фонового уровня.

Фоновое содержание в почвах химического вещества – уровень содержания химического вещества, сравнение с которым позволяет обнаружить его в исходно-аналогичных почвах под влиянием антропогенных факторов. Наиболее часто о фоновом содержании химических веществ судят по составу почв фоновых территорий, удаленных от источников загрязнения на 50-100 км.

Загрязняющие вещества – химические элементы или соединения, по-

вышенное содержание которых в биосфере и ее компонентах вызывает негативную токсико-экологическую ситуацию (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Классы загрязняющих веществ

Классы загрязняющих веществ по степени их опасности	Химические вещества
Высоко-опасные	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, фтор, бензопирен
Умеренно опасные	Бор, никель, молибден, медь, сурьма, хром
Малоопасные	Барий, вольфрам, марганец, стронций

Используют следующую классификацию загрязнений:

- по отраслям хозяйства: производящие загрязнения;
- по фоновому составу загрязнителей: твердые, жидкие, газообразные;
- по качественному составу загрязнителей: физические, химические, биологические, радиоактивные;
- по источникам загрязнения: выбросы, отходы, стоки и осадки сточных вод, средства химизации, неорганизованные выбросы, прорывы очистных сооружений транспортных трубопроводов, другие аварийные ситуации.

Среди многочисленных техногенных загрязнителей почв особое место занимают тяжелые металлы в силу своей распространенности и высокой токсичности. Не менее опасны для окружающей среды – пестициды, опасность которых состоит, прежде всего, в том, что подавляющее их большинство – синтетические токсиканты, не встречающиеся в природе. Не меньшую угрозу окружающей среде может представлять и радиоактивное загрязнение.

Важным фактором, определяющим в настоящее время количество тяжелых металлов в почвах, является антропогенное воздействие на природную среду. Основными антропогенными источниками поступления тяжелых металлов в почву являются: выпадение из атмосферы (газопылевые выбросы промышленных предприятий, транспорта и трансграничный перенос), поступление

тяжелых металлов со средствами химизации и т.д.

Известно, что уровень накопления тяжелых металлов в почвах является долговременным их аккумулятором, отражает уровень загрязнения атмосферы. Тяжелые металлы накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Для техногенных территорий независимо от типа почвы характерны регрессивно-аккумулятивный тип распределения.

Наиболее важными загрязняющими веществами являются:

- сернистый двуокись углерода, двуокись углерода, закись азота, аммиак;
- взвешенные в воздухе частицы;
- углеводороды, ртуть, свинец, кадмий;
- хлорированные органические соединения, нефть, микротоксины;
- нитриты, нитраты, аммиак, нитрозамины;
- радиоактивные вещества;

Азота диоксид образуется при сгорании всех видов топлива, поэтому основными источниками являются: котельные, кузницы, различные печи.

Диоксид серы поступает в атмосферный воздух при сгорании серосодержащих топлив.

Основные источники загрязнения диоксидом серы являются крупные теплоэлектростанции, котельные, металлургическое производство и автотранспорт.

Бензапирен поступает в атмосферу при сжигании различных видов топлива, особенно, в двигателях транспортных средств.

Оксид углерода является одним из продуктов сгорания различных видов топлива, поэтому основные источники выброса – теплоэлектростанции, котельные, металлургическое производство, частный сектор и т.д.

Фенол поступает в атмосферу от специфических предприятий.

Формальдегид является одним из продуктов сгорания различных видов топлива.

В результате нерациональной хозяйственной деятельности почва часто деградирует или даже полностью разрушается.

Таблица 3.2 – Размеры зон геоэкологического влияния различных источников техногенного воздействия, по В.А. Королеву и С.Н. Николаеву

Виды хозяйственной деятельности	Источник воздействия	Размеры
1	2	3
Горнотехническая	Шахта, карьер, подземное хранилище Хвостохранилище Отстойник	1-5 кв. км 0,1-8,5 га 0,001-0,1 га
Теплоэнергетическая	ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС	5-7 км
Химическая, металлургическая,	Комбинат, завод Трубопровод	3-50 км 5-15 км
Нефтеперерабатывающая	Водохранилище Плотина, канал Карьер, котлан Насыпь Взрыв	0,5-20 0,1-1 км 15-800 м 6-120 м 60-600 м
Сельскохозяйственная, мелиоративная	Угодье Поле орошения	0,5-1 км 1-10 кв. км
Цементная промышленность		5,2 км
Городская, коммунальная	Водозбор Свалка Здание, строение Коллектор	1-100 км 1-3 км 15-120 м 20-50 м
Транспорт	Автомагистраль Железная дорога	40-100 м 150-300 м

Согласно ГОСТу 17.4.3.06-86, классификацию почв по степени загрязнения проводят по предельно допустимым количествам химических веществ в почвах и их фоновому содержанию. По степени загрязнения почвы делят на сильно-, средне- и слабозагрязненные. Если проводить экологическое нормирование загрязнения, поставив главной целью сохранение экологических функций почвы, то по ряду вышеизложенных причин целесообразнее использовать не ПДК загрязняющего вещества в почве, а интегральный показатель эколого-биологического состояния почвы. При снижении значений интегрального показателя в той или иной степени происходит нарушение определенных эко-

гических функций почвы.

Предлагается следующая классификация почв Западно-Приморской равнины по степени загрязнения ТМ на основе интегрального показателя эколого-биологического состояния почвы разработанная Мухиной Н.В. (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Шкалы оценочных параметров пахотного горизонта почв Западно-Приморской равнины

№ п/п	Показатели	Группы содержания					
		Очень низкое	Низкое	Среднее	Повышен- ное	Высокое	Очень высокое
Валовые формы ТМ и микроэлементов							
1	Кадмий	≤1,6	1,7- 3,2	3,3-4,8	4,9-6,4	6,5-7,6	≥7,7
2	Свинец	≤8	9-16	17-24	25-32	33-40	≥41
3	Цинк	≤12	13-24	25-36	37-48	49-60	≥61
4	Никель	≤8	9-16	17-24	25-32	33-40	≥41
5	Мель	≤4	5-6	7-8	9-10	11-12	≥13
6	Кобальт	≤8	9-17	18-26	27-34	35-42	≥43
7	Сера	≤8	9-16	17-24	25-32	33-40	≥41

Влияние загрязнения растительного покрова на сельскохозяйственное производство

Растения обладают неодинаковой устойчивостью к накоплению различных химических элементов. Например, капуста, обладающая устойчивостью к кадмию, характеризуется более низкой устойчивостью к никелю и хрому.

Из культивируемых растений тяжелые металлы активнее поглощают овощи, особенно обладающие разветвленной корневой системой, в меньшей степени- зерновые и технические культуры.

По уровню накопления тяжелых металлов сельскохозяйственные растения условно делят на четыре группы:

Очень высокий: салат, шпинат, лук (перо), укроп, сельдерей, петрушка.

Высокий: кормовые травы, кукуруза (зеленая масса), солома зерновых, огурцы, томаты, кабачки.

Средний: свекла, морковь, капуста, турнепс, редис, картофель.

Низкий: зерно пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, гороха, овса, бобов.

Наиболее легко поглощаются и накапливаются в съедобных частях растения такие элементы, как цинк, кадмий, марганец, молибден, наоборот, поглощение свинца, ртути, хрома, довольно ограничено.

Установлено, что наибольшее количество тяжелых металлов накапливается, как правило, в корнях, затем в стеблях, далее в листьях, и меньше всего в зерне, а также в корне-и клубнеплодах.

Тяжелые металлы, накапливаясь, в различных частях растений в высоких концентрациях, проявляют токсичность.

Длительное систематическое применение высоких доз удобрений приводит к накоплению в почве токсичных веществ – балластных компонентов минеральных удобрений. Например, с 1 т. фосфорных удобрений в почву поступает до 150 кг фтора, а 1 тонны калийных удобрений до 500 кг хлора. Особую опасность представляют такие примеси, как мышьяк, свинец, кадмий, стронций и другие элементы.

Влияние загрязнения почвенного покрова на сельскохозяйственное производство

Загрязнение почвенного покрова существенно влияет на сельскохозяйственное производство и агроландшафт территории в следующих направлениях:

1. Изменение качественных характеристик почв, включая почвенное плодородие, приводящее к деградации почвенного покрова.
2. Ослабление и угнетение роста и развития растений.
3. Загрязнение растительного покрова (продукции растениеводства).
4. Поражение жизненно важных органов и нарушение их функций у чело-

века и животных.

Загрязнение почв медью уменьшает количество обменных катионов, снижает водопрочность почвенных агрегатов, служит источником заболевания животных анемией и гепатитом.

Повышенное содержание марганца в верхних горизонтах почвы вызывает у некоторых видов растений железистый хлороз, сморщивание листовой пластинки, неравномерное распределение хлорофилла в листьях, что резко снижает урожайность растений.

Высокое содержание в почвах цинка снижает биологическую активность микроорганизмов в почве, изменяет физико-химические свойства почвы, а поступая через растения в организм человека, поражает органы дыхания, печень и почки. Даже при очень слабом загрязнении почв свинцом уменьшается активность ферментов, нарушаются процессы дыхания клеточного деления растительных организмов. При его содержании до 40-60 мг на 1 кг почвы значительно замедляется рост картофеля, ячменя, клевера, сои и гречихи.

Отграничение земельных участков, подвергшихся радиоактивному и химическому загрязнению, производится с учетом нормативов предельно-допустимого уровня радиационного и химическому загрязнению, производится с учетом нормативов предельно-допустимого уровня радиационного и химического воздействия.

В пределах загрязненной территории выявляются зоны с различным уровнем загрязнения.

Организация территории сельскохозяйственных предприятий, загрязненных тяжелыми металлами

Организация территории на сельскохозяйственных предприятиях, загрязненных тяжелыми металлами (табл. 3.4), направлена на получение продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим и другим нормативам, а также на предотвращение распространения загрязнения, его уменьшение или ликвидацию. В случаях, когда на отдельных участках невозможно восстановить поч-

венное плодородие и обеспечить получение сельскохозяйственной продукции, соответствующей установленным требованиям (нормам, правилам, нормативам), они подлежат исключению из сельскохозяйственного оборота и консервации в соответствии с установленным порядком.

Таблица 3.4 – Показатели уровня загрязнения земель тяжелыми металлами

Тяжелый металл	Содержание в 1 кг соответствующее уровню загрязнения, мг				
	Первому допустимому	Второму низкому	Третьему среднему	Четвертому высокому	Пятому очень высокому
Кадмий	<ПДК	От ПДК до 3	3-5	5-20	>20
Свинец	<ПДК	От ПДК до 125	125-250	250-600	>600
Ртуть	<ПДК	От ПДК до 3	3-5	5-10	>10
Цинк	<ПДК	От ПДК до 500	500-1500	1500-3000	>3000
Медь	<ПДК	От ПДК до 200	200-300	300-500	>500
Кобальт	<ПДК	От ПДК до 50	50-150	150-300	>300
Никель	<ПДК	От ПДК до 150	150-300	300-500	>500
Молибден	<ПДК	От ПДК до 40	40-100	100-200	>200
Олово	<ПДК	От ПДК до 20	20-50	50-300	>300
Хром	<ПДК	От ПДК до 250	250-500	250-800	>800
Ванадий	<ПДК	От ПДК до 225	225-300	225-350	>350
Хлорированные углеводороды	<ПДК	ПДК-5	5-25	25-50	>5
Фенолы	<ПДК	-	1-5	5-10	>10
Нефть и нефтепродукты	<ПДК	1000-2000	2000-3000	3000-5000	>5000
Бензапирен	<ПДК	ПДК-0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	>0,5

Учет и дальнейшее использование загрязненных территорий осуществляется на основе составления экологического паспорта загрязненной территории, обеспечивающего мониторинг качественного изменения земель, подвергшихся загрязнению, и последующий поэтапный их ввод в хозяйственный оборот.

Предотвращение загрязнения в результате хозяйственной деятельности

обеспечивается соблюдением требований агротехнологий (жесткое нормирование применения минеральных удобрений, средств защиты растений и т.д.), нормативной системой организационно – территориальных мероприятий при размещении животноводческих ферм, производственных центров, хранилищ минеральных удобрений, складов ГСМ и т.д., проектированием специальных природоохранных инженерных сооружений и другими мероприятиями.

Ликвидация загрязнения обеспечивается культуртехническими мероприятиями (землевание, утилизация загрязнителей и т.п.) специальными агротехническими приемами, обеспечивающими регулирование соотношения биогенных элементов в почве, подвижность и трансформацию загрязнителей, использованием природных сорбентов органического происхождения, а также применением методов фитосанации почв и др.

Основными факторами, определяющими особенности землеустройства загрязненных территорий, являются: характер территориального распространения различных видов загрязнителей в почвенном покрове, состав и уровень содержания различных загрязнителей в почвенной среде.

К почвенным факторам, влияющим на поступление тяжелых металлов в сельскохозяйственные культуры и далее в продукцию растениеводства и животноводства, относятся: гранулометрический состав почв, кислотность, содержание органического вещества и катионно-обменная способность почв.

В свою очередь, сельскохозяйственные культуры обладают индивидуальными особенностями интенсивности поглощения загрязнителей и их концентрации в различных частях растительных организмов. Тем самым определяются структура посевных площадей, выбор полей и производственных участков при организации и устройстве территории.

Проектирование севооборотов и организации их территории является основной стадией организации землеустройства на загрязненных территориях. На этой стадии необходимо учитывать все факторы, которые определяют специфику ведения производства: пространственное размещение загрязнителей, уро-

вень (плотность) загрязнения почв, особенности накопления загрязнителей различными культурами, технологии возделывания культур и т.п.

Основной задачей проектирования севооборотов является такой выбор территории для возделывания различных сельскохозяйственных культур, который обеспечивал бы наиболее рациональное их размещение с точки зрения возможности получения продукции, соответствующей определенным санитарно-гигиеническим нормативам дальнейшего ее использования.

Прогноз возможного загрязнения сельскохозяйственных культур уже на стадии проектирования севооборотов позволяет определить на какие цели может быть использована производимая продукция (продовольственные, кормовые, семена, техническую переработку).

Для целей землеустройства загрязненные земли должны быть разделены на 4-5 категории.

1 - земли можно использовать по любому назначению без ограничений и дополнительных мероприятий по санации почв; на землях

2-3 - категорий загрязнения целесообразно насыщение севооборотов техническими (картофель, подсолнечник, сахарная свекла) и зерновыми (рожь, овес, ячмень, пшеница) культурами. Эффективно также размещение многолетних и однолетних трав на семена. Культуры, используемые в основном в сыром виде (лук, сельдерей, томаты, петрушка, огурцы и т.д.), а также кормовые культуры, используемые на зеленый корм, следует выводить с загрязненных земель.

На землях 3-4 категорий загрязнения рекомендуется проектирование санитарно-защитного севооборота. Санитарно-защитные севообороты рекомендуется проектировать вдоль (вблизи) транспортных магистралей, являющихся серьезным источником загрязнения пашни (железных и автомобильных дорог, газо- и нефтепроводов, высоковольтных линий электропередач).

Задача такого севооборота — осуществить максимальное поглощение культурами севооборота из воздуха токсичных веществ, тяжелых металлов и

других загрязнителей, не допуская загрязнения почвы; последующая переработка должна максимально очистить растения от загрязнителей.

Рекомендуется следующий состав в севообороте и их чередование:

- 1) однолетние травы (на сено) с подсевом многолетних трав;
- 2-3) многолетние травы (на сенаж и сено);
- 4) зерновые на фураж;
- 5) кукуруза (на сенаж и силос).

Полученные корма перед употреблением должны быть подвергнуты обработке, в результате которой большая часть загрязнителей будет выведена из растений; особенно это важно для зеленой массы (рекомендуется термическая обработка).

Важно отметить также, что в севообороте подобраны культуры с различным временем активной вегетации, что позволяет осуществлять постоянное, активное впитывание растениями загрязнителей из воздуха. Так, период активной вегетации многолетних трав продолжается с мая по середину июля, а затем в сентябре-октябре; кукурузы на силос – с середины июля и весь август; яровых – в конце августа начале сентября.

Кочующими называют севообороты, местоположение которых меняется в зависимости от качественной характеристики пахотных территорий. Их рекомендуется проектировать на землях, где была осуществлена биологическая или химическая санация почв, рекультивация, землевание. Задача севооборота – восстановить нарушенную ранее биологическую, биохимическую и структурную характеристику почвы.

Поскольку процесс восстановления почвенных характеристик достаточно продолжителен, севооборот как бы «кочует», последовательно занимая части восстанавливаемой пахотной территории.

Можно рекомендовать следующий состав и чередование культур:

- 1) пшеница на зерно с подсевом многолетних трав;

- 2-4) многолетние травы (на сено, зеленый корм, семена);
- 5) зернобобовые (на зерно) с запашкой корневой системы.

Пшеница и многолетние травы в данном севообороте служат для восстановления структуры почв, зернобобовые – для обогащения ее азотом. Можно использовать севообороты с иным составом и чередованием культур (например, сидеральные).

Система агротехнических и агрохимических приемов, гарантирующая получение продукции с минимальным содержанием радионуклидов, тяжелых металлов предусматривает:

- Специальную обработку почв;
- Осушение заболоченных участков;
- Известкование кислых почв;
- Внесение повышенных доз фосфорных (1,5-2Р) и калийные (1,5-2К) удобрения по сравнению с рекомендованными дозами для данной зоны;
- Внесение органических удобрений в дозе 40 т/га и выше;
- Комплексное внесение различных видов органических и минеральных удобрений в полях севооборотов;
- Подбор видов и сортов сельскохозяйственных культур.

Основным приемом снижения подвижности большинства тяжелых металлов в кислых почвах является известкование. Рекомендуются вносить дозы известковых удобрений, обеспечивающие доведение РН почвы до уровня 6,5-6,7.

Лучшей формой органических удобрений на загрязненных тяжелыми металлами почвах являются торфокомпосты.

Для увеличения миграции тяжелых металлов и разбавления загрязненного слоя почвы следует применять безотвальное рыхление.

Для каждой зоны в проекте землеустройства разрабатываются предложения и рекомендации по хозяйственному использованию массивов, входящих в выделяемые зоны, с указанием санитарно-гигиенических, культуртехнических,

агротехнических и иных природоохранных и природо- восстановительных мероприятий (работ).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Источники загрязнения территории сельскохозяйственных предприятий
2. Загрязняющие вещества и их классификация
3. Влияние загрязнения почвенного покрова на сельскохозяйственное производство
4. Классы загрязняющих веществ
5. Влияние загрязнения растительного покрова на сельскохозяйственное производство
6. Наиболее важными загрязняющими веществами являются
7. Классификация почв по степени загрязнения ТМ на основе интегрального показателя эколого-биологического состояния почвы Мухиной Н.В.
8. Организация территории сельскохозяйственных предприятий, загрязненных тяжелыми металлами

ТЕМА 4. ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ

Почва, представленная твердыми, жидкими и газообразными веществами, характеризуется как термодинамическая система. В ней постоянно происходят процессы выветривания почвообразующих пород, разложения органических веществ, образования глинистых вторичных минералов, гумусовых веществ и органо-минеральных соединений. Водная эрозия, гравитация, диффузия, фильтрация, адсорбция воды также изменяют состав почвы. Постоянно происходящие в почве процессы обмена веществ и энергии с внешней средой характеризуют ее как открытую систему, которой свойственно динамическое равновесие.

Термодинамические свойства почв делятся на *интенсивные* и *экстенсивные*. К интенсивным относятся свойства, не зависящие от воды (температура, атмосферное давление, химический потенциал). Экстенсивные (энтропия, объем и масса) зависят от количества воды.

Оценка экологического качества почв обычно начинается с анализа морфогенетического строения почвенного профиля. При его оценке принимаются во внимание мощность мелкоземистой толщи, гумусово-аккумулятивной части профиля, пахотных и нижележащих горизонтов; расположение и свойства литологических слоев и границ, наличие проблемных агроэкологических ситуаций – с переуплотненными, переувлажненными, оглееными, солонцеватыми, засоленными, каменистыми горизонтами и т.д..

4.1 Параметры физического состояния почв

Базовым параметром физического состояния почв является их гранулометрический состав. Классификация почв России по гранулометрическому составу основана на соотношении фракций физического песка и физической глины с поправкой на свойства почв различного генезиса (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Классификационная шкала почв по гранулометрическому составу

Содержание физ. глины, %	Названия разновидности почв		Число разновидностей
	Основное	Дополнительное	
0-5	Рыхлопесчаная	Песчаные, крупнопылеватые	2
5-10	Связнопесчаная		2
10-20	Супесчаная		2
20-30	Легкосуглинистая	Песчаные, крупнопылеватые, пылеватые, иловатые	4
30-40	Среднесуглинистая		4
40-50	Тяжелосуглинистая		4
50-65	Легкоглинистая		4
65-80	Среднеглинистая		4
80-100	Тяжелоглинистая	Пылеватые, иловатые	2

Экологическая оценка гранулометрического состава почв зависит от их генетических особенностей (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Экологическая оценка гранулометрического состава почв для зерновых культур

Почвы	Оценка по гранулометрическому составу почв, баллы						
	Глини- стые	Тяже- лосу- глини- стые	Средне- сугли- нистые	Легко- сугли- нистые	Су- песча- ные	Песчаные связ- ные	рых- лые
Глееподзолистые	4	6	8	10	8	5	3
Подзолистые	5	6	8	10	8	5	3
Дерново-подзолистые	6	7	10	8	6	4	2
Серые лесные	8	10	9	7	6	4	2
Черноземы типичные	10	9	8	6	4	3	1
Черноземы южные	9	10	8	7	5	3	1
Темно-каштановые	8	10	9	7	6	3	1
Каштановые	7	9	10	8	6	3	1
Бурые	7	8	10	7	5	2	1
Сероземы	8	10	9	7	5	3	2
Красноземы и желтоземы	10	9	7	6	4	-	-
Желтоземно-подзолистые	8	9	10	9	6	4	2

Почва – полидисперсная система. Она состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газовой. Твердая фаза почв, в свою очередь, состоит из частиц различной величины, которые называются *механическими элементами*. Близкие по размерам и свойствам частицы группируются во фракции. Группировка частиц по размерам по фракции называется *классификацией механических элементов*. Относительное содержание в почве механических элементов называется *гранулометрическим* составом.

В России принята классификация Н.А. Качинского (1958), по которой механические элементы почвы по размеру группируются в такие фракции:

- камни – >3 мм;
- гравий – 3-1 мм;
- песок: крупный – 1,0-0,5 мм; средний – 0,50-0,25 мм; мелкий – 0,25-0,05 мм;
- пыль: крупная – 0,05-0,01 мм; средняя – 0,01-0,005 мм; мелкая – 0,005-0,001 мм;
- ил: грубый – 0,001-0,0005 мм; тонкий – 0,0005-0,0001 мм;
- коллоиды – $< 0,0001$ мм;
- физическая глина: включает частицы размером – $< 0,01$ мм;
- физический песок: состоит из частиц – $> 0,01$ мм.

Песчаная фракция (1,0-0,05 мм) состоит из обломков горной породы (кварца, полевых шпатов), обладает высокой водопроницаемостью, но низкой влагоемкостью (3-10%) и водоудерживающей способностью, не пластична и не набухает. И все же природные мелкозернистые пески с влагоемкостью 5-10 % способны обеспечить рост и развитие травянистых растений, а с влагоемкостью 3-5 % пригодны для лесных культур.

Крупная пыль (0,05-0,01 мм) мало отличается от песка мелкого. Она обладает невысокой влагоемкостью и низкой водоудерживающей способностью, не пластична, слабо набухает.

Средняя пыль (0,01-0,005 мм) отличается повышенным содержанием слюды, которая придает средней пыли повышенную пластичность и связность. Эта фракция лучше удерживает воду, но обладает слабой водопроницаемостью, не способна к коагуляции, не участвует в структурообразовании и физико-химических процессах. Поэтому почвы, обогащенные средней пылью, легко распыляются, склонны к заплыванию и уплотнению, отличаются слабой водопроницаемостью.

Тонкая пыль (0,005-0,001 мм) характеризуется относительно высокой дисперсностью. Она состоит из первичных и вторичных минералов, способна к коагуляции и структурообразованию, обладает поглотительной способностью. Однако при высоком содержании тонкой пыли почва обладает и неблагоприятными свойствами: низкой водопроницаемостью, большим содержанием недоступной влаги, высокой способностью к набуханию и усадке, липкостью и плотным сложением. Ил состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов. Имеет самое большое значение в создании плодородия и благоприятной экологии почв. Илу принадлежит главная роль в физико-химических процессах, так как он обладает высокой поглотительной способностью, в аккумулятивном горизонте почвы содержит максимальное количество гумуса, азота и зольных элементов.

Илистая фракция – это совокупность почвенных частиц размером < 1 мкм по шкале Качинского, принятой в нашей стране, и < 2 мкм по шкале Аттерберга, принятой в большинстве зарубежных стран. Она состоит из глинистых минералов, органического вещества и органо-минеральных соединений. Благодаря высокой дисперсности, химической активности и сорбционной способности глинистой фракции почва активно взаимодействует со всеми веществами.

Скелетность определяется механическими элементами крупнее 1 мм: гравием (1-3 мм) и камнями (более 3 мм). Скелетность оказывает существенное влияние на свойства почв и условия их использования. Наряду с негативным ее

влиянием (помехи обработки почвы, абразивное воздействие на рабочие органы орудий и др.) скелетность способствует ускоренному прогреванию почв в северных районах.

По характеру скелетной части устанавливают тип каменистости почв: валунные, галечниковые, щебнистые.

По содержанию хряща выделяют следующие группы почв:

- мелкоземистые с количеством скелета менее 10 %;
- слабохрящеватые (10-30 %);
- среднехрящеватые (30-50 %);
- сильнохрящеватые (более 50 % скелетных частиц).

По каменистости выделяются группы почв:

- некаменистые с содержанием камней менее 0,5 %;
- слабокаменистые (0,5-5 %);
- среднекаменистые (5-10 %);
- сильнокаменистые (более 10 % камней).

Основным количественным динамическим показателем физического состояния почв является плотность – определяемая характером упаковки физических частиц почв и определяющая их пористость и условия водного и воздушного режима.

Наилучшие водно-воздушные свойства почв степной зоны складываются при размере агрегатов 0,25-3 мм, дерново-подзолистых 0,5-5 мм. При оценке противодефляционной устойчивости почв учитывают содержание агрегатов более 1 мм в слое 0-5 см.

Важнейшими условиями агрономической ценности структуры являются ее водопрочность и пористость (табл. 4.3). Верхним пределом оптимального содержания водопрочных агрегатов ориентировочно можно считать 75(80) %, поскольку при более высоком содержании водопрочных агрегатов значительно возрастает пористость аэрации и непроизводительный расход влаги на физическое испарение.

Поскольку при расчете пористости используется плотность твердой фазы почвы, величина которой слабо изменяется для минеральных почв (от 2,50-2,60 в гумусовых горизонтах до 2,65-2,75 в переходных горизонтах), то оценку физического состояния почв возможно проводить по одному из показателей - плотности или общей пористости.

Таблица 4.3 – Экологическая оценка структуры и сложения пахотного горизонта почв (по Кузнецовой, 1979).

Содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм, %	Оценка		Равновесная плотность сложения, г/см ³	Оценка плотности сложения
	Водопрочности структуры	Устойчивости сложения		
<10	Неводопрочная	Неустойчивое	>1,5	Очень плотное
10-20	Неудовлетворительная		1,5-1,4	
20-30	Недостаточно удовлетворительная	Недостаточно устойчивое	1,4-1,3	Плотное
30-40	Удовлетворительная	Устойчивое	1,3-1,2	Уплотненное
40-60	Хорошая		1,2-1,1	Оптимальное для большинства культур
60-75	Отличная	Высокоустойчивое	1,1-1,0	
>75	Избыточно высокая		<1,0	Рыхлое (пашня вспушена)

Важная характеристика сложения почвы - содержание в ней воздуха. При оптимальном сложении почвы пористость аэрации (некапиллярная) минеральных почв должна быть не ниже 15 %, торфяных – 30-40 %. При меньшем содержании воздуха условия роста культурных растений ухудшаются. Самые благоприятные условия увлажнения и воздухообеспеченности складываются в почве при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1:1, т.е. если пористость аэрации составляет половину общей (табл. 4.4).

К физико-механическим свойствам почв относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

Помимо стабильных во времени гранулометрического и минералогического состава, содержания гумуса, состава обменных оснований, эти свойства сильно зависят от очень динамичной характеристики – влажности (Шеин, 2004).

Таблица 4.4 – Экологическая оценка плотности и пористости суглинистых и глинистых почв в вегетационный период (по Н.А. Качинскому, 1965).

Плотность, г/см	Общая пористость, %	Оценка плотности	Оценка пористости
<1,0	>70	Почва вспушена или богата органическим веществом	Избыточно пористая почва вспушена
1,0-1,1	65-55	Типичные величины для культурной или свежевспаханной почвы	Отличная – культурный пахотный горизонт
1,1-1,2	55-50	Пашня слабо уплотнена	Хорошая – в окультуренных почвах
1,2-1,3	50-45	Пашня уплотнена	Удовлетворительная – в освоенных почв
1,3-1,4	45-40	Пашня сильно уплотнена	Неудовлетворительная – в пахотном горизонте
1,4-1,6	40-35	Типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)	Чрезмерно низкая – в уплотненных подпахотных и иллювиальных горизонтах
1,6-1,8		Сильно уплотненные иллювиальные горизонты	

Пластичность оценивается по числу пластичности – разнице между нижним и верхним пределами пластичности (пределом текучести и пределом раскатывания).

Глинистые почвы имеют число пластичности более 17, суглинистые – 7-17, супеси – менее 7, пески непластичны (число пластичности приближается к 0). Пластичность сильно возрастает с повышением содержания набухающих минералов в почвах, особенно солонцовых. Наибольшей пластичностью отличаются глинистые солонцы, содержащие 25-30 % и более обменного натрия от емкости поглощения. Пластичность уменьшается при высоком содержании гумуса.

Липкость проявляется при влажности почвы, близкой к верхнему пределу пластичности. Увеличение степени насыщенности почв кальцием снижает липкость, натрием – резко увеличивает. Наименьшей липкостью обладают песчаные почвы, наибольшей – глинистые. Высокогумусированные почвы даже при высоком увлажнении (30-40 %) не проявляют липкости. По липкости почвы подразделяются на предельно вязкие (более 15 г/см²), сильновязкие (5-15 г/см²), средние по вязкости (2-5 г/см²), слабовязкие (менее 2 г/см²). Состояние влажности, при котором почва утрачивает липкость, отвечает физической спелости почв - наилучшим условиям для их обработки.

Физическая спелость почв – состояние увлажнения почвы, обеспечивающее наилучшие условия для обработки, при минимальном удельном сопротивлении и хорошей делимости, без распыления.

Способность к **набуханию и усадке** различных почв изменяются пропорционально содержанию глинистых и особенно коллоидных частиц, минералов монтмориллонитовой группы, органических коллоидов, и сильно возрастает с повышением содержания обменного натрия. Сильное набухание при высокой влажности вызывает разрушение почвенной структуры. Усадка при высыхании приводит к трещиноватости почв, разрыву корней растений, усилению физического испарения.

Важнейшие технологические показатели затрат на обработку почвы обусловлены ее связностью и твердостью. Наибольшей связностью характеризуются сухие глинистые бесструктурные почвы с небольшим содержанием гумуса и большой долей натрия в ППК, наименьшей – песчаные.

Удельное сопротивление почв в зависимости от механического состава, физико-химических свойств, влажности, плотности и структурного состояния изменяется в пределах 0,2-1,2 кг/см².

Наименьшим удельным сопротивлением характеризуются почвы легкого гранулометрического состава, наибольшим - тяжелосуглинистые и глинистые

почвы, особенно солонцы, содержащие более 20 % обменного натрия от емкости поглощения.

Максимальное удельное сопротивление обработке наблюдается при влажности, близкой к влажности устойчивого завядания, минимальное – при влажности почвы, соответствующей физической спелости. Удельное сопротивление почв под пропашными культурами значительно меньше, чем под зерновыми и многолетними травами, на целинных и залежных почвах оно выше на 45-50 %, чем на старопахотных.

4.2. Параметры гидрофизического состояния почв

К основным водно-физическим свойствам относятся влагоемкость и водопроницаемость почв. Влагоемкость почв оценивается с учетом их гранулометрического состава (табл. 4.5).

Таблица 4.5 – Экологическая оценка предельной полевой влагоемкости (по Н.А. Качинскому, 1965).

Влагоемкость, % сухой массы почвы	Оценка
Тяжелые почвы	
40-50	Наилучшая
30-40	Хорошая
25-30	Удовлетворительная
<25	Неудовлетворительная
Легкие почвы	
20-25	Отличная для песчаных почв
10-25	Удовлетворительная для полевых культур
3-10	Удовлетворительная для лесных культур
<3	Неудовлетворительная для любых культур

Оценка влагообеспеченности проводится по запасам продуктивной влаги в слое 0-20 и 0-100 см весной и перед посевом озимых (таблица 4.6).

Оценка водопроницаемости почвы проводится с учетом природных и производственных условий.

Орошаемые почвы по скорости впитывания воды за первый час фильтрации подразделяются на три группы:

- значительной водопроницаемости (более 150 мм);
- средней водопроницаемости (150-50 мм);
- слабой водопроницаемости (менее 50 мм).

Таблица 4.6 - Экологическая оценка запасов продуктивной влаги (по Вадюниной, Корчагиной, 1976).

Мощность слоя почвы, см	Запасы воды, мм	Качественная оценка запасов воды
0-20	>40	Хорошие
	40-20	Удовлетворительная
	<20	Неудовлетворительная
0-100	>160	Очень хорошие
	160-130	Хорошие
	130-90	Удовлетворительные
	90-60	Плохие
	<60	Очень плохие

Более подробная агроэкологическая оценка водопроницаемости суглинистых и глинистых почв (по просачиванию воды в первый час фильтрации при напоре 5 см и температуре 10°C) была предложена Н.А. Качинским (1965) и включает шесть рангов оценки:

- провальная (более 1000 мм);
- излишне высокая (1000-500 мм);
- наилучшая (500-100 мм);
- хорошая (100-70 мм);
- удовлетворительная (70-30 мм);

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Скелетность почв и ее свойства.
2. Термодинамические свойства почв.
3. Основные динамические показатели физического состояния почв.
4. Параметры почв, определяющие физико-механические свойства.
5. Оценка пластичности почвы.
6. Что определяет повышенную липкость почв.
7. Физическая спелость почвы.
8. Удельное сопротивление почвы.

ТЕМА 5. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Степень деградации почв и земель по каждому диагностическому показателю характеризуется пятью уровнями:

- 0 – недеградированные (ненарушенные);
- 1 – слабodeградированные;
- 2 – среднедеградированные;
- 3 – сильнодеградированные;
- 4 – очень сильнодеградированные (разрушенные), в том числе с уничтожением почвенного покрова.

Рекомендуемый перечень диагностических и дополнительных показателей для оценки степени деградации почв и земель приведен в таблице 5.1.

На основании собранной информации о состоянии земель составляются картограммы по каждому контролируемому типу деградации отдельно. Конкретный перечень картограмм в регионах определяется в зависимости от степени распространения развития типов деградационных процессов, а также требованиями заказчика.

Рекомендуемый перечень картограмм деградированных почв и земель (наряду с почвенной картой) представлен ниже:

- содержание гумуса в пахотном слое;
- реакция почвенной среды (pH) ;
- обеспеченность подвижными формами элементов питания;
- окультуренность пахотных почв (с включением оценок агрономического состояния структуры);
- эрозия почв;
- состояние природных кормовых угодий;
- нарушенные земли;
- каменистость почв;
- засоленность почв;

- солонцеватость почв;
- нарушение гидрологического режима почв (заболачивание, подтопление, переувлажнение).

Таблица 5.1 – Определение степени деградации почв и земель

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Индикаторные показатели					
Мощность абиотического (неплодородного) наноса, см	< 2	2-10	11-20	21-40	> 40
Глубина провалов (см) относительно поверхности (без разрыва сплошности)	< 20	20-40	41-100	101-200	> 200
Уменьшение содержания физической глины на величину, % от исходного <*>	< 5	5-15	16-25	26-32	> 32
Увеличение равновесной плотности сложения пах. Слой почвы, в % от исходного <*>	< 10	10-20	21-30	31-40	> 40
Стабильная структурная (межагрегатная, без учета трещин) пористость, куб. см/г	> 0,2	0,11-0,2	0,06-0,1	0,02-0,05	< 0,02
Текстурная пористость (внутриагрегатная), куб. см/г	> 0,3	0,26-0,3	0,2-0,25	0,17-0,19	< 0,17
Коэффициент фильтрации, м/сут	> 1,0	0,3-1,0	0,1-0,3	0,01-0,1	< 0,01
Каменистость, % покрытия	< 5	5-15	16-35	36-70	> 70
Уменьшение мощности почвенного профиля (А + В), % от исходного <*>	< 3	3-25	26-50	51-75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), % от исходного <*>	< 10	10-20	21-40	41-80	> 80
Площадь обнаженной почвообразующей (С) или подстилающей породы (D), % от общей площади	0-2	3-5	6-10	11-25	> 25
Глубина размывов и водороев относительно поверхности, см	< 20	20-40	41-100	101-200	> 200
Расчлененность территории оврагами, км/кв. км	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-2,5	> 2,5
Дефляционный нанос неплодородного слоя, см	< 2	2-10	11-20	21-40	> 40
Площадь подвижных песков, % от общей площади	0-2	3-5	6-15	16-25	> 25
Содержание суммы токсичных солей в гумусовом(пахотном) слое (%):					
- с участием соды	< 0,1	0,10-0,2	0,21-0,3	0,31-0,5	> 0,5
- для других типов засоления	< 0,1	0,10-0,2	0,26-0,5	0,51-0,8	> 0,8
Увеличение токсичной щелочности (при переходе нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв /100 г почвы	< 0,7	0,70-1,0	1,1-1,6	1,7-2,0	> 2,0
Увеличение содержания обменного натрия (в % от емкости катионного обмена):					
- для почв, содержащих < 1 % натрия	< 1	1-3	3-7	7-10	> 10

- для других почв	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20
Увеличение содержания обменного магния (в % от емкости катионного обмена)	< 40	40-50	51-60	61-70	> 70
Поднятие пресных почвенно-грунтовых вод до глубины, м					
- в гумидной зоне (< 1 г/л)	> 1,0	0,81-1,0	0,61-0,80	0,30-0,60	< 0,3
- в степной зоне (< 3 г/л)	> 4	3,1-4,0	2,1-3,0	1,0-2,0	< 1
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) почвенно-грунтовых вод до глубины, м	> 7	5,1-7,0	3,1-5,0	2,0-3,0	< 2
Продолжительность затопления (поверхностного переувлажнения), месяцы	< 3	4-6	7-12	13-18	> 18
Сработка торфа, мм/год	< 1	1-2,5	2,6-10	11-40	> 40
Дополнительные показатели					
Потери почвенной массы, т/га/год	< 5	6-25	26-100	101-200	> 200
Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв, % в год	< 0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	> 5,0
Площадь естественных кормовых угодий, выведенных из землепользования (лишенных растительности), % от общей площади	< 10	11-30	31-50	51-70	> 70
Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального	> 90	71-90	51-70	10-50	< 10
Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год	< 0,25	0,2-1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	> 5
Увеличение площади подвижных песков, % в год	< 0,25	0,2-1,0	1,1-2,0	2,1-4,0	> 4
Увеличение площади засоленных почв, % в год	0-0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	> 5,0

<*> Под исходным понимается состояние недеградированных аналогов (нулевой уровень)

Перечень картограмм может быть дополнен в зависимости от особенностей проявления деградационных процессов.

Для картографического отображения деградированных и загрязненных земель рекомендуются следующие масштабы:

на областном уровне – 1: 200 000 - 1: 500 000;

на районном уровне – 1: 50 000 - 1: 200 000;

на уровне землепользования – 1: 2000 - 1:10 000.

Лабораторные анализы проводятся по аттестованным методикам отбора и анализа проб с учетом метрологических требований к средствам и методам измерения, контроля точности характеристик погрешности измерений в аттестованных и аккредитованных аналитических лабораториях. В результате проведенных обследований составляется пояснительная записка к картограммам де-

градированных почв и земель.

Выявление и оценка степени деградации почв конкретных объектов – очень ответственный и трудоёмкий процесс, к которому привлекаются многие специалисты, осуществляющие сбор, обработку, анализ необходимой информации и, что не менее важно, выполняющих все почвенные изыскания и анализы отбираемых образцов. В зависимости от производственных целей обследования может быть полным (выявляются все типы деградации или загрязнения) или неполным (проводится целевое обследование по одному - двум типам деградации). Перечень диагностических показателей, приведённых в таблице 5.1, частично приближен к задачам полного обследования (не касаясь определения степени загрязнения земель тяжёлыми металлами, радионуклидами, пестицидами и др.). И что особенно значимо для земледелия, в перечне показателей отсутствуют критерии кислотности почв, содержания фосфора, калия и др.

Учитывая это, были предложены другие упрощённые варианты оценки степени деградации сельскохозяйственных земель. Встречаются таблицы с перечнями диагностических показателей, конкретизированных только по физическим или биологическим, или химическим свойствам почв. В случае сельскохозяйственных территорий чаще выделяют следующие основные показатели деградации почв и земель (табл. 5.2).

Но даже в ограниченном перечне показателей таблицы 4 используемый метод пятиуровневой оценки степени деградации сельскохозяйственных земель сталкивается с большим объёмом работ по определению величины каждого показателя в самых разнообразных условиях агроландшафтов. Конкретным землепользователям для правильной оценки собственных (или арендуемых) земельных фондов необходимо иметь крупномасштабные почвенные карты с нанесением данных проведённого обследования земель.

Таблица 5.2 – Показатели степени деградации почв и земель

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Уменьшение содержания физ. глины, %	<5	6-15	16-25	26-32	>32
Увеличение равновесной плотности $A_{\text{пах}}$ в % от исходного	<10	11-20	21-30	31-40	>40
Коэффициент фильтрации, м/сут	>1,0	0,3-1,0	0,1-0,3	0,01-0,1	<0,01
Каменистость, % покрытия	<5	6-15	16-35	36-70	>70
Уменьшение мощности почвенного профиля (A+B), в % от исходного	<3	3-25	26-50	51-75	>75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A+B), в % от исходного	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Уменьшение содержания микроэлементов (Mn, Co, Mo, B, Cu, Fe) в % от средней обеспеченности	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Уменьшение содержания подвижного фосфора, в % от средней степени обеспеченности	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Уменьшение содержания подвижного калия, в % от средней степени обеспеченности	<10	11-20	21-40	41-80	>80
Уменьшение степени кислотности в, % от среднего	<10	11-15	16-20	21-25	>25
Потери почвенной массы, т/га/год	<5	6-25	26-100	101-200	>200
Увеличение площади эродированных почв, % в год	<0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0
Увеличение площади заболоченных почв, % в год	<0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0
Расчлененность территории оврагами, км/км ²	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-2,5	>2,5
Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год	<0,25	0,26-1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	>5,0

5.1 Отбор почвенных проб для определения степени деградации

Трудоёмкость получения многочисленных данных можно продемонстрировать на примере проведения агрохимического обследования, основанного на приведённой ниже технологии отбора почвенных проб.

На средне- и сильноэродированных почвах одна объединенная проба отбирается с площади: на дерново-подзолистых и серых лесных почвах – не более 1-2 га; на черноземах и каштановых – 3 га.

Максимально допустимые размеры элементарных участков на слабоэродированных почвах такие же, как и на соответствующих им типах незродированных почв. На рекультивированных землях всех зон размер элементарного участка не должен превышать 1 га.

На улучшенных кормовых угодьях размер элементарного участка соот-

ветствует площади элементарного участка пашни, принятого в каждой конкретной зоне. Размер элементарного участка на долголетних культурных пастбищах не должен превышать площадь загона.

Размеры элементарных участков для отбора почвенных образцов при агрохимическом обследовании почв в крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах населения зависят от закрепленной за ними площади сельскохозяйственных угодий, но не должны превышать 50% размеров их в крупных сельскохозяйственных предприятиях.

В соответствии с установленными размерами элементарных участков на картографическую основу наносят сетку элементарных участков с учетом типов, подтипов, разновидностей почв, рельефа и дренажной сети. На каждом элементарном участке проставляют номер. Нумерацию элементарных участков проводят в целом по всему хозяйству. Конфигурация элементарного участка должна иметь форму квадрата или прямоугольника с отношением сторон не более 2:1. При обследовании площадей, расположенных вдоль линейных загрязнителей почв (транспортные магистрали, линии электропередач, трубопроводы), допускается соотношение сторон до 4:1.

На эродированных почвах каждый элементарный участок должен располагаться в пределах почвенного контура одной и той же степени эродированности. На торфяных почвах при открытой осушительной сети элементарные участки должны располагаться между дренами (канавами).

Для контроля за возможным засолением орошаемых и окружающих их земель закладывают скважины глубиной 3 м. Одна скважина должна характеризовать площадь орошаемой территории не более 25-30 га.

Отбор объединенных проб почвы. Отбор объединенных почвенных проб в поле – ответственная и трудоемкая работа. Неправильно отобранные объединенные почвенные пробы искажают агрохимическую характеристику почв. При отборе объединенных почвенных проб рекомендуется метод маршрутных ходов. Маршрутный ход прокладывают по середине каждого элементарного

участка вдоль удлиненной стороны. При длине хода более 500 м для ориентировки используют вешки.

Отбор объединенных проб почвы проводят по элементарным участкам. С каждого элементарного участка отбирают одну объединенную пробу почвы. Каждую объединенную пробу почвы составляют из точечных проб, равномерно отбираемых на элементарном участке по маршрутному ходу.

К отбору почвенных проб на каждом конкретном земельном участке (поле севооборота) нужно подходить индивидуально, так как каждый из них имеет свои размеры, конфигурацию, почвенные контуры и другие особенности. Главное в отборе – визуально (шагами, видимыми ориентирами и т.д.) равномерно взять почвенные пробы по длине маршрутного хода.

На пахотных почвах точечные пробы почвы отбирают на глубину пахотного слоя и из подпахотного слоя (две прикопки на элементарный участок). На кормовых угодьях точечные пробы почвы отбирают на глубину гумусового горизонта: 0-10 см – на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, 0-20 см – на черноземах, пойменно-луговых, каштановых и других почвах степного и лесостепного типов почвообразования.

Учитывая неоднородность сложения почвенного профиля, в том числе пахотного слоя и почвенного покрова, каждая объединенная почвенная проба на всех типах почв составляется:

- в зоне развития почв дерново-подзолистого ряда – из 40 точечных проб;
- в зоне серых лесных почв – из 30 точечных проб;
- во всех остальных зонах – из 20 точечных проб.

Масса объединенной пробы должна быть не менее 300 г.

С целью получения сопоставимых результатов обследования точечные пробы на дерново-подзолистых почвах отбирают тростьевым буром при соблюдении указанного числа точечных проб для составления объединенной пробы. Отбор почвенных проб из подпахотных горизонтов проводят из прикопок лопатой. Запрещается отбирать точечные пробы почв на микроучастках,

отличающихся худшим или лучшим состоянием растений, вблизи куч органических удобрений, на дне развальных борозд, промоин и т.д.

Но отбор почвенных проб только часть задачи, после выполнения которой потребуется подготовка образцов к анализам и проведение многочисленных агрохимических анализов.

Оценка стадий деградации почв

В научной литературе встречаются более простые методы оценки степени деградации. К примеру, в качестве заключительного этапа в определении степени деградации почв и земель, используемых в сельскохозяйственном производстве, предлагается использовать следующую оценку стадий деградации:

0 – не деградированные почвы и земли, характеризуются отсутствием ограничений на виды землепользования, рекомендуемые для данного типа земель, и отсутствием достоверного снижения урожайности (менее 10 %) и качества сельхозпродукции – по сравнению с местными (районированными) эталонами почв и земель данного класса (подтипа, рода, вида).

1 – слабо деградированные почвы и земли, результатом их деградации является достоверное снижение продуктивности, качества продукции или повышение себестоимости производства основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях – на 10-25 %, по сравнению с соответствующими не деградированными (эталонными) землями, имеющими аналогичное расположение в рельефе и инфраструктуре хозяйства;

2 – средне деградированные почвы и земли, результатом их деградации является сильное снижение продуктивности (или качества) основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях – на 25-50 %, повышение себестоимости их производства в 1,3-2,0 раза, или снижение санитарно-экологического качества получаемой продукции – в 2-3 раза. При этом могут существенно ухудшаться условия обработки земель и происходить их дальнейшая ускоренная деградация;

3 – сильно деградированные почвы и земли, результатом их деградации

является очень сильное снижение продуктивности (и/или качества) основных культур, выращиваемых в данных условиях – на 50-75 %, повышение себестоимости их производства в 2-3 раза, или снижение санитарно-экологического качества получаемой продукции – в 3-10 раз. При этом, как правило, резко ограничивается набор возможных видов сельскохозяйственного использования;

4 – очень сильно деградированные почвы и земли, продуктивность традиционных для них сельскохозяйственных культур падает более чем в 4 раза, или отмечается сильное превышение ПДК содержания химических элементов в получаемой продукции. Резко ограничена возможность дальнейшего сельскохозяйственного использования.

За норму или эталон почвы (земли) при определении степени ее деградации целесообразно использовать:

- утвержденные (согласованные) зональные эталоны пахотных почв, объекты базового агроэкологического мониторинга – в условиях абсолютного контроля (целина, многолетняя залежь), относительного контроля с невысокой техногенной нагрузкой на землю (сенокос, пастбище) или полей с высокой культурой земледелия (государственные сортоиспытательные станции, семенные участки в опытных хозяйствах),

- местные (районированные) эталонные почвы, занимающие различные геоморфологические позиции – особенно полезны для оценки относительного снижения продуктивности (и качества) выращиваемых в данных условиях сельскохозяйственных культур.

В целом при разработке современных систем земледелия в качестве основных диагностических показателей деградации почв и сельскохозяйственных земель предпочтение отдается наиболее простым в определении и поэтому, массово определяемым характеристикам (мощность горизонтов, плотность сложения, содержание гумуса и элементов питания и т.п.).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Степень деградации почв и земель по каждому диагностическому показателю
2. Рекомендуемый перечень картограмм деградированных почв и земель
3. Рекомендуемые масштабы картографического отображения деградированных и загрязненных земель
4. Показатели степени деградации почв и земель
5. Отбор почвенных проб для определения степени деградации
6. Размеры элементарных участков для отбора почвенных образцов при агрохимическом обследовании
7. Отбор объединенных проб почвы
8. Оценка стадий деградации почв

ТЕМА 6. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (ГИС) И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ

Некоторые методы оценки деградации почв разрабатываются для конкретных целей. Например, в ФГНУ «РосНИИПМ» разработаны показатели, оценивающие состояние чернозёмов при использовании предлагаемого институтом циклического способа орошения сельскохозяйственных культур. Данные материалы позволяют отдельно оценить ухудшение тех или иных свойств орошаемых почв, отражая проявление различных видов деградации. Также этот комплекс показателей позволяет проводить интегральную оценку степени деградации почвы в целом.

Используя этот метод, оценка степени деградации орошаемой почвы проводится в два этапа (рис. 1).

Вначале оценивают состояние почвы по каждому из изображённых на рисунке блоков: по агрофизическим, физико-химическим, биохимическим, гидрохимическим показателям, по эрозионной опасности почв и по их загрязнению тяжёлыми металлами. Затем на основе полученных значений $P(t)$ по отдельным блокам показателей рассчитывается интегральная оценка деградации с определением степени деградации почвы.

В последние годы расширяются исследования метода анализа и оценка состояния земель сельскохозяйственного назначения для систем адаптивно-ландшафтного земледелия с применением ГИС-технологий. В наиболее простых методах оценки также берётся минимум показателей состояния почв и, как в предыдущем примере, выводится интегральный балл интенсивности деградации. Так, в отдельных областях области предлагаются следующие методические подходы к оценке деградации земель с использованием ГИС-технологий на основе административно-бассейнового подхода.

Оценка проводится в 4 этапа:

1 этап (подготовительный) – сбор материала по объекту и предмету исследования;

2 этап (комплексного изучения) – обработка собранных материалов, изучение территории и формирование базы данных;

3 этап (оценочный) – оценка степени деградации земель с использованием ГИС-технологий;

4 этап (разработки рекомендаций) – разработка рекомендуемых мероприятий по борьбе с процессами деградации и их апробация.

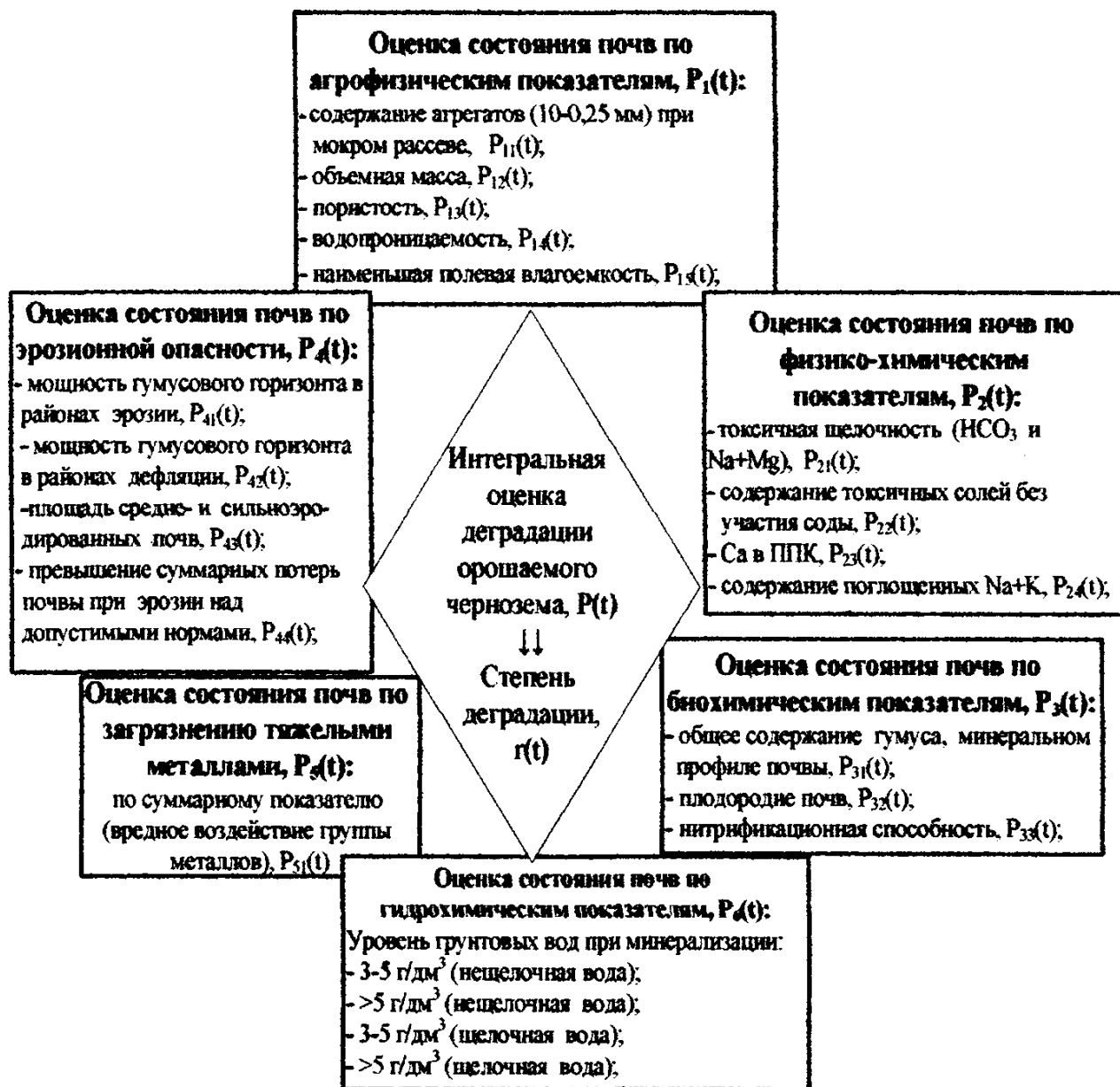


Рисунок 1 – Блок-схема определения степени деградации черноземов при циклическом способе орошения сельскохозяйственных культур

В качестве основных показателей для оценки интенсивности деградации для условий Воронежской области авторами выбраны: эродированность, переувлажнение, подкисление, засоление, дегумификация.

Многие показатели представляют собой характеристики свойств почв в абсолютном выражении. Для их сопоставления предлагается использовать метод балльной оценки. Степень деградации земель по каждому диагностическому показателю характеризуется пятью уровнями:

1 балл – относительно слабая;

2 балла – умеренная;

3 балла – повышенная;

4 балла – высокая;

5 баллов – критическая.

Для комплексной оценки интенсивности деградации земель предложено использовать интегральный балл интенсивности деградации, вычисляемый по формуле (1):

$$B_{\text{и}} = (k_{\text{э}} \cdot B_{\text{э}} + k_{\text{пу}} \cdot B_{\text{пу}} + k_{\text{зс}} \cdot B_{\text{зс}} + k_{\text{пк}} \cdot B_{\text{пк}} + k_{\text{дг}} \cdot B_{\text{дг}}) \quad (1)$$

где: $B_{\text{и}}$ – интегральный балл, k – весовой коэффициент, B – балл интенсивности по виду деградации (э – эродированность, пу – переувлажнение, зс – засоление, пк – подкисление, дг – дегумификация).

На основании полученных данных по особенностям процессов деградации и их интенсивности проведено районирование территории по преобладающим видам деградации. В качестве территориальных единиц районирования приняты муниципальные районы.

Всё чаще практикуется использование геоинформационных технологий для оценки состояния склоновых земель, эрозия которых является одним из наиболее опасных видов деградации, вызывающих разрушение почв и утрату их плодородия. Предполагается, что аэрокосмические исследования в совокупности с геоинформационными технологиями и компьютерным моделированием

определяют возможности перехода к управлению состоянием эродированных почв.

Степень смытости определяется по космофотокартам или космофотопланам, создаваемым по космоснимкам высокого или сверхвысокого разрешения. Тон снимка с увеличением степени смытости становится более светлым, меняется также рисунок и текстура фотоизображения. Локализация участков смытых почв возрастает – от общего площадного осветления при слабом смыве к ареалам средне- и сильносмытых почв.

В классификации деградации смытых почв используются четыре уровня: бедствие, кризис, риск и норма. Состояние земель оценивается дискретно для каждого контура. Это облегчает обработку полученных данных в среде ГИС: подсчет площади участка, деградированных почв и пр. На снимках анализируются фототон и контур фотоизображения земель, выделяются однородные и неоднородные по тону контуры. Однородные контуры характеризуются средним значением фототона и соответствуют на местности участкам с одним уровнем деградации почв.

Для интегральной оценки состояния почвенного покрова в агроландшафтах поэрозионной деградации применяются следующие критерии: современное эрозионное расчленение, плотность вершин оврагов, степень распаханности склонов и площадь непокрытых лесом склонов (уклон более 8°).

Оценка современного эрозионного состояния водосборов заключается в определении сумм баллов, соответствующих условно выделяемым экологическим состояниям – «норма», «риск», «кризис», «бедствие».

Для создания противодеградационных ландшафтных проектов и осуществления картографо-аэрокосмического мониторинга деградирующих почв составляются математико-картографические модели состояния почв в агроландшафтах с прогнозом динамики деградационных процессов на перспективу. На основе сопряженного анализа тематических, топографических карт, материалов дешифрирования аэро- и космофотоснимков М 1:5000-1:25000 и полевых

исследований проводится крупномасштабное трехмерное ландшафтно-картографическое моделирование ландшафта.

Составленная модель не только показывает наиболее опасные с точки зрения водной эрозии участки, но и дает возможности рассчитать параметры рельефа, точно установить местоположение ландшафтных объектов. Результатом являются предложения по режимам использования земель в сельскохозяйственном производстве и пути агролесомелиоративного обустройства.

Таким образом, использование предлагаемых геоинформационных технологий позволяет произвести расчет показателей, характеризующих состояние ландшафта, выполнить анализ пространственной изменчивости состояния земель по рассчитанным характеристикам, проанализировать границы зон нормы, риска, кризиса и бедствия и определить тенденции развития экологической ситуации.

Интересная научная работа по анализу и оценке состояния земель сельскохозяйственного назначения с применением ГИС-технологий для систем адаптивно-ландшафтного земледелия проведена в Ставропольском крае. В состав поставленных на исследование задач была включена разработка методики оценки состояния деградации сельскохозяйственных земель.

Оценка деградированных земель сельскохозяйственного назначения осуществлялась на основе анализа топографических карт и орбитальных снимков, полученных со спутников Ресурс Ф-1 и Landsat-7, фондовых картографических материалов ландшафтного и территориального картирования и других данных, предоставленных заинтересованными организациями.

В результате исследований была представлена комплексная оценка земель сельскохозяйственного назначения в зависимости от антропогенной нагрузки и деградационных процессов по районам с применением методов и технологий геоинформационных систем (ГИС):

- разработана методика оценки деградации земель сельскохозяйственного назначения в зависимости от различных антропогенных факторов;

- научно обоснованы интенсивность проявления и развития различных видов антропогенной нагрузки и деграционных процессов в районах региона;
- на основе изучения результатов полевых обследований и данных дистанционного зондирования, обработанных с помощью геоинформационных систем, составлены тематические карты и атласы антропогенной нагрузки и дегразированных территорий по районам края.

Ряд ученых справедливо отмечают, что в настоящее время мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в России проводится устаревшими методами, которые не учитывают уже прошедшие деграционные процессы, а также и то, что происходит в настоящее время. Ежегодные локальные обследования не превышают 5-7% от всей территории. Очевидно, что необходимы более качественные, своевременные и современные методы оценки деграционных процессов.

С этой целью в данной работе проанализированы имеющиеся данные и обработаны результаты космических снимков спутника Landsat-7 на основании чего разработаны строгие критерии оценки уже дегразированной территории. Так, наиболее высокие требования предъявлялись к заболачиванию, совместному проявлению дефляции и эрозии, а также комплексной оценке деграционных процессов.

Основываясь на заключении, что недобор урожая в 50% и более от потенциала почвенного плодородия – это уже катастрофа, ученые разбили оценочную шкалу не на пять обычно принятых, а на шесть степеней деградации (табл. 6.1).

Подводя итог описанию различных методов оценки степени деградации сельскохозяйственных земель, следует отметить, что в итоговой оценке деградации конкретной почвы необходимо рассматривать комплекс следующих показателей: факторы деградации, виды деградации, степень деградации, скорость деградации, этапы деградации, устойчивость почв к деградации, обратимость деграционных изменений, взаимовлияние процессов деградации.

С практической точки зрения для определенных конкретных условий существуют свои пределы распашки территории, трансформации ландшафтов, пределы механической и другой антропогенной нагрузки. Окультуривание почв приводит к нарушению в них естественных взаимосвязей, к увеличению неравновесности состояния, что может поддерживаться только за счет постоянного притока в систему вещества, энергии и информации. Наиболее важными причинами деградации окультуренных почв являются осушение, орошение, подтопление, засоление, осолонцевание, уплотнение почв, их опустынивание, подкисление, загрязнение, механическое разрушение, проявление различных видов эрозии, почвоутомление, неправильное внесение удобрений и мелиорантов, обеднение почв, подзолообразование, осолодение и т.д.

Таблица 6.1 – Определение степени деградации земель сельскохозяйственного назначения

Балл (степень) деградации	Деградировано территории в %								
	засоление	солончаки и солончковые комплексы	переувлажнение	заболачивание	эродировано дефляцией	эродировано эрозией	совместная водная и ветровая эрозии	каменность	суммарный по краю
0 - условно отсутствует	<10	<5	<3	<0,5	<3	<5	<0,5	<3	<0,5
1 – низкий	10-20	5-10	3-6	0,5-1	3-6	5-10	0,5-1	3-6	0,5-1
2 – средний	20-30	10-15	6-9	1-1,5	6-9	10-15	1-1,5	6-9	1-1,5
3 - высокий	30-40	15-20	9-12	1,5-2	9-12	15-20	1,5-2	9-12	1,5-2
4 – очень высокий	40-50	20-25	12-15	2-2,5	12-15	20-25	2-2,5	12-15	2-2,5
5 - катастрофический	>50	>25	>15	>2,5	>15	>25	>2,5	>15	>2,5

Обратимость деградационных изменений почв зависит от степени их деградации, от вида деградации, от свойств конкретных почв, агрофитоценозов, ландшафтов и др. Габбасова И.М. выделяет пять категорий степени обратимости деградации почв:

1) легкая степень обратимости, требующая простейших агротехнических мероприятий или снятия определенной нагрузки;

2) средняя степень обратимости, требующая специальных, более дорогостоящих мероприятий, существенной смены характера использования почвы;

3) затрудненная обратимость, при которой необходимо проведение комплекса сложных и длительных рекультивационных мероприятий, строительство капитальных сооружений и даже принципиальная смена системы использования почвы не всегда даст необходимый результат;

4) тяжелая степень обратимости, при которой восстановить свойства исходной почвы невозможно, но можно создать искусственную почву, обладающую плодородием;

5) необратимая деградация почв.

К примеру, исследования процессов деградации гумуса на дерново-подзолистой почве показали, что изменения показателей гумусного состояния, зафиксированные на уровне слабой и средней степени деградации, являются обратимыми: применение системы агромероприятий способствовало восстановлению утраченных качеств гумуса. Свойства гумуса, нарушенные в сильной степени (в условиях продолжительного избыточного увлажнения, при техногенных воздействиях, осложненных проявлением вторичных деградационных процессов и развитием поверхностного оглеения), не поддаются восстановлению с помощью агромероприятий. Характерными признаками необратимости деградации являются доминирование фульватной направленности процессов превращения органических веществ (2-4 – кратное снижение показателя $С_{гк}/С_{фк}$, ингибирование процесса гумификации на стадии полимеризации гумусовых структур (50-80%), 2-4-кратное снижение запаса гумусовых кислот (ГК) в 40-см слое).

На орошаемых землях отмечаются целый ряд негативных экологических последствий, относящихся к факторам деградации почвенного покрова: вторичное засоление, осолонцевание и слитизация почв; образование соляных во-

доемов в местах сброса дренажно-коллекторных вод; резкое ухудшение качества воды в реках, вследствие сброса в них дренажно-коллекторных вод; загрязнение поверхности и подземных вод избытком солей, минеральных удобрений, пестицидов, ядохимикатов; необратимые гидрологические и гидрогеологические изменения, в частности, истощение подземных водных ресурсов, местами сопровождающееся просадочными явлениями и др.

При осушении земель меняется гидрологический режим территории в целом: увеличивается приток грунтовых вод к осушаемым землям, несколько растет речной сток, уменьшается капиллярное подпитывание корнеобитаемой зоны. В почвах и грунтах происходят существенные изменения: уплотнение, биохимическое разложение, механическая и химическая суффозия и другие. Особенно большие изменения происходят в торфах. Вследствие удаления воды из торфа происходит уменьшение его объема, называемое *усадкой* торфа, в результате чего понижается поверхность земли. При сельскохозяйственном использовании в результате осушения, обработки почвы, ускоренного аэробного биологического и химического разложения и выноса питательных веществ с урожаем происходит *сработка* торфа. Она зависит от характера сельскохозяйственного использования земель, максимальна под пропашными культурами, минимальна под травами. При длительном сельскохозяйственном использовании торфяников их толщина может сработаться до минерального дна.

На осушаемых дерново-подзолистых и серых лесных почвах (в лесной и лесостепной зонах) в год с 1 га вымывается азота в форме NO_3 – 10-30 кг; фосфора в форме P_2O_5 – 0,4-1,0; калия – 10-20; кальция – 140-180 кг; последний играет существенную роль в образовании структуры почвы, регулирует ее кислотность.

Для устранения или снижения ущерба от перечисленных выше признаков деградации орошаемых и осушаемых земель следует руководствоваться «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» и строго соблюдать зональные рекомендации по системам адаптивно-ландшафтного

земледелия на мелиорируемых землях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Этапы оценки степени деградации орошаемой почвы
2. Уровни степень деградации земель по диагностическим показателям
3. Определение степени деградации земель сельскохозяйственного назначения
4. Пять категорий степени обратимости деградации почв
5. Что называется усадкой торфа
6. Что такое сработка торфа
7. Экологических последствий, относящихся к факторам деградации почвенного покрова
8. Интегральный балл интенсивности деградации

ТЕМА 7. ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ. КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С ЭРОЗИЕЙ

Эрозия – разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Эрозия почвы – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра.

Природными факторами ее возникновения являются: горный характер рельефа, выпадение атмосферных осадков в виде ливневых дождей в июльско-августовский период. К антропогенным факторам можно отнести распашку крутых и покатых склонов без соблюдения почвозащитных противоэрозионных технологий и чрезмерный выпас скота на слабозащищенных растительностью склонов.

В результате линейной эрозии формируются овраги, размоины и другие эрозионные формы с отсутствием почвенно-растительного покрова. Темпы линейного роста форм размыва в среднем составляют 0,3-0,5 м/год, в наиболее дождливые годы может достигать 17-25 м/год.

Плоскостная эрозия, или смыв почв. Следствием ее появления считается формирование почв с укороченным профилем, различающихся по степени смытости: слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые.

В эродированных почвах уровень плодородия значительно снижен. Сильно эродированные и дефлированные почвы должны быть выведены из пашни и залужены путем посева засухоустойчивых многолетних трав.

Развитие современной водной эрозии почв на сельскохозяйственных угодьях обуславливается нарушением устойчивого водного режима в процессе эксплуатации земли. Устранить условия, способствующие проявлению эрозии почв, можно путем ослабления концентрации водных потоков и замедления поверхностного стока путем: увеличения поглотительной и инфильтрационной способности почвы, задержания осадков на месте выпадения, отвода или без-

опасного сброса необходимого количества воды в гидрографическую сеть.

Для успешной борьбы с водной эрозией почв на землях, занятых в сельскохозяйственном производстве, необходима комплексная система мероприятий, позволяющих использовать воды поверхностного стока для увлажнения полей и прекращения развития эрозионных процессов.

Эффективная защита почв от водной эрозии возможна при плановом и систематическом внедрении комплекса противоэрозионных мероприятий, разработанного с учетом конкретных природно-экономических условий каждого района или хозяйства.

Важнейшие элементы системы мероприятий по защите почв от водной эрозии:

- правильная организация территории, создающая предпосылки для эффективного применения средств борьбы с эрозией;
- противоэрозионная агротехника, обеспечивающая повседневную защиту почв и повышение их плодородия;
- лесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв;
- гидротехнические сооружения, предотвращающие размыв почвы.

Исходя из местных особенностей, составляют почвенно-эрозионный план, на котором выделяют семь категорий земель, в разной степени подверженных воздействию водной эрозии.

В первую категорию входят лучшие пахотные площади, где процессы эрозии не развиты совсем.

Ко второй категории относят приводораздельные части склонов с хорошими и средними пахотными землями, со слабо выраженной ложбинностью. Почвы этой категории несмытые или очень слабо смытые и могут использоваться под сельскохозяйственные культуры. Сравнительно большой сток в отдельные годы здесь дают талые воды, ливневые осадки – слабый, а от обычных дождей сток отсутствует. Эти земли нуждаются только в профилактических противоэрозионных мероприятиях.

В третью категорию включают хорошие пахотные земли, занимающие средние и частично верхние части склонов. Эти площади подвержены сильной эрозии, и поэтому выращивание здесь сельскохозяйственных культур возможно с применением интенсивных противоэрозионных мероприятий. Главным агентом в развитии эрозии на землях третьей категории являются талые воды. Ливневые осадки причиняют вред преимущественно на угодьях, занятых пропашными культурами, дождевой сток имеет место сравнительно редко. Земли третьей категории выделяют в особый почвозащитный севооборот с сокращением пропашных культур и с большим участием многолетних трав.

Земли четвертой категории водной эрозии подвержены очень сильно. В земледелии они могут использоваться ограниченно, так как требуют ведения почвозащитного кормового лугопастбищного севооборота, где один-два года возделывают сельскохозяйственные культуры, а затем на 5-10 лет землю занимают под многолетние травы. Почвы здесь средне-, большей частью сильносмытые.

В пятую категорию включают непригодные для обработки земли, заброшенные из-за сильного разрушения эрозией. Эти площади используют как сенокосы, а при строгом нормировании выпаса – как пастбища.

К шестой категории относят земли, которые могут быть использованы только для лесоразведения: средние и сильно эродированные балки и балочные ответвления, расчлененные частыми промоинами, берега речных долин, оползневые участки, овраги всех типов.

В седьмую категорию включают неудобные земли, которые не могут быть использованы в сельском хозяйстве: обнажения, обрывы, скалы.

Выделения категорий земли по степени подверженности эрозии почв дает возможность наиболее рационально и комплексно внедрять почвозащитные мероприятия на всех земельных угодьях водосбора.

Простым и доступным агротехническим мероприятием по борьбе с водной эрозией является обработка почвы поперек склона. Она создает своеобраз-

ный микрорельеф пашни, в результате чего гребни, бороздки, рядки сельскохозяйственных культур препятствуют поверхностному стоку, способствуют проникновению воды в почву и повышают запасы влаги в пахотном горизонте, предотвращают смыв.

Важным средством регулирования поверхностного стока является углубленная пахота, которая способствует лучшему впитыванию почвой влаги, уменьшает поверхностный сток и тем самым ослабляет разрушительное действие водной эрозии. Вместе с тем на глубоко вспаханном поле растения более длительный период могут переносить засуху и мокрую погоду, глубоко пускать корни и создавать прочный защитный покров, быть устойчивее к колебаниям температуры.

Но сплошная глубокая пахота значительно дороже обычной, поэтому для борьбы с водной эрозией разработаны методы полосного глубокого рыхления почвы, которое значительно уменьшает развитие процессов смыва и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Большую роль в задержании талых и ливневых вод может сыграть щелевание – нарезка поперек склонов щелей глубиной 40-50 см с расстоянием между ними 70-180 см в зависимости от крутизны склона. Этот прием не препятствует механизированной обработке и уходу за посевами, а на выгонах и пастбищах не уничтожает естественную растительность, защищающую почву.

Повышению накопления влаги, регулированию стока, предотвращению смыва способствует кротование почвы. Для этой цели на корпусах плуга ставят специальные кротователи, которые на глубине 35-40 см создают кротовины диаметром 6-8 см через 70-140 см. Кротование значительно улучшает водопроницаемость, воздушный и водный режим почвы, предотвращает развитие смыва.

Значительную роль в борьбе с эрозией почвы играют удобрения. Применение органических и минеральных удобрений в сочетании с другими агротехническими приемами оказывает большое влияние на почвообразовательные и

биохимические процессы. Удобренная почва способствует лучшему развитию посеянных растений, а они надежнее защищают почву от эрозии.

7.1 Способы борьбы с водной эрозией

Очень существенно снижают лесополосы и испарение в жаркие месяцы года; установлено их положительное влияние на засоление почв, на снижение смыва их потоками воды. Почва под лесом промерзает меньше, чем в открытом поле, примерно на 20 сантиметров. Соответственно более чем в 10 раз уменьшается здесь и сток весенней воды. Значит, меньше и смыв почвы. Исследования показали, что запасы влаги в метровой толще грунта необлесенных земель на 47 миллиметров выше, чем на открытых, и что лесные полосы возрастом за 50 лет поглощают талой воды в 10-12 раз больше, чем вспаханная зябь. Что касается смыва почвы с гектара лесной полосы, то он равен 45 килограммам, а с необлесенной площади – 4600. После леса лучший защитник почв от эрозии – луг. Травы успешно защищают почву не только от ветра, но и от размывающего действия воды. Облесение склонов и их залужение – основные способы борьбы с водной эрозией и овражным расчленением земли. Обычно наиболее крутые склоны засеиваются многолетними травами. Исследователи установили, что кукурузное поле на склоне крутизной всего 5 градусов теряет вследствие смыва ежегодно 245 тонн почвы на каждом гектаре. А то же поле, засеянное травой, – всего 52 килограмма. И при этом оно накапливает в 8 раз больше влаги. Подсчитано, что для того, чтобы вода смогла смыть слой почвы толщиной в 18 сантиметров с такого засеянного травой склона, ей понадобится 10 тысяч лет. Склон, засеянный зерновыми, потеряет эти же 18 сантиметров всего за 36 лет, кукурузное поле – за 9.

Борьба с водной эрозией включает целый комплекс противо-эрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических с учетом зональных условий увлажнения, рельефа, степени проявления эрозии

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают, прежде всего, рациональное землеустройство территории, при котором разрабатывают планы противоэрозионных мер и их реализации

Агротехнические мероприятия включают противоэрозионную обработку почв (обработка поперек склонов, бороздование, обвалование, лункование зяби и паров, вспашка с почвоуглублением, щелевание, кротование, устройство ливневых борозд, заравнивание промоин и рытвин), снегозадержание, регулирование снеготаяния, применение различных видов удобрений, использование полосного земледелия, регулирование выпаса скота. Особое внимание уделяют посевам почвозащитных культур, севооборотам, насыщенным многолетними травами, и буферным полосам, состоящим из однолетних и многолетних растений. Наибольшей почвозащитной эффективностью обладают посевы многолетних трав (коэффициент эрозионной опасности весьма низкий – 0,08-0,01)

Лесомелиоративные мероприятия в основном направлены на создание полезащитных, водорегулирующих лесных и кустарниковых полос, закладываемых поперек склонов, лесных насаждений (приовражных, прибалочных и на склонах балок и оврагов). В задачу гидротехнических мероприятий входят задержание и регулирование поверхностного склонового стока с помощью различных гидротехнических сооружений: террас различного типа, валов, водоотводных каналов на склонах для перехвата и отвода стока талых и ливневых вод, вершинных водотоков, а также выполаживание откосов оврагов, плотин в оврагах и балках и др.

Поверхностная эрозия

Под поверхностной эрозией понимают равномерный смыв материала со склонов, приводящий к их выполаживанию. С некоторой долей абстракции представляют, что этот процесс осуществляется сплошным движущимся слоем воды, однако в действительности его производит сеть мелких временных водных потоков.

Поверхностная эрозия приводит к образованию смытых и намытых почв,

а в более крупных масштабах – делювиальных отложений.

Линейная эрозия

В отличие от поверхностной, линейная эрозия происходит на небольших участках поверхности и приводит к расчленению земной поверхности и образованию различных эрозионных форм (промоин, оврагов, балок, долин). Сюда же относят и речную эрозию, производимую постоянными потоками воды.

Смытый материал отлагается обычно в виде конусов выноса и формирует пролювиальные отложения.

Виды линейной эрозии:

- Глубинная (донная) – разрушение дна русла водотока. Донная эрозия направлена от устья вверх по течению и происходит до достижения дном уровня базиса эрозии.

- Боковая – разрушение берегов.

В каждом постоянном и временном водотоке (реке, овраге) всегда можно обнаружить обе формы эрозии, но на первых этапах развития преобладает глубинная, а в последующие этапы – боковая.

Механизм водной эрозии

Химическое воздействие поверхностных вод, к которым относятся и воды рек, минимально. Основной причиной эрозии является механическое воздействие на горные породы воды и переносимых ею обломков, ранее разрушенных пород. При наличии в воде обломков эрозия резко усиливается. Чем больше скорость течения, тем более крупные обломки переносятся, и тем интенсивнее идут эрозионные процессы.

Оценить устойчивость почвы или грунта к действию водного потока можно по критическим скоростям:

- Неразмывающая скорость – максимальная скорость потока, при которой не происходит отрыва и перемещения частиц.

- Размывающая скорость – минимальная скорость потока, при которой начинается непрекращающийся отрыв частиц.

7.2 Оценка эрозионной опасности и эродированности почв

Эрозионная опасность и эродированность почв являются сложными характеристиками, складывающимися из нескольких показателей (табл. 7).

С увеличением степени эродированности ухудшаются свойства почв. В результате эрозии снижается содержание гумуса, вследствие чего повышается плотность почвы, снижаются пористость, влагоемкость, водопроницаемость, запасы продуктивной влаги, уменьшается биологическая активность.

При оценке эродированности почв определяются:

- факторы, обуславливающие эрозию (климатические, геоморфологические, почвенные условия, растительный покров и использование);
- тип эрозии (водная, ветровая, смешанная);
- форма проявления (плоскостные или линейные формы);
- степень фактической эродированности (слабая, средняя, сильная);
- история использования участка;
- период наибольшей интенсивности эрозионных процессов в течении года;

Таблица 7 – Показатели потенциальной опасности проявления эрозии

Фактор	Показатели эрозии	
	Водной	Ветровой
1	2	3
Метеорологические условия	Большое среднегодовое количество осадков при неравномерном их распределении в течение года и месяцев, ливневые осадки и сильные дожди. Большая мощность снегового покрова. Быстрое сгнетаяние. Высокие показатели стока талых вод. Большой слой осадков за один дождь в сутки. Ливни в период плохой защищенности почвы растительным покровом. Высокие показатели стока дождевых вод	Континентальность климата. Активный ветровой режим: высокая повторяемость и скорость ветра от 3-5 м/с у поверхности почвы, турбулентность, вихри, пыльные бури. Небольшое количество среднегодовых осадков с резкими колебаниями по годам и сезонам, отсутствие или малое выпадение осадков в периоды, когда почва не защищена растительностью. Частые повторяемость бесснежных и малоснежных зим, промерзание и оттаивание почвы, пересушивание поверхности

Рельеф	Глубокие местные базы эрозии. Собирающие водосборы. Высокая расчлененность территории оврагами и промоинами, средневзвешенная крутизна и длина склонов, доля южных склонов. Линейные формы микро- и нанорельефа ориентированы вдоль склона	Равнинность территории, отсутствие орographic препятствий для воздушных потоков; наличие форм рельефа, ориентированных в направлении движения ветров (ветровые коридоры); большая доля ветроударных склонов и понижений мезорельефа, увеличивающих вихревые и турбулентные явления
Почвенный покров	Почвы со слабой противозэрозионной устойчивостью; с низким содержанием крупных водопрочных агрегатов и микроагрегатов, низкой влагоемкостью и водопроницаемостью, высокой влажностью при промерзании. Высокий средневзвешенный показатель смывости почвенного покрова	Высокое содержание в почве механических элементов размером 0,1-0,5 мм; легкий гранулометрический состав почв; сравнительно высокая карбонатность верхнего горизонта глинистых и суглинистых почв; пониженное содержание гумуса и уменьшенная мощность гумусового слоя; низкое содержание и малая прочность (связность) структурных элементов; песчаные и карбонатные рыхлые почвообразующие породы; наличие на территории или в непосредственной близости незакрепленных песков
Растительность и использование	Высокая доля обрабатываемых земель на склонах. Разреженный и угнетенный растительный покров пастбищ, большая выбитость их скотом. Высокая доля пропашных культур и малолетних трав в севооборотах, размещаемых на склонах. Низкое проективное покрытие почв культурами в эрозионноопасные периоды. Низкая биомасса культурных растений на склонах. Отсутствие противозэрозионных мероприятий	Разреженный и угнетенный растительный покров естественных кормовых угодий, большая выбитость их скотом, отсутствие лесополос и лесных массивов; давность освоения; высокая доля обрабатываемых легких и карбонатных почв; высокая доля пропашных культур и низкая – малолетних трав в севообороте; изреженные и поврежденные ветровой эрозией посевы. Отсутствие системы почвозащитных мероприятий

Классификация склонов

Крутизна склонов играет определяющую (хотя и не единственную) роль в формировании стока. Ее влияние на интенсивность эрозионных процессов сильно различается в зависимости от почвенно-литологических и других условий.

Для таежно-лесной зоны интервал 0-1 град. характеризует повышенную вероятность переувлажнения, выраженность микрорельефа, наличие в структуре почвенного покрова оглеенных компонентов. Интервал 1-3 град. обеспечивает более благоприятные условия дренированности, но после 2 град. начина-

ет проявляться линейная эрозия, и требуется ограничение доли пропашных культур в севообороте. При 3-5 град. сильно развиваются эрозионные процессы. Использование таких земель в пашне должно осуществляться в системе противоэрозионных мероприятий с исключением пропашных культур. При уклонах 5-8 град. практикуются почвозащитные севообороты. Склоны круче 8 градусов используются в основном как сенокосно-пастбищные угодья.

Форма склона оказывает большое влияние на условия увлажнения. По форме продольного профиля выделяют прямые, выпуклые и вогнутые склоны. Иногда встречаются склоны сложной формы выпукло-вогнутые, вогнуто-выпуклые и ступенчатые. Прямые и выпуклые склоны сложены обычно легко развеваемыми породами, вогнутые – трудно развеваемыми, ступенчатые чередующимся рыхлыми и твердыми породами.

По форме поперечного профиля также различают склоны прямые, выпуклые и вогнутые. При выпуклой форме поперечного профиля склона сток происходит по расходящимся направлениям, и склон называют рассеивающим. Вогнутая форма склона обуславливает сток по сходящимся направлениям (собирающий склон). Собирающие склоны наиболее опасны в эрозионном отношении, рассеивающие наименее опасны.

Экспозиция склона оказывает значительное влияние на микроклиматические условия и интенсивность смыва почвы. В период весеннего снеготаяния основными причинами различий в смыве является неравномерность распределения снега в разных частях склонов разных экспозиций (что зависит в основном от преобладающего направления ветров) и разная скорость снеготаяния, зависящая от угла падения солнечных лучей, определяемых на данной широте экспозиций склона.

Схемы и проекты защиты земель от эрозии

Организация территории хозяйств, расположенных на эродированных и эрозионно-опасных землях (противоэрозионная организация территории), имеет свои особенности. Связаны они с необходимостью обеспечить прекращение

эрозии, восстановление продуктивности нарушенных угодий и улучшение их пространственных характеристик.

Действующая система противоэрозионной организации территории включает прогнозирование, планирование и проектирование использования эрозионно-опасных и эродированных земель, определяет организационно-хозяйственные технические действия по осуществлению противоэрозионных мероприятий на ближайшие годы, а также стратегические цели по защите земель от эрозии и пути их достижения. Ее объектами выступают: страна в целом, республики, области, края и регионы, категории земельного фонда страны, землевладения и землепользования сельскохозяйственных предприятий, виды угодий, севообороты, поля севооборотов, рабочие участки.

Принимаемые решения оформляются в виде ряда предпроектных и проектных документов, тесно связанных между собой.

Из предпроектных документов наибольшее распространение получили генеральные схемы противоэрозионных мероприятий.

Их цель установить перспективные направления работ в этой области с тем, чтобы управлять процессами смыва и дефляции почв и обеспечить восстановление продуктивности эродированных угодий.

Важнейшим звеном рассматриваемой системы является проект противоэрозионной организации территории землепользования. Он создает организационно-территориальную основу для осуществления комплекса почвозащитных мероприятий. В проекте предусматривают размещение с учетом стока и направления вредоносных ветров лесных полос, насаждений, комплексов агротехнических почвозащитных мероприятий, определяют способы использования угодий, позволяющие предотвратить эрозию земель.

Мероприятия, направленные на борьбу с водной и ветровой эрозиями почвы

Водная эрозия подразделяется на поверхностную (плоскостную) и линейную (овражную или русловую) – размыв почвы и подпочвы.

Поверхностная эрозия проявляется в основном в семиаридных климатических условиях, поскольку в более влажных районах склоны обычно покрыты растительностью. В сухих районах даже незначительные осадки имеют существенные последствия. После дождя или в результате снеготаяния происходит насыщение водой верхнего почвенного слоя, и излишняя вода стекает вниз по склонам, увлекая с собой частицы грунта. Такой смыв, в результате которого промоины не образуются, называется плоскостной эрозией.

В системе мероприятий, направленных против водной эрозии почв, важное значение приобрела безотвальная глубокая пахота. Сконструированные принципиально новые машины не оборачивают пласт почвы, а лишь разрыхляют его. После вспашки почва больше вбирает в себя воды и дольше ее удерживает. Условия для роста и развития растений улучшаются, и они надежнее защищают почву от смыва. При агротехнической обработке поля вспашку почвы проводят поперек склона. Поперечная вспашка – агротехнический прием, способствующий аккумуляции и задержанию воды на склонах. Однако на крутых склонах (6-10 град.) поперечная пахота не может обеспечить надежную задержку дождевых и талых вод. Поэтому ее дополняют созданием искусственного противоэрозионного микрорельефа (с лунками, прерывистыми бороздами). Если рельеф холмистый, то поперечная вспашка непригодна.

Пахотные земли на склонах свыше 5 градусов, находящиеся на сложных по конфигурации склонах, а также имеющих ширину не более 150- 200 метров, где невозможна обработка почвы поперек склона, подвергаются водной эрозии в сильной степени.

На почвах, подвергающихся водной и ветровой эрозии, нужно увеличить количество полей в севооборотах, чтобы снизить эрозионно- опасные периоды. Например, на крутых склонах нежелательно часто подвергать почву паровой обработке и возделывать кормовые культуры со сроками посева под летние дожди, так как в этих случаях пахотный слой почвы оказывается незакрепленным корнями растений и поверхность почвы оголенной.

На землях, подверженных водной, а также совместного проявления водной и ветровой эрозии, а основу организации территории положено подразделение ее на водораздельные участки, склоны различной крутизны с учетом степени эродированности и дефляции. И в зависимости от них вводятся те или иные схемы севооборотов. Севообороты с максимальным насыщением зерновыми и пропашными культурами размещаются на склонах до 3-х градусов.

На почвах, повышенной эрозионной уязвимости и на склонах крутизной более 5 градусов размещаются севообороты, включающие многолетние травы и культуры, технология возделывания которых позволят максимально снизить поверхностный сток в период летних дождей. Это могут быть кормовые культуры при плоскорезной обработке, зерновые по пару или по непаровым предшественникам, но с применением минеральных и органических удобрений. Эти севообороты могут быть с полосным размещением посевов и пара поперек склона и с различной системой обработки почвы и сроков посева культур.

Дефляция почвы – это разрушение ветром верхнего плодородного слоя, перенос и отложение продуктов разрушения и связанное с этими процессами уменьшение перегнойно-аккумулятивного горизонта, а иногда полная утрата его. Устойчивость почвы к дефляции зависит от количества и связности (механической прочности) слагающих ее структурных элементов. Немаловажное значение имеет и прочность комков и других агрегатов, то есть сопротивление их к размывающему действию воды. Устойчивы к дефляции структурные почвы. Дефляция почвы зависит также от скорости воздушного потока и состояния поверхности почвы или ее шероховатости.

Задачи предупреждения ветровой эрозии решают путем осуществления комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий.

Различные системы обработки почвы неодинаково влияют на развитие дефляционных процессов. Плоскорезная обработка позволяет значительно сни-

зитель разрушительное воздействие ветра на почву. Так, ежегодные потери почвы при отвальной системе обработки по сравнению с плоскорезными составляют 19,4 т/га. При комбинированной системе обработки потери меньше – 12 т/га. Это связано с тем, что отвальная обработка проводится один раз за ротацию севооборота (в пару), а под зернофуражные культуры севооборота проводятся плоскорезные обработки на глубину 12-14 см, что позволяет сократить потери почвы от дефляции и в то же время создать лучшие условия для роста и развития пшеницы.

Надежным и доступным методом борьбы с дефляцией почв является полосное размещение посевов и пара, которое предусматривается на открытых к основному направлению эрозионно-опасных ветров и ветро-ударных склонах.

При этом ширина полос не должна превышать 50 метров.

Севообороты с полосным размещением посевов и пара должны быть 3-х и 4-х польные, где удельный вес пара составляет 25-33 %, пшеницы 20-25 %, овса на зерно и зерносмеси 42-55 % от площади пашни. На склонах полосное размещение посевов производится по горизонталям.

Значение противоэрозионной устойчивости вводимых схем севооборотов в сохранении и воспроизводстве плодородия почв неоспоримо на эрозионно-опасных землях, является главной задачей земледелия, так как до 50-60 % гумуса выносятся с мелкоземом при ветровой и водной эрозии.

Подверженность почв эрозионным процессам под различными культурами определяется, прежде всего, технологией возделывания при которой, максимально сокращается период незащищенности поверхности почвы растительностью или стерней.

В настоящее время в целях предотвращения ветровой эрозии почву чаще всего мульчируют послеуборочными остатками, подстилочным или жидким навозом, отходами промышленности, специально созданными химическими препаратами. Наиболее широко используют послеуборочные остатки на корню (стерня хлебных злаков) или после соответствующей обработки (солома, из-

мельченые стебли подсолнечника, кукурузы).

Почвозащитная эффективность послеуборочных остатков (как, впрочем, и живых растений) зависит от высоты слоя, которым они покрывают почву, суммарной поверхности листьев и стеблей в единице объема этого слоя и от скорости ветра. Эффективность пожнивных остатков на корню убывает в следующем порядке: яровая пшеница, рапс, кукуруза, подсолнечник. В этом же порядке убывает и эффективность послеуборочных остатков при условии равномерного разбрасывания их по поверхности.

Весьма эффективным против-дефляционным приемом является мульчирование почвы жидким навозом. Он существенно улучшает не только физико-механические свойства поверхностного слоя почвы, но и ее питательный режим. Твердая фаза жидкого навоза задерживает некапиллярными порами поверхностного, примерно двухсантиметрового, слоя почвы, а жидкая, содержащая коллоиды и растворимые органические вещества, просачивается вглубь.

Поверхностный слой почвы, высыхая превращается в корку, проницаемую для воды и воздуха и устойчивую к воздействию ветра.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Важнейшие элементы системы мероприятий по защите почв от водной эрозии
2. Категорий земель по степени подверженности воздействию водной эрозии.
3. Способы борьбы с водной эрозией
4. Агротехнические мероприятия, включающие противоэрозионную обработку почв
5. Оценка эрозионной опасности и эродированности почв
6. Показатели потенциальной опасности проявления эрозии
7. Схемы и проекты защиты земель от эрозии
8. Мероприятия, направленные на борьбу с водной и ветровой эрозиями почвы

Тема 8. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

Эколого-экономическую оценку земель можно определить как установление убытков или прибылей, рассчитанных на основе оценки качества отдельных природных компонентов и ОС в целом, а также – на основе оценки эффективности применения природоохранных и природосберегающих технологий.

Разновидности эколого-экономической оценки земель.

Выделяются следующие разновидности эколого-экономической оценки земель:

- оценка экологического ущерба/вреда (фактического, предотвращенного, накопленного, вероятного и т.д.), связанного с загрязнением, деградацией и захламления почв и земель;
- оценка величины ставок экологического налога при загрязнении, деградация и захламление земельных участков/экологических платежей при загрязнении и захламлении земельных участков;
- корректировка стоимости земель (использование экологических поправочных коэффициентов к стоимости земельных участков, разработка специальных методов оценки загрязненных, деградированных, захламленных земель);
- экологическая интерпретация экосистемных сервисов (услуг). Дадим краткую характеристику каждой из разновидностей.

Оценка экологического ущерба/вреда (фактического, предотвращенного, накопленного, вероятного и т.д.), связанного с загрязнением, деградацией и захламления почв и земель.

1. Оценка ущерба/вреда от загрязнения, деградации и захламления земельных участков.

Как известно, в соответствии со статьей 4 Федерального закона от 10 января 2002 г. №7-ФЗ “Об охране окружающей среды”, почвы и земли являются объектом охраны окружающей среды от загрязнения, истощения деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности.

Статьями 77, 78 этого закона предусмотрены обязанности полного возмещения вреда и порядок компенсации вреда ОС, а статья 1 его определяет вред ОС как «...негативное изменение ОС в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов».

В большинстве случаев понятия «вред» и «ущерб» являются равнозначными по своему смыслу, однако термин «вред» является более комплексным, чем «ущерб» и может выражаться не только в денежных единицах, а, например, - в баллах (потери экологического качества конкретных природных компонентов).

Существует два основных способа исчисления размеров ущерба/вред, нанесенного почвам и землям:

1. исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель, восстановлению деградированных земель, изъятию отходов с захламленных участков;

2. в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, глубину и степень загрязнения, деградации и захламления, экономические характеристики исследуемого региона и специальные земельные таксы, назначаемые нормативным путем.

На сегодняшний день наиболее распространенной методикой оценки ущерба/вреда является «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 №238) – действующая методика. Рассмотрим ее более подробно.

Данная методика предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам в результате нарушения законодательства РФ в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (1).

$$\text{УЩ} = \text{УЩ}_{\text{загр}} + \text{УЩ}_{\text{отх}} + \text{УЩ}_{\text{порч}} \quad (1)$$

где

УЩ – общий размер вреда;

УЩ_{загр} – размер вреда при химическом загрязнении почв (руб.);

УЩ_{отх} – размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления (руб.);

УЩ_{порч} – размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами (руб.).

Рассмотрим величину ущерба от загрязнения (2)

$$\text{УЩ}_{\text{загр}} = \text{СХЗ} \times S \times K_r \times K_{\text{исх}} \times T_x \quad (2)$$

где

УЩ_{загр} – размер вреда;

СХЗ – степень химического загрязнения;

S – площадь загрязнения участка (м²);

K_{rr} – показатель в зависимости от глубины хим. загрязнения или порчи почв;

K_{исх} – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на котором расположен загрязненный участок;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту ОС при химическом загрязнении почв (руб./м²).

2. Оценка предотвращенного экологического ущерба.

Расчет этого вида ущерба может проводиться в соответствии с «Временной методикой определения предотвращенного экологического ущерба».

Под предотвращенным экологическим ущербом понимается определение материальных и финансовых потерь и убытков (включая упущенную выгоду) от ухудшения состояния ОПС в целом или ее отдельных компонентов, которые удалось избежать в результате проведения природоохранных мероприятий.

При этом предотвращенный ущерб земельным ресурсам представляет собой оценку в денежной форме отрицательных последствий, связанных с ухудшением и разрушением почвенного покрова, которые удалось избежать (предотвратить) в результате своевременного проведения тех или иных почвоохранных, природоохранных и других мероприятий.

3. Оценка вероятного ущерба (оценки риска) загрязнения почв.

В соответствии со ст. 1 Федерального закона РФ от 10.01.02 от №7-ФЗ «Об охране ОС» экологический риск определяется как «...вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для ПС и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера».

Кроме того, риск загрязнения почв чаще всего рассматривается при существующем уровне техногенной нагрузки без учета возникновения аварийных ситуаций и катастроф природного и/или техногенного характера, которые могут «сломать» или даже уничтожить любую экосистему.

Чтобы сделать оценку риска количественной, в настоящее время вводят понятие риска R , определяемого как произведение вероятности P неблагоприятного события (аварии, катастрофы и т.д.) и ожидаемого ущерба Y в результате этого события (3)

$$R = P * Y \quad (3)$$

Возможно избежать присутствие двух вероятностных величин в одной формуле, видоизменив понятие риска R как вероятности P того, что почвам в результате их загрязнения будет нанесен максимально возможный ущерб $Y_{\max}$ (4)

$$R = P * Y_{\max} \quad (4)$$

При этом рассчитать величину максимального ущерба от загрязнения возможно, используя существующие методики, для максимально возможного загрязнения почв.

Для оценки вероятности P можно использовать любые шкалы нормирования – точнее, шкалы ранжирования – качества почв и окружающей среды в целом. Обычно здесь выдвигается предположение о то, то вероятность ухудшения состояния (загрязнения) почв будет тем выше, чем хуже это состояние в настоящий момент. Например, если состояние почвы в результате ее загрязнения химическими веществами соответствует катастрофическому уровню, то величина P (вероятность нанесения максимально возможного ущерба $U_{\max}$ от этого загрязнения) оценивается в 100%, или по шкале 0-1,0 – в 1,0 (табл. 8.1)

Таблица 8.1 – Экспертная оценка вероятности ухудшения экологического качества ОПС.

Уровни потери качества	Потери экологической ценности ПТК, %	Категория степени выраженности экологического риска	P – вероятность ухудшения экологического качества ОПС
I- условно нулевой	0-5	Очень слабая	
II- низкий	6-20	Слабая	
III- средний	21-40	Средняя	
IV- высокий	41-70	Чрезвычайная	
V-катастрофический	71-100	Катастрофическая	

4. Оценка накопленного (пришлого) экологического ущерба.

В соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению инвентаризации объектов накопленного экологического ущерба» (Утверждены приказом Росприроднадзора от 25.04.2012 г. № 193), «...накопленный экологический ущерб – это выраженный в денежном выражении вред, причиненный ОС или ее компонентам в результате осуществления хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате нарушения природоохранного законода-

тельства, а также убытки (затраты) на ликвидацию и предотвращение отрицательных последствий нанесенного вреда окружающей среде».

Объектами накопленного экологического ущерба являются «...загрязненные территории, в том числе безхозные территории, образованные в результате прошлой хозяйственной деятельности, а также объекты размещения отходов и иные объекты (здания, сооружения, загрязненные земельные участки), вокруг которых сформировалось загрязнение или, которые, сами являются загрязненными, на которых деятельность под управлением организации осуществлялась в прошлом...».

К настоящему времени не разработаны методики расчета накопленного ущерба. При этом природоохранные органы уже давно обратили внимание на необходимость решения указанного вопроса. Так, в письме Госкомэкологии России от 22 декабря 1999 г. № 03-22/24-321 содержались рекомендации по определению размера прошлого экологического ущерба и степени ответственности продавца и покупателя объектов, намечаемых к приватизации.

Прошлый экологический ущерб предполагалось рассчитывать, исходя из невозмещенных затрат на восстановление нарушенного в результате хозяйственной деятельности качества ОС с момента введения в действие Закона о приватизации государственного имущества и до принятия решения о приватизации.

Оценка величины ставок экологического налога при загрязнении, деградация и захламление земельных участков.

Однако в настоящее время экологический налог не уплачивается, а используются экологические платежи, по сути дела являющиеся платой за загрязнение ОПС.

С момента введения в 1992 году этих платежей перечень их видов оставался также неизменным: они взимаются за нормативные и сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов.

Для каждого предприятия нормативы предельно-допустимых выбросов отражены в специально подготовленном:

Проекте нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ), предельно-допустимых сбросов – Проекте нормативов предельно-допустимых сбросов (ПДС), размещения отходов – в Проекте нормативов образования и лимитов размещения отходов (ПНООЛР)

Принципиально платежи от налогов отличаются «не привязанностью» первых к доходам предприятия. Поэтому государство в лице налоговых чиновников пытается (и пока успешно) отказаться от экологических налогов в пользу экологических платежей.

Корректировка стоимости земель (использование экологических поправочных коэффициентов к стоимости земельных участков, разработка специальных методов оценки загрязненных земель).

Очевидно, что практика землепользования требует оценки рыночной, потребительной, кадастровой, инвестиционной, ликвидационной стоимости не только чистых и плодородных, но и химически загрязненных и деградированных земельных участков.

В том случае, когда речь идет о кадастровой стоимости земельных участков, существует два принципиально различных подходов к ее корректировке на основе сведений о загрязнении и деградации:

1) загрязнение и/или деградация земель происходят по вине землевладельца или арендатора этих территорий – в этом случае корректирующие коэффициенты должны повышать величину кадастровой стоимости (чтобы возрастали ставки земельного налога или арендной платы «виновника» загрязнения и/или деградации);

2) факторы загрязнения и/или деградации земель находятся за пределами оцениваемой территории – в этом случае корректирующие коэффициенты должны понижать величину кадастровой стоимости (чтобы снижать ставки земельного налога или арендной платы).

Когда же оцениваются другие виды стоимости загрязненного и/или деградированного земельного участка, необходимо проводить их снижение.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные способы исчисления размеров ущерба/вред, нанесенного почвам и землям.
2. Оценка ущерба/вреда от загрязнения, деградации и захламления земельных участков.
3. Оценка предотвращенного экологического ущерба.
4. Оценка вероятного ущерба (оценки риска) загрязнения почв.
5. Экспертная оценка вероятности ухудшения экологического качества ОПС.
6. Оценка накопленного (пришлого) экологического ущерба.
7. Подходы к корректировке на основе сведений о загрязнении и деградации
8. Разновидности эколого-экономической оценки земель.

РАЗДЕЛ II ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

9.1 Практическая работа 1

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИНТЕГРАЦИЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Цель работы. Изучить существующие подходы к оценке экологического состояния территорий. Знать общие цели такой оценки, показатели и их характеристику, уметь применять их при решении практических заданий.

Теоретическая часть. Экологический анализ и оценка состояния территории проводятся с целью:

- определения степени напряженности медико-биологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения;
- составления экологического паспорта территории;
- организации рационального использования природных ресурсов и регламентации производственной деятельности в регионе,
- определения необходимости и разработки комплекса региональных природоохранных мер.

В настоящее время существует несколько подходов в проведении таких исследований: 1) пофакторная оценка состояния окружающей среды с дальнейшей интеграцией показателей; 2) использование комплексных показателей, характеризующих состояние реципиентов, воспринимающих негативное воздействие факторов окружающей среды; 3) определение и сопоставление ресурсных потенциалов территории с антропогенным давлением.

Учет воздействия на территорию возможен по показателям качества основных природных сред (атмосферного воздуха, воды, почвы). Система определения напряженности медико-экологической ситуации территории включает оценку качества среды обитания по показателям эколого-гигиенического состояния окружающей среды. Показатели санитарно-экологического состояния объектов окружающей среды должны быть приведены к единой шкале, отра-

жающей возможную степень изменения качества среды обитания. Переход на безразмерную шкалу оценок может быть произведен как с учетом гигиенических регламентов (стандартов), так и обобщенных показателей загрязнения отдельных объектов среды обитания (индекса загрязнения воды водоемов ИЗВ, индекса загрязнения атмосферы ИЗА, показателей суммарного загрязнения атмосферного воздуха Р, суммарного показателя загрязнения почв Z_c , показателя химического загрязнения воды поверхностных водоемов ПХЗ и др.).

Медико-экологическую ситуацию в регионе (любом населенном пункте) по показателям загрязнения основных природных сред можно отнести к любой из 5 категорий: удовлетворительная; относительно напряженная; существенно напряженная; критическая; условно катастрофическая.

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексный показатель загрязнения атмосферы, который рассчитывается по сумме пяти главных загрязнителей при переводе абсолютных значений каждого в число ПДК. Перевод абсолютных значений в ИЗА позволяет более реально учесть экологический вред, который наносится загрязнителями разной степени вредности.

Чтобы значения были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества (n) веществ. Для этого предусматривается особый подход к расчету ИЗА. По парциальным значениям I_i для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \dots > I_n$. Далее рассчитывается $I(n)$ для заданного и одинакового числа n . Из анализа данных наблюдений за загрязнением атмосферы получено, что в атмосфере городов России имеется 4-5 веществ, которые определяют основной вклад в создание высокого уровня загрязнения. Поэтому обычно принимается $n=5$.

ИЗА показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) соответствуют фактически наблюдаемые концентрации n веществ в городской атмосфере, т.е. показывает, во сколько раз суммарный

уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом (1).

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{Gi}}{\text{ПДК}_{с.с.i}} \right)^C \quad (1)$$

где i – загрязняющее вещество; q_{Gi} – среднегодовая концентрация примеси; $\text{ПДК}_{с.с.i}$ – соответствующая среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества; C – константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для соответственно I, II, III, IV классов опасности веществ; n – число примесей.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается низким при ИЗА ниже 5, повышенным при ИЗА от 5 до 6, высоким при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким при ИЗА от 14 и больше.

По критерию ИЗА можно выделить следующую градацию медико-экологической ситуации в любом регионе или населенном пункте:

- удовлетворительная при ИЗА < 5
- относительно напряженная при 6-15
- существенно напряженная при 16-50
- критическая при 51-100
- условно катастрофическая при ИЗА > 100 (ГН 2.1.6.695-98, 1998).

Показатель суммарного загрязнения атмосферного воздуха (P). Оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ в воздухе проводится по величине суммарного показателя загрязнения, учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере. Показатель P учитывает характер комбинированного действия вредных веществ по типу неполной суммы.

Следует иметь в виду, что этот показатель является условным, вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается пока неизвестным и такое количественное его выражение максимально прибли-

жено к возможному биологическому воздействию. Расчет комплексного показателя P проводится по формуле (2):

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (2)$$

где P_i – суммарный показатель загрязнения,

K_i — «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности и «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности, по коэффициентам изоэффективности.

Современный алгоритм расчета комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха использует для «приведения» нормированных по ПДК_{с.с.} концентраций веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности следующие коэффициенты изоэффективности: 1 класс – 2; 2 класс – 1,5; 3 класс – 1; 4 класс – 0,8.

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя P по пяти степеням: I – допустимая, II – слабая, III – умеренная, IV – сильная, V – опасная. Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II-V степени возникновение негативных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения атмосферы.

При расчете P используются фактические концентрации и ПДК одинаковых периодов осреднения. При этом данный показатель имеет такую же временную характеристику. Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха приведен в таблице 1.

Составляется список вредных веществ, определяемых на данной территории, указываются класс опасности каждого вещества, среднегодовая концентрация (мг/м³), устанавливается кратность превышения ПДК_{с.с.}, затем с помощью коэффициентов изоэффективности превышения ПДК_{с.с.} веществ разных классов

опасности «приводятся» к превышениям ПДК_{с.с.} веществ 3-го класса опасности (ГН 2.1.5.689-98, 1998).

Таблица 1 – Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха P по среднегодовым концентрациям

Загрязняющее вещество	Фактическая средняя концентрация, мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Класс опасности	Кратность превышения ПДК _{с.с.}	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Бенз(а)пирен	0,0000008	0,000001	1	0,8	1,6
Диоксид азота	0,1	0,1	2	1	1,5
Формальдегид	0,014	0,003	2	4,66	6,99
Оксид азота	0,08	0,06	3	1,33	1,33
Диоксид серы	0,14	0,2	3	0,7	0,7
Оксид углерода	2	3	4	0,67	0,5

В заключении вычисляется суммарный показатель загрязнения P по формуле 2 и по оценочной таблице 2 устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины комплексного показателя загрязнения P .

Таблица 2 – Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения	Величина комплексного показателя P при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I - допустимая	до 1,0	до 1,9	до 3,1	до 4,4
II - слабая	1,1-2,0	2,0-3,0	3,2-4,0	4,5-5,0
III - умеренная	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV - сильная	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V - опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) – условный комплексный показатель качества воды, учитывающий наиболее распространенные загрязняющие вещества.

ИЗВ характеризует общесанитарное состояние воды водоема (его кислородный режим и баланс биогенных веществ), а также наличие вредных химических веществ.

ИЗВ рассчитывается по следующей формуле (3):

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) \quad (3)$$

где n – число веществ, по которым имеют место превышения ПДК;

C_i - концентрация i -го вещества за соответствующий период осреднения;

ПДК_i - предельно допустимая концентрация i -го вещества в воде водоемов.

В зависимости от величины ИЗВ водные объекты и их участки подразделяют на классы по качеству воды (табл. 3). Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и так далее).

Таблица 3 – Классы качества в зависимости от значения индекса

загрязнения воды

Значение ИЗВ	Классы качества воды	Степень загрязненности
до 0,2	1	Очень чистые
0,2-1,0	2	Чистые
1,0-2,0	3	Умеренно загрязненные
2,0-4,0	4	Загрязненные
4,0-6,0	5	Грязные
6,0-10,0	6	Очень грязные
>10,0	7	Чрезвычайно грязные

Суммарный показатель загрязнения почвы (Z_c). Оценка уровня загрязнения почв населенных пунктов проводится по двум показателям: коэффициенту концентрации отдельного вещества K_c и суммарному показателю загрязнения Z_c при наличии в почве нескольких загрязняющих компонентов.

Коэффициент концентрации загрязняющих веществ определяется соотношением (4):

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{ф}}} \quad (4)$$

C_i и $C\phi_i$ – фактическая в данной точке и фоновая для типа почв концентрация (мг/кг) i -го загрязняющего вещества соответственно.

Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций загрязняющих почву химических элементов (5):

$$Z_c = \sum_{i=0}^n K_i - (n - 1) \quad (5)$$

где n – число учтенных в данной точке веществ.

Оценка опасности загрязнения почв по найденному суммарному показателю Z_c проводится с помощью табл. 4.

Таблица 4 – Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю

Категория загрязнения почв	Показатель Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
I. Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений
II. Умеренно опасная	16-32	Увеличение общего уровня заболеваемости
III. Высоко опасная	32-128	Увеличение общего уровня заболеваемости, числа часто болеющих детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы
IV. Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Суммарный показатель антропогенной нагрузки (СПАН), определяемой с антропоцентрических позиций, может быть реализован на основе оценки воздействия на здоровье человека состояния отдельных компонентов окружающей среды, которое может быть охарактеризовано через показатели, отнесенные к гигиеническим нормативам, с учетом значимости влияния отдельных факторов, определяемого методом экспертных оценок.

СПАН рассчитывается по следующей формуле (6):

$$\text{СПАН} = 0,3\text{ИЗ}_{\text{Ас. -г}} + 0,2\text{ИЗ}_{\text{Вхим}} + 0,2 \frac{\text{Пш}}{\text{Пш пду}} + 0,15\text{ИЗ}_{\text{Амакс}} + 0,15\text{ИЗ}_{\text{Вбак}} \quad (6)$$

где $ИЗА_{с.-г.}$, $ИЗА_{макс}$ – комплексные индексы загрязнения атмосферы, среднегодовой и максимальный соответственно;

$ИЗВ_{хим}$, $ИЗВ_{бак}$ – индексы загрязнения воды, химического и бактериологического соответственно;

$Пш$, $Пш_{ПДУ}$ – средний и предельно допустимый уровни шума соответственно, определяющие шумовую нагрузку на территории (см. формулу 7).

При расчете шумовой нагрузки необходимо учитывать долю населения, проживающего в зоне акустического дискомфорта и превышение предельно допустимых уровней в ночное и дневное время. Тогда шумовую нагрузку можно оценить следующим образом (7):

$$\frac{Пш}{Пш_{пду}} = \frac{1}{2} + \left(\frac{L_{дн}}{ПВУ_{ш\ дн}} + \frac{L_{н}}{ПВУ_{ш\ н}} \right) * \frac{n}{100} \quad (7)$$

где $L_{дн}$ и $L_{н}$ – средние значения уровней шума в дневное и ночное время;

$ПДУш_{дн}$ и $ПДУш_{н}$ – их предельно допустимые уровни;

n – доля населения (%), проживающего в зоне акустического дискомфорта.

Практические задания

Задача 1. Рассчитайте индекс загрязнения атмосферы и суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха для городов Тюменской области по данным из таблицы 5. Дайте сравнительную характеристику степени загрязнения атмосферы городов, с указанием перечня приоритетных загрязнителей в каждом городе. Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Таблица 5 – Средний уровень загрязнения атмосферного воздуха в некоторых городах РТ ($q_{Г}$, мг/м³)

Загрязняющие вещества	$q_{Г}$, мг/м ³					ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Класс опасности
	Тюмень	Заводоуковск	Тобольск	Ялуторовск	Ишим		
Пыль	0,18	0,26	0,22	0,13	0,16	0,15	3(4)
Диоксид серы	0,011	0,019	0,039	0,008	0,02	0,05	3
Оксид углерода	3,8	4,2	4,6	2,3	3,5	3,0	4
Диоксид азота	0,08	0,1	0,12	0,02	0,05	0,04	3
Оксид азота	0,06	0,07	0,09	0,01	0,03	0,06	3
Сероводород	-	0,002	0,01	-	0,002	0,005	2
Сероводород	0,03	0,05	0,21	0,01	0,02	0,05	2
Фенол	0,007	0,006	0,02	0,002	0,005	0,003	2
Сажа	0,03	0,07	0,08	0,02	0,08	0,05	3
Углеводороды предельные C ₁ -C ₅	2,1	3,3	9,4	1,6	8,7	1,5	4
Аммиак	0,11	0,03	0,28	0,02	0,06	0,04	4
Формальдегид	0,005	0,003	0,015	0,001	0,003	0,003	2
Бензол	0,23	0,42	0,34	0,12	0,27	0,1	2
Водород цианистый	0,0013	0,001	0,002	0,0006	0,001	0,001	1
Водород фтористый	0,0036	0,003	0,0072	0,0021	0,0026	0,005	3
Ксилол	0,16	0,19	0,26	0,21	0,22	0,2	3
Толуол	0,53	0,68	0,77	0,49	0,54	0,6	3
Бенз(а)пирен, 10 ⁻⁶	1,32	1,08	1,92	0,85	0,89	1,0	1
Ртуть, 10 ⁻³	0,01	0,03	0,17	0,04	0,02	0,3	1
Свинец, 10 ⁻³	0,09	0,26	0,15	0,06	0,35	0,3	1

Задача 2. Рассчитайте индекс загрязнения воды рек в трех створах по данным из таблиц 6 и 7. Сделайте выводы о классе качества воды на каждом створе и охарактеризуйте изменения уровня загрязненности воды рек от створа к створу. Опишите для каждого случая возможные причины таких изменений.

Таблица 6 – Среднее содержание загрязняющих веществ в реках Тобол и Тура (мг/л)

Показатели качества	ПДК _{р-х} , мг/л	Средняя концентрация, мг/л					
		р. Тобол			р. Тура		
		створ1 (фон)	створ2	створ3	створ1 (фон)	створ2	створ 3
БПК ₅	2,0	3,15	4,28	5,47	2,19	3,29	4,22
Взвешенные вещества	фон + 0,75	59,4	46,5	77,0	53,7	66,5	67,0
Фенолы	0,001	0,002	0,004	0,005	0,0008	0,0004	0,0005
Нефтепродукты	0,05	0,22	0,27	0,52	0,18	0,17	0,12
АПАВ	0,5	0,04	0,46	0,63	0,09	0,66	0,52
Азот аммонийный	0,39	0,9	0,6	1,2	1,2	1,3	1,4
Азот нитритный	0,02	0,022	0,037	0,077	0,021	0,039	0,087
Азот нитратный	9,0	0,42	0,45	0,82	0,47	0,55	0,92
Фосфаты	0,05	0,061	0,057	0,079	0,043	0,047	0,054
Медь	0,001	0,008	0,012	0,016	0,003	0,004	0,006
Формальдегид	0,01	0,02	0,065	0,1	0,004	0,008	0,011
Железо общее	0,1	0,04	0,46	0,63	0,06	0,42	0,56
Хлориды	300,0	187,0	120,0	169,0	168,0	134,0	133,0
ДМФА	0,05	0,038	0,044	0,085	0,019	0,054	0,072
Бензол	0,5	0,048	0,164	0,267	0,074	0,228	0,631
Толуол	0,5	0,09	0,26	0,33	0,34	0,48	0,77
Стирол	0,1	0,022	0,056	0,065	0,032	0,041	0,098
Метанол	0,1	0,084	0,096	0,15	0,072	0,081	0,093
Хром 6+	0,02	0,02	0,085	0,11	0,02	0,065	0,09
Цинк	0,01	0,021	0,062	0,105	0,013	0,059	0,078

Таблица 7 – Среднее содержание загрязняющих веществ в реках Ишим и Пышма (мг/л)

Показатели качества	ПДК _{р-х} , мг/л	Средняя концентрация, мг/л					
		р. Ишим			р. Пышма		
		створ 1 (фон)	створ 2	створ 3	створ 1 (фон)	створ 2	створ 3
БПК ₅	2,0	1,85	2,08	3,17	2,18	3,26	4,09
Взвешенные вещества	фон + 0,75	59,4	46,5	77,0	59,4	46,5	77,6
Фенолы	0,001	0,002	0,003	0,005	0,002	0,004	0,004
Нефтепродукты	0,05	0,22	0,23	0,45	0,23	0,32	0,43
АПАВ	0,5	0,03	0,36	0,46	0,14	0,44	0,56
Азот аммонийный	0,39	0,32	0,61	1,04	0,29	0,58	1,15
Азот нитритный	0,02	0,024	0,027	0,063	0,018	0,037	0,057
Азот нитратный	9,0	0,42	0,45	0,82	0,42	0,45	0,82
Фосфаты	0,05	0,06	0,057	0,079	0,06	0,057	0,079
Медь	0,001	0,008	0,012	0,016	0,008	0,012	0,016
Формальдегид	0,01	0,014	0,045	0,021	0,011	0,035	0,018
Железо общее	0,1	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,09
Хлориды	300,0	287,6	308,5	596,4	127,0	140,3	269,2
ДМФА	0,05	0,017	0,035	0,104	0,028	0,055	0,061
Бензол	0,5	0,41	0,59	0,86	0,34	0,56	0,75
Толуол	0,5	0,06	0,46	0,6	0,03	0,16	0,16
Стирол	0,1	0,07	0,27	0,31	0,05	0,26	0,35
Метанол	0,1	0,08	0,66	0,6	0,09	0,43	0,68
Хром 6+	0,02	0,02	0,065	0,09	0,02	0,075	0,081
Цинк	0,01	0,02	0,025	0,031	0,02	0,035	0,048

Задача 3. Определите категорию загрязнения почвы населенного пункта химическими веществами по суммарному показателю загрязнения. Дайте характеристику показателей здоровья населения, проживающего на данной территории. Исходные данные о содержании загрязняющих веществ в почве приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Среднее содержание загрязняющих веществ в почвах населенных пунктов (мг/кг)

Вариант	Концентрация загрязняющих веществ в почве, мг/кг											
	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
1	10	-	-	-	-	-	46	112	265	41	0,1	130
2	-	5,4	-	448	1970	83	-	-	-	18	0,6	79
3	-	-	6010	408	1312	76	342	78	-	-	0,02	-
4	-	-	3210	525	-	-	122	196	28,6	-	0,07	313
5	61	29	-	83	-	114	-	-	-	40	0,08	305
6	86	-	-	-	974	78	314	-	75	-	0,8	124
7	55	-	5208	44,8	415	-	400	-	48	-	0,09	-
8	88	-	-	360	785	188	69	92	-	1,2	-	-
9	-	19	3610	-	-	-	57	-	114	10	0,02	118
10	116	15	-	-	2345	132	-	-	148	29	-	31
11	-	-	1024	345	770	170	64	80	300	-	-	-
12	121	17,5	2840	-	-	-	52,1	-	-	37	0,42	252
13	-	23	2350	630	1703	66	250	-	-	2,05	-	-
14	108	-	-	524	1255	-	-	44	257	-	0,03	88
15	-	6,92	-	-	3207	31	195	230	510	12	-	-
Фоновые концентрации, мг/кг												
Все варианты	23,7	1,65	722	63,5	183	8,4	23,2	16,3	40,3	0,7	0,01	11,5

Задача 4. Определите суммарный показатель антропогенной нагрузки для крупных промышленных городов Тюменской области по данным из таблиц 5 и 9 при условии, что города обеспечиваются водой централизованно (индекс загрязнения воды принять равным 0). Предельно допустимые уровни шума в жилых помещениях в дневное время составляют 40 дБА, в ночное – 30 дБА. Сведения о превышениях максимально разовых концентраций загрязнения воздуха не учитывать.

Таблица 9 – Показатели шумовой нагрузки в некоторых городах ТО

Показатели шумовой нагрузки	Города				
	Тюмень	Заводо-уковск	Тобольск	Ялуторовск	Ишим
Средний уровень шума ночью, дБА	42	40	38	33	38
Средний уровень шума днем, дБА	67	61	52	48	56
Доля населения, проживающего в условиях шумового дискомфорта, %	55	51	43	36	44

9.2 Практическая работа 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЛЕВЛАДЕНИЯ (ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ) СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Общие сведения о хозяйстве включают: название сельскохозяйственного предприятия, местоположение, компактность землевладения, число населенных пунктов, общее количество дворов и населения, в том числе трудоспособного, центр хозяйства и его удаленность от районного и областного центров, пунктов реализации продукции, характеристику связи с районным центром.

Расчет основных агроклиматических характеристик и их качественная оценка

Природно-климатические условия зоны расположения сельскохозяйственных предприятий определяют урожайность возделываемых культур и продуктивность угодий, состав и структуру площадей и в итоге систему ведения сельскохозяйственного производства. Они характеризуются температурным режимом, сроками и продолжительностью временных периодов, глубиной промерзания почвы, количеством, интенсивностью и периодичностью осадков, направлением и повторяемостью господствующих ветров.

Состав показателей по характеристике агроклиматических условий зоны расположения сельскохозяйственного предприятия приведены в таблице 1. Характеристика агроклиматических условий зоны расположения сельскохозяйственного предприятия позволяет дать оценку потенциальных возможностей производственной деятельности и ее специализацию.

Таблица 1 – Характеристика агроклиматических условий сельскохозяйственного предприятия

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Количество единиц
1	2	3	4
1	Среднегодовая температура воздуха	°С	

2	Средняя температура: самого теплого месяца самого холодного месяца	°С	
3	Абсолютный минимум температур	°С	
4	Абсолютный максимум температур	°С	
5	Продолжительность безморозного периода	дни	
6	Продолжение вегетационного периода	дни	
7	Сумма активных температур (за период >+10°С)	°С	
8	Дата последнего и первого заморозка		
9	Высота снежного покрова	см	
10	Глубина промерзания почвы	см	
11	Среднегодовое количество осадков	мм	
12	Гидротермический коэффициент		
13	Направление вредоносных ветров: метелевых суховейных		
14	Коэффициент расчлененности территории		

Земельно-ресурсный потенциал территории

Эколого-хозяйственная оценка территории сельскохозяйственных предприятий предусматривает изучение земельно-учетных данных общей площади и конфигурации землевладения, включая постороннее землепользование и их площадь в виде состава и соотношения сельскохозяйственных угодий (таблица 2).

Таблица 2 – Состав и соотношение угодий

№ п/п	Виды угодий	Площадь		В % к площади с.-х. угодий
		га	%	
1	2	3	4	5
1	Пашня в т.ч. орошаемая			
2	Залежь			
3	Многолетние насаждения, всего в т.ч. сады			
4	Сенокосы, всего в т.ч. улучшенные			
5	Пастбища, всего в т.ч. улучшенные			
	Итого сельскохозяйственных угодий			

6	Лес			
7	Полезавщитные лесные полосы			
8	Кустарники			
9	Под водой			
10	Под дорогами и прогонами			
11	Под постройками, дворами, улицами			
12	Прочие земли, не используемые в сельском хозяйстве			
13	Приусадебные земли			
	Всего земель			

Научно-обоснованная организация территории, использование земли, сельскохозяйственной техники и рабочей силы во многом определяются пространственными условиями расположения отдельных видов угодий, их конфигурацией и размерами (крупностью) контуров. В целях оценки землевладения по крупности контуров сельскохозяйственные угодья группируются и представляются в виде сводных данных (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка землевладения по крупности контуров

Виды угодий	Площадь, га	Кол-во контуров	Средняя площадь одного контура	В т.ч. количество контуров с площадью				
				до5 га	5-10 га	10-25 га	25-50 га	свыше 50 га
Пашня								
Залежь								
Сады								
Сенокосы								
Пастбища								
Итого с/х угодий								

Анализ полученных данных позволяет дать характеристику угодий по размерам, их взаимное расположение, удаленность от хозяйственных центров, пунктов хранения и переработки продукции.

Расчет показателей, характеризующих природные возможности территории

1. В целях защиты почв и растений от ветровой и водной эрозии, снижения заиления водоемов и испарения влаги, а также с позиций их пользования для сенокошения и пастьбы скота, изучают леса и кустарники по составу, возрасту, густоте произрастания и определяют лесистость территории (L) согласно формулы (1):

$$L = \frac{S_{л} + S_{км} + S_{ин}}{S} 100\% \quad (1)$$

где S – площадь земельного фонда;

$S_{л}$ – площадь лесов, га;

$S_{км}$ – площадь древесно-кустарниковых насаждений, га;

$S_{ин}$ – площадь искусственных насаждений, га.

Расчет площади полезащитных лесных полос позволяет определить облесенность пашни ($O_{п}$) по формуле:

$$O_{п} = \frac{S_{л/п}}{S_{п}} 100\% \quad (2)$$

где $S_{п}$ – площадь пашни;

$S_{л/п}$ – площадь полезащитных лесополос, га.

Расчет удельной протяженности лесных полос ($У_{л/п}$), является важным дополнением в экологической оценке территории агроландшафтов.

$$У_{л/п} = \frac{l_{л/п}}{S_{п}} \quad (3)$$

$S_{п}$ – площадь пашни

$l_{л/п}$ – длина полезащитных лесополос, м.

2. Природные водоемы и болота изучают в целях пригодности для добычи донных отложений на удобрения, размножения водоплавающей птицы и вовлечение в сельскохозяйственное потребление и использование, в соответствии с качественным и минеральным составом требуемой воды. В качестве оценки

территории по наличию водоисточников рассчитывают коэффициент обводненности (K_v) согласно формулы отношения площади водоисточников к общей площади земельного фонда:

$$K_v = \frac{S_v}{S} 100\%, \quad (4)$$

где S_v – площадь водоисточников, рек, прудов;

S – площадь земельного фонда.

3. Линейные показатели протяженности гидрографической сети и коммуникаций позволяют определить коэффициент расчленённости территории (K_p) и степень плотности (густоту) (K_g) гидрографической сети согласно формул соответственно:

$$K = \frac{d_d + d_k}{p} S, \quad (5)$$

$$K_g = \frac{d_d}{S} \quad (6)$$

где d_d – длина гидрографической сети, км;

d_k – длина коммуникаций, км;

S – площадь земельного фонда, км².

Учитываются и анализируются все участки на пригодность для добычи песка, глины, щебня, камня и других строительных материалов, а так же все гидрографические (реки, ручьи, овраги, балки) и гидрологические условия территории сельскохозяйственного предприятия.

Отношение суммы площадей сельскохозяйственных угодий и приусадебных земель к земельному фонду позволяет определить освоенность территории (O_t) согласно формулы:

$$K = \frac{S_{c/x} + S_y}{S}, \quad (7)$$

где S_y – площадь усадебных земель, га;

$S_{c/x}$ – площадь сельскохозяйственных угодий, га;

S – площадь земельного фонда.

Наряду с табличной характеристикой гидрографических условий угодий в текстовой форме приводится характеристика растительного покрова по геоботаническому составу разных типов сенокосов и пастбищ.

Продуктивность и урожайность угодий увязывается с продолжительностью пастбищного периода и величинам отрастания травостоя по месяцам в процентном отношении.

Оценка уровня загрязнения территории

Особое значение для объективной оценки экологической характеристики территории землепользования имеют данные по загрязнению земель гербицидами, пестицидами, тяжелыми металлами и радионуклидами. С целью выявления и снижения площадей техногенного нарушения земель до технологически допустимого уровня (1,5-2,0 млн. га в целом по России).

Оценка уровня загрязнения почвы антропогенного происхождения и тяжелыми металлами проводятся согласно расчета:

1. Коэффициентов концентрации (K_c) каждого тяжелого металла и загрязнения исходя из соотношения реальной его концентрации к общему фону содержания на обследуемой территории, в кг/мг

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}}, \quad (8)$$

где C , C_{ϕ} – реальное и фоновое содержание каждого обнаруженного тяжелого металла в почве, кг/мг;

2. После определения коэффициента содержания в почве концентрации каждого тяжелого металла определяется их суммарный показатель загрязнения почв, который дает общую оценку вредного воздействия всей группы элементов согласно формулы:

$$Z_c = \sum K_{ci} + \dots + K_{cn} - (n-1), \quad (9)$$

где K_{ci} и K_{cn} – коэффициенты концентрации металлов; Z_c – сумма общего.

Отношение общего количества площадей с неудовлетворительным состоянием к общему количеству орошаемых земель в хозяйстве дает качественную оценку орошаемых земель согласно расчета по формуле

$$N_{op} = \frac{S_{н.ор}}{S_{op}} \times 100\% \quad (10)$$

где $S_{н.ор}$. – площади неудовлетворительного состояния;

S_{op} – общеплощади орошения.

При отсутствии фактических опытных данных регионально фонового содержания химических элементов в почве используют справочные данные (таблица 4).

Таблица 4 - Справочные данные фонового содержания тяжелых металлов в почве Тюменской области, мг/кг

Почвы	Элементы						
	Cd	Pb	Zn	Ni	Cu	Co	S
Бурые лесные глеев.	0,52	34,5	35,2	18,8	8,0	22,3	7,40
Бурые лесные тяж.сугл.	0,43	32,6	37,5	18,4	9,3	17,4	7,19
Бурые лесные ср.сугл.	0,41	26,9	35,6	19,2	11,1	15,3	7,14
Буро-подзолистые глеев.	0,54	34,6	35,6	26,2	9,3	25,8	16,27
Буро-подзолистые тяж.сугл.	0,50	34,3	34,4	21,0	9,3	20,2	10,61
Буро-подзолистые ср.сугл.	0,44	29,6	32,0	16,4	7,1	17,8	8,58
Лугово-бурые глееватые	0,52	32,6	31,1	19,5	8,9	20,2	7,62
Лугово-бурые оподзол. тяж.сугл.	0,42	27,5	31,4	17,9	9,9	15,2	9,75
Лугово-глеевые тяж.сугл.	0,41	24,9	51,8	21,2	12,9	15,6	10,12
Остаточно-пойменные ср.сугл.	0,38	19,2	53,3	30,8	10,8	18,2	9,02
Остаточно-пойменные лг.сугл.	0,45	24,6	35,2	29,7	12,2	20,1	8,59

Полученный суммарный показатель загрязнения почвы на реальном участке сравнивают с нормативной шкалой оценки загрязнения, где представлены четыре категории загрязнения: допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная (табл.5).

Таблица 5 – Шкала оценки почв сельскохозяйственного назначения по загрязнению химическими веществами

№ п/п	Суммарный показатель загрязнения Z _n	Категория загрязнения	Загрязненность по ПДК	Возможное использование	Необходимые мероприятия
1	2	3	4	5	6
1	<16	допустимая	загрязнено выше фонового, но ниже ПДК	под любые культуры	Снижение уровня источников загрязнения
2	16,1-32,0	умеренно опасная	загрязнение выше ПДК по некоторым показателям	под любые культуры при контроле качества продукции	Снижение уровня источников загрязнения, контроль верхних и подземных вод
3	32,1-128,0	высоко опасная	загрязнение выше ПДК по лимитирующим транслокационным показателям	под технические культуры без получения продуктов питания и кормов при содержании в них веществ выше ПДК	Снижение уровня источников загрязнения, контроль верхних подземных вод, обязательный контроль продукции, ограничения использования на корм скоту
4	>128	чрезвычайно опасная	содержание химических веществ превышает ПДК по всем показателям	исключают из сельскохозяйственного использования	Все мероприятия по снижению токсикантов и их связыванию в почвах, контроль за содержанием токсикантов в почве, атмосфере, водах

9.3 Практическая работа 3

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ТЕРРИТОРИИ

Комплексная оценка территории конкретного хозяйства становится возможна только при учете технологических свойств каждого объекта, а именно:

- энергоемкость почв (сопротивляемость почвогрунтов обрабатываемых орудием производства);
- состояние рельефа по крутизне склонов;
- каменистости обрабатываемых почво-грунтов;
- контурность отдельных участков;
- местоположения территории по ее удаленности от хозяйственных центров;
- площади бросовых, нарушенных, эрозионно-опасных и загрязненных земель;
- высоты над уровнем моря (особенно для предгорных и горных зон).

При кадастровой оценке конкретных объектов при расчете необходимых затрат R_a рассчитывается обобщенный показатель (индекс) технологических свойств объекта оценки по отношению к эталонным (базовым) условиям. За эталонные (базовые) условия оценки приняты:

- по контурности и энергоемкости – 100;
- по рельефу и контурности – 1,00;
- местоположение объекта характеризует средневзвешенное расстояние до пунктов реализации и баз снабжения с учетом объемов и классов груза и качества (группы) дорог.

Общую эколого-хозяйственную оценку в конкретном хозяйстве можно получить на основе расчета индексов антропогенного воздействия исходя из состава и удельного веса каждого вида угодий и ранга их антропогенного преобразования согласно таблицы 1.

Таблица 1 – Расчет антропогенного воздействия на территорию

№ п/п	Вид угодий (экосистем)	Ранг антропогенного преобразования	Удельный вес от общей площади земельного фонда (%)	Индексы антропогенного преобразования
1	2	3	4	5
1	Леса лиственные, охраняемые территории, заповедники	1		
2	Кустарники, парки, лесные (хвойные) экосистемы	2		
3	Залежи, многолетние травы	3		
4	Сенокосы и пастбища в хорошем состоянии	4		
5	Сенокосы и пастбища в удовлетворительном состоянии	5		
6	Плодовые сады и ягодники	6		
7	Пашня, полевые экосистемы	7		
7а	Орошаемые земли	7,5		
8	Малозатраженные урбосистемы	8		
9	Многозатраженные урбосистемы	9		
10	Свалки, оползни, пески, овраги, дороги	10		
	Итого			

На основе рассчитанных индексов определяется сумма антропогенного воздействия на территорию конкретного хозяйства, что позволяет найти степень ее антропогенного влияния согласно принятой шкалы антропогенного преобразования приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Шкала степени антропогенного преобразования

№ п/п	Суммарный индекс антропогенного преобразования	Степень антропогенного преобразования территории
1	100	очень слабая
2	101-250	слабая
3	251-400	умеренная
4	4001-550	средняя
5	551-700	высокая
6	701-900	очень высокая
7	более 900	катастрофическая

В рыночных условиях нормативные акты последних лет под воздействием возрастающих экологических требований ограничивают распаханность территории и сокращение площадей пашни до экологически допустимых пределов от 40% до 70% в зависимости от зональных условий (табл. 3).

Таблица 3 – Шкала экологической оценки территорий

№ п/п	Удельный вес пашни в составе угодий, %	Степень распаханности	Экологическая оценка
1	До 10	очень слабая	удовлетворительная
2	11-20	слабая	удовлетворительная
3	21-40	умеренная	напряженная
4	41-60	средняя	напряженная
5	61-80	сильная	критическая
6	Свыше 80	очень сильная	критическая

Качественную характеристику площади пашни и технической нарушенности территории земельного фонда позволяют соответственно получить определение коэффициентов напряженности при отношении неблагоприятных земель к площади пашни (N) и коэффициента технической нарушенности земель ($K_{т.н.}$) площади земельного фонда согласно формулам:

$$N = \frac{S_{н.з.} + S_{з.з.} + S_{эоу}}{S_{пашни}}$$

$$K_{т.н.} = \frac{S_{н.з.} + S_{з.з.} + S_{эоу} + S_{б.з.}}{S_{зем.фонд}}$$

где $S_{н.з.}$ – площадь нарушенных земель, га;

$S_{б.з.}$ – площадь бросовых земель, га;

$S_{з.з.}$ – площадь загрязненной территории, га;

$S_{эоу}$ – площадь эрозионно-опасных земель, га

9.4 Практическая работа 4

РАСЧЕТ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЕЕ СОСТОЯНИЕ

Цель работы: Изучить существующие методы расчета комплексных показателей экологического состояния территорий. Знать общие цели расчета комплексных показателей и их характеристику, уметь применять их при решении практических заданий.

Теоретическая часть. Для сравнительного анализа экологического состояния среды и уровня антропогенного воздействия на нее часто пользуются комплексными показателями, характеризующими ее отдельные блоки: население, производственный потенциал, экосистемы, антропогенное воздействие.

Эти показатели могут иметь самостоятельное значение, и вместе с тем могут быть связаны между собой. Мощность техногенных потоков влияет на экологическую поражаемость населения и состояние экосистем, а объем затрат на экологическую безопасность непосредственно связан с численностью населения и производственным потенциалом территории.

Таким образом, указанные показатели находятся в одном информационном поле и допускают перекрестный контроль состояния территории. Применение этих показателей оценки позволяет определить основные направления экологической политики.

Кроме того, такие показатели как индексы устойчивости экосистем (ИУЭ), превышения предельно допустимой техногенной нагрузки (ПДТН), индекса демографической напряженности (ИДН) используются в качестве критериев экологической безопасности территорий.

Количественное выражение плотности и поражаемости населения территории осуществляется с помощью нескольких показателей и их относительной значимости. Численные значения (коэффициенты) эмпирически подобраны на основании сопоставления демографических характеристик и заболеваемости в нескольких контрастных по этим параметрам территориям.

Для количественных расчетов критерий обозначен как **индекс демографической напряженности (ИДН)**. Фактическая величина ИДН для конкретной территории рассчитывается по формуле

$$ИДН = Y \cdot \lg p (0,1Z - 2P + C) \cdot C_o^{\frac{1}{2}} \cdot \mu \quad (1)$$

где Y – степень урбанизации территории: доля площади территории (от 0 до 1), занятая застройкой городского типа, промышленными объектами и коммуникациями;

p – плотность населения, чел./км²;

Z – общая годовая заболеваемость населения (на 1000 чел.);

P – рождаемость (на 1000 чел.);

C – общая смертность (на 1000 чел.);

C_o^2 – детская смертность (на 1000 чел.); $\mu = 10^{-4}$, масштабный множитель, при котором ИДН = 1.

Если сравниваемые территории характеризуются близкими значениями плотности населения, общей заболеваемости и степени урбанизации можно пользоваться для расчета ИДН упрощенной формулой:

$$ИДН = ((16 - 2P + C)/5000) \cdot C_o^2 \quad (2)$$

Производственный потенциал территории можно оценить путем расчета **индекса промышленной нагрузки (ИПН)**, выраженного через годовой объем производства Π , среднегодовые основные производственные фонды промышленности Φ и площадь урбанизированной территории T_y .

$$ИПН = (\Pi + \Phi)/T_y \quad (3)$$

Устойчивость экосистем сопряжена с климатическими факторами и водным режимом территории. Энергетическое выражение **индекса устойчивости экосистем (ИУЭ)** рассчитывается по формуле:

$$ИУЭ = ПБМ_3 \cdot \frac{УБП_э}{R_n} \quad (4)$$

где $ПБМ_3$ – энергетическое выражение плотности размещения биомассы;

$УБП_э$ – энергетическое выражение удельной биопродуктивности;

R_n – энергия поглощенной радиации.

Поглощенная солнечная радиация – часть суммарной солнечной радиации, которая поглощается земной поверхностью и идет на нагревание верхних слоев почвы, воды, снежного покрова. Перевод значений сухого вещества фитомассы и ее продукции в их энергетические выражения осуществляется путем умножения их на коэффициент 15275 МДж/т (1 тонна сухого вещества фитомассы соответствует в среднем 15275 МДж).

Данный индекс отражает степень устойчивости наземных экологических систем к воздействию антропогенных факторов. Чем ближе значения индекса к единице, тем более устойчивы наземные экосистемы, и наоборот. Природные комплексы территорий по степени устойчивости к антропогенным воздействиям могут быть проранжированы от неустойчивых до высокоустойчивых (табл.1).

Эргодемографический индекс (ЭДИ). Такой энергетический подход используется для сравнения природных и производственных потенциалов территории, так как вариабельность природно-производственных комплексов в значительной мере определяется, с одной стороны, плотностью населения и техногенной насыщенностью территории, а с другой, - принадлежностью к природно-климатической зоне. ЭДИ рассчитывается по формуле:

$$ЭДИ = 1 + \frac{0,01 \cdot \rho \cdot \varepsilon}{\rho_0 \cdot R_c S} \quad (5)$$

где ρ – плотность населения территории, чел/км²;

ρ_0 – средняя плотность населения страны (для РФ – 8,5 чел/км²);

R_c – суммарная солнечная радиация на данной территории, ккал/см²год;

S – площадь территории, км²;

E – общий расход топлива, горючего и топливных эквивалентов электроэнергии в территории, тут/год (тут – тонна условного топлива, соответствующая примерно количеству тепла, выделяемого при сгорании одной тонны высококачественного каменного угля, 1 тут=29,3 • 10⁹ Дж).

В свою очередь, ε рассчитывается по формуле

$$\varepsilon = 123Э + 143T + 0,85U + 1,1Г + 1,5Ж + 0,38Д \quad (6)$$

где $Э$ – потребление на территории электроэнергии, полученной от местных нетопливных источников (ГЭС, АЭС) или импортированной из соседних территорий (млн. кВт·ч/год);

T – импортированная тепловая энергия (тыс. Гкал/год);

U – сжигание угля в топках на территории (т/год);

$Г$ – сжигание газа (тыс. м³/год);

$Ж$ – сжигание жидкого топлива (мазут, дизтопливо, бензин и др.) стационарными и мобильными потребителями (т/год);

$Д$ – сжигание растительного топлива и торфа (т/год).

Таблица 1 – Классификация экосистем по степени устойчивости

Класс устойчивости экосистем	Индекс устойчивости экосистем
Неустойчивые	до 0,10
Слабоустойчивые	0,11 - 0,20
Умеренно устойчивые	0,21 - 0,30
Среднеустойчивые	0,31 - 0,40
Высокоустойчивые	более 0,40

В зависимости от конкретных условий ЭДИ может варьировать в пределах нескольких порядков, что позволяет довольно отчетливо классифицировать различные территориальные комплексы. В таблице 2 представлена классификация территорий, основанная на таком подходе.

Таблица 2 – Типы эколого-экономических систем и эргодемографические индексы территорий с различной степенью хозяйственного освоения

Тип ЭЭС	Краткое описание территориального комплекса	ЭДИ
1	Заповедники, государственные природные заказники, национальные парки; малонаселенные хозяйственно неосвоенные территории	0-5
2	Районы без крупных населенных пунктов, лесное и сельское хозяйство, имеются значительные площади непреобразованных ландшафтов	5-10
3	Небольшие города и поселки с перерабатывающей промышленностью местного значения: в окрестностях - сельскохозяйственные территории с преобладанием площади агроценозов	10-50
4	Преимущественно аграрные или лесохозяйственные территории с наличием единичных крупных объектов энергетики, добывающей или перерабатывающей промышленности; вахтовые поселки	50-100
5	Средний город с крупными промышленными предприятиями небольшого числа отраслей и с отчетливым функциональным зонированием территории; в окружении аграрного или аграрно- лесного ландшафта	100-300
6	Крупный город с многоотраслевым промышленным узлом, интенсивными транспортными магистралями в окружении лесного или аграрно-лесного ландшафта	300-500
7	Очень крупный промышленный центр с большой концентрацией различных отраслей индустрии и транспорта, без отчетливого зонирования территории и с индустриально преобразованным окружающим ландшафтом	500-1000

Примечание. Классификация относится к территориям с площадью от 500 до 2000 км².

Практические задания

Задача 1. Рассчитайте индексы демографической напряженности (ИДН) и устойчивости экосистем (ИУЭ) для трех вариантов, представленных в таблице 3.

Таблица 3 – Варианты заданий к расчету ИДН и ИУЭ

№	Параметры	Варианты					
		1	2	3	4	5	6
Структура территории							
1	Общая площадь, км ²	222,3	1670,8	781,4	2161,1	802,3	1726,3
2	Селитебные, транспортные и промзоны, км ²	49,6	188,8	248,5	248,5	123,6	110,5
3	Леса и насаждения, км ²	71,6	524,6	190,7	1004,9	273,6	944,4
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	70,5	902,0	312,5	721,8	318,5	600,6

Население							
5	Население, тыс. чел.	342,6	55,91	159,1	157,17	124,54	106,1
6	Процент городского населения, %	95,2	48,6	77,0	65,2	70,8	73,7
7	Рождаемость, на 1000 чел.	9,4	11,1	11,8	10,5	9,8	1-1,4
8	Смертность, на 1000 чел.	10,8	13,7	11,7	12,7	11,2	15,7
9	Детская смертность, на 1000 чел.	14,9	16,0	15,9	18,8	11,1	14,0
10	Общая заболеваемость, на 1000 чел.	920	960	950	980	890	970
Энергетика							
11	Годовое потребление энергии, тыс. тут*	563	90	5238	616	251	257
Экосистемы							
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс. т	933	6897	2656	12349	3606	13855
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	96	880	342	1221	374	1293
14	Поглощенная радиация, ПДж/год **	577	4177	2030	5402	2085	4660
Воздушная среда							
15	Биопродукция O_2 , тыс. т/год	109	1000	388	1387	425	1469
16	Потребление O_2 , тыс. т/год	1192	197	11360	1315	546	568
17	Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	14,6	1,8	1507,2	38,6	3,7	6,3
Водная среда							
18	Речной сток и проток, млн m^3 /год	40	624	2243	1477	212	275
19	Объем поверхностных вод, km^3	0,05	0,64	1,82	1,25	0,23	0,26
20	Водозабор, млн. m^3 /год	34	19	79	37	22	22
21	Загрязненные стоки, млн. m^3 /год	1	6	39	21	15	2
Климатические характеристики							
22	Суммарная солнечная радиация, $kcal/cm^2 \cdot год$	70	76	88	78	85	94
23	Радиационный баланс, $kcal/cm^2 \cdot год$	28	34	40	29	35	42
24	Годовое количество осадков, мм	500	630	680	650	540	570
25	Средняя скорость ветра, м/с	2,3	3,8	4,5	2,0	4,6	3,7

Продолжение табл. 3

№	Параметры	Варианты					
		7	8	9	10	11	12
Структура территории							
1	Общая площадь, км ²	2000,1	954,7	1294,5	628,5	1985,2	1098,8
2	Селитебные, транспортные и промзоны, км ²	268,1	78,3	173,4	106,2	131,0	183,5
3	Леса и насаждения, км ²	870,0	103,1	639,5	52,1	823,8	287,9
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	692,0	697,9	372,8	441,8	1015,2	536,2
Население							
5	Население, тыс. чел.	239,70	45,38	126,35	79,52	143,24	207,71
6	Процент городского населения, %	78,5	39,9	55,9	75,9	77,7	80,6
7	Рождаемость, на 1000 чел.	11,5	12,9	10,1	10,1	10,8	10,2
8	Смертность, на 1000 чел.	10,9	14,4	11,7	12,6	13,8	12,8
9	Детская смертность, на 1000 чел.	20,6	6,8	13,3	11,2	16,7	18,9
10	Общая заболеваемость, на1000 чел.	1010	890	920	930	989	1008
Энергетика							
11	Годовое потребление энергии, тыс. туг*	933	79	255	3821	440	2814
Экосистемы							
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс. т	11868	1758	7873	941	10263	3895
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	1127	497	734	304	1179	553
14	Поглощенная радиация, ПДж/год	5000	2626	3237	1695	4764	2967
Воздушная среда							
15	Биопродукция O ² , тыс. т/год	1280	564	833	345	1339	628
16	Потребление O ² , тыс. т/год	2088	177	543	11920	985	6275
17	Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	14,8	0,8	3,7	212,6	22,4	178,7
Водная среда							
18	Речной сток и проток, млн. м ³ /год	388	4800	574	3746	715	2440
19	Объем поверхностныхвод, км ³	0,38	2,73	0,62	1,84	0,57	1,22
20	Водозабор, млн. м ³ /год	55	12	28	839	40	66
21	Загрязненные стоки, млн.м ³ /год	36	6	19	16	33	1
Климатические характеристики							
22	Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² ·год	70	77	86	98	78	83
23	Радиационный баланс, ккал/см ² ·год	29	32	38	42	30	38
24	Годовое количество осадков, мм	600	500	700	630	550	640
25	Средняя скорость ветра,м/с	2,0	3,1	2,5	4,2	2,4	4,3

Задача 2. Пользуясь данными Федеральной службы государственной статистики по РТ, схемами территориального планирования муниципальных районов РТ и генеральными планами населенных пунктов, заполните таблицы 4-5 исходными данными по динамике площадей урбанизированных территорий и годового объема промышленного производства для указанных муниципальных образований и рассчитайте индекс промышленной нагрузки (ИПН) в разрезе Тюменская область и ее административных районов. Постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Таблица 4 – Площадь урбанизированной территории, км²

Территория	Годы				
	2000	2005	2010	2015	2020
Тюменская область					
Абатский район					
Армизонский район					
Аромашевский район					
Бердюжский район					
Вагайский район					
Викуловский район					
Голышмановский район					
Заводоуковский район					
Исетский район					
Ишимский район					
Казанский район					
Нижнетавдинский район					
Омутинский район					
Сладковский район					
Сорокинский район					
Тобольский район					
Тюменский район					
Уватский район					
Упоровский район					
Юргинский район					
Ялуторовский район					
Ярковский район					

Таблица 5 – Годовой объем промышленного производства, млн. руб.

Территория	Годы				
	2000	2005	2010	2015	2020
Тюменская область					
Абатский район					
Армизонский район					
Аромашевский район					
Бердюжский район					
Вагайский район					
Викуловский район					
Голышмановский район					
Заводоуковский район					
Исетский район					
Ишимский район					
Казанский район					
Нижнетавдинский район					
Омутинский район					
Сладковский район					
Сорокинский район					
Тобольский район					
Тюменский район					
Уватский район					
Упоровский район					
Юргинский район					
Ялуторовский район					
Ярковский район					

Задача 3. Рассчитайте эргодемографический индекс и определите тип природно-антропогенной системы (табл. 4) для трех вариантов, представленных в табл. 5. Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы. Принять среднюю плотность населения страны равной 8,5 чел/км².

9.5 Практическая работа 5

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

Цель работы: Изучить существующие подходы к оценке техногенного загрязнения среды.

Теоретическая часть. Техногенное загрязнение – загрязнение природной среды под воздействием производственной деятельности человека. Различают химические, физические (тепловые, радиационные, шумовые, вибрационные, электромагнитные), механические, биологические, информационные и другие виды загрязнений. Влияние деятельности человека на природу ощущается практически везде. Источники техногенного загрязнения разнообразны и определяются спецификой промышленных предприятий.

Любая оценка техногенного воздействия на окружающую среду имеет смысл лишь в контексте изменений ее качества, влияющего на биосферу и здоровье человека. Правильная оценка такого воздействия является первым шагом в разработке адекватных мер предотвращения или уменьшения нежелательного уровня такого воздействия. Общая схема оценки техногенного воздействия на окружающую среду представлена на рис.1.

Антропогенное воздействие на воздушный бассейн включает выбросы вредных веществ в атмосферу и изъятие кислорода. Оценку воздействия предлагается проводить с помощью *индекса загрязнения воздуха ($ИЗ_{воз}$)*, использующегося для сравнения территорий. $ИЗ_{воз}$ определяется по формуле:

$$ИЗ_{воз} = 0,001 \left(\frac{P_0}{B_0} + \frac{A}{T} \right)$$

где P_0 – энергетическое потребление кислорода в территории (тыс. т/год),

B_0 – биопродукция кислорода на территории (тыс. т/год),

A – годовая сумма вредных выбросов в атмосферу от стационарных источников (т/год),

T - площадь территории (км^2).

Воспроизводство кислорода растительным покровом (биопродукция кислорода) территории рассчитывается по формуле:

$$B_0 = 1,45 (S_{\text{лес}} * P_{\text{лес}} + S_{\text{с/х}} * P_{\text{с/х}} + S_{\text{паст}} * P_{\text{паст}} + S_{\text{ГЗН}} * P_{\text{ГЗН}}) \quad (1)$$

где $S_{\text{лес}}$ – площадь лесов,

$S_{\text{с/х}}$ – площадь сельхозугодий,

$S_{\text{паст}}$ – площадь пастбищ,

$S_{\text{ГЗН}}$ – площадь городских зеленых насаждений,

$P_{\text{лес}}$ – продуктивность лесов (10–15 т/га в год),

$P_{\text{с/х}}$ – продуктивность сельхозугодий (5–6 т/га в год),

$P_{\text{паст}}$ – продуктивность пастбищ (4–5 т/га в год),

$P_{\text{ГЗН}}$ – продуктивность городских зеленых насаждений (0,8–1 т/га в год),

1,45 – коэффициент перевода биопродуктивности к свободному кислороду.

Формула 1 учитывает расход кислорода флорой и фауной изучаемой территории.

Расход кислорода населением и хозяйством рассчитывается по следующей формуле:

$$P_0 = 2N * P_q + Z * P_n * 365 \quad (2)$$

где 2 – коэффициент, учитывающий потребление кислорода автотранспортом и коммунальными службами

N – численность населения или демографическая емкость территории,

P_q – потребление кислорода одним человеком (0,26 т/год),

Z – объем выпуска продукции предприятиями (ед./сутки),

P_n – потребление кислорода при выпуске единицы продукции.

Сравнив значения B_0 и P_0 , можно сделать вывод о достаточности репродуктивной способности территории по кислороду и выявить компенсирует ли

рассматриваемая территория при данном уровне населения и развитии хозяйства потери кислорода.

Воздействие на водные объекты оценивается с помощью **индекса техногенной нагрузки на водные ресурсы ($ИН_{вод}$)**:

$$ИН_{вод} = 0,059 \cdot K \cdot M \quad (3)$$

где K – доля изъятия при водозаборе годового дебета природных вод территории – речного стока и протока (в долях единицы),

M – годовой объем загрязненных стоков (млн. м³).

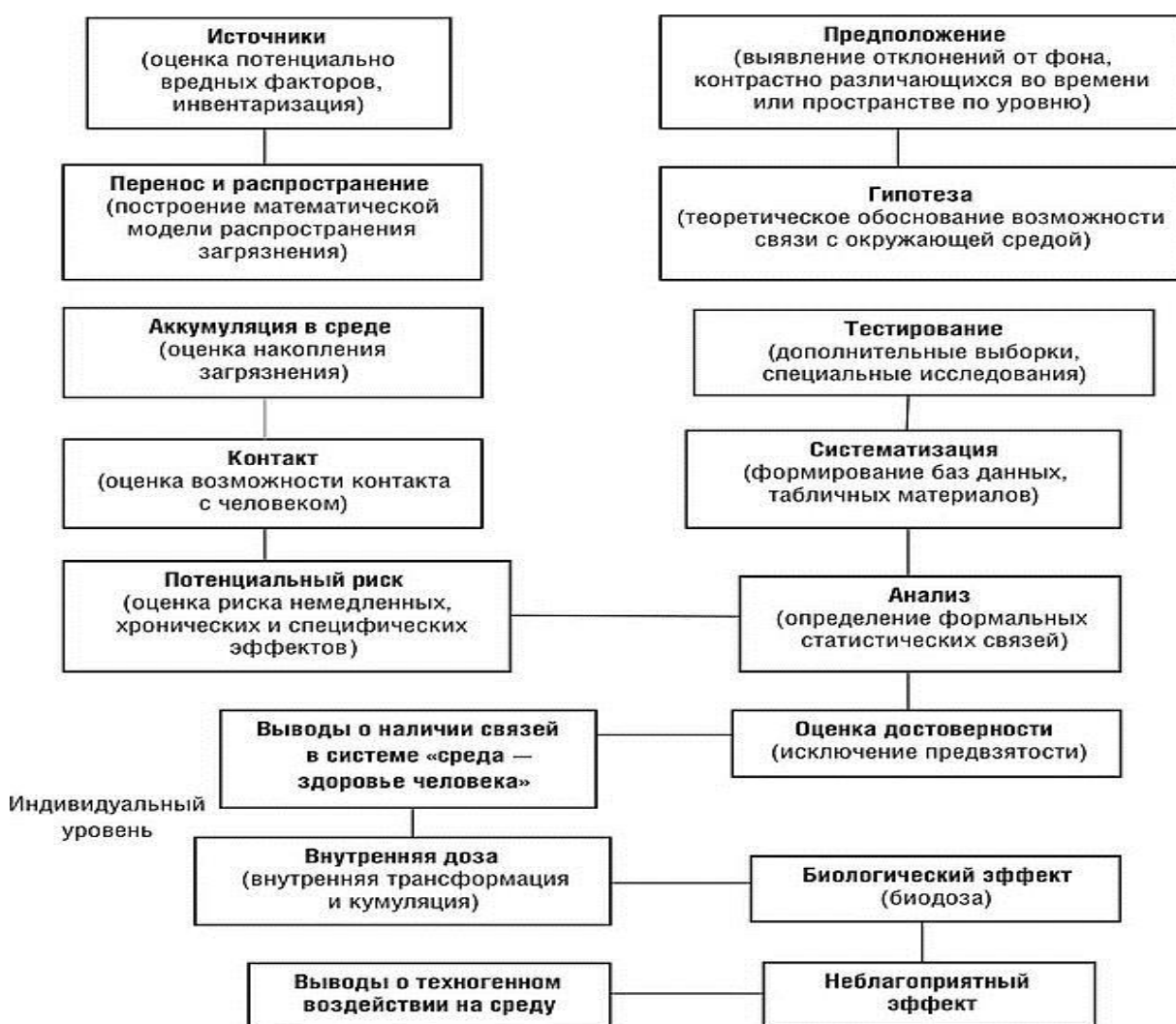


Рисунок 1 – Общая схема оценки техногенного риска.

Практические задания

Задача 1. Рассчитайте индекс загрязнения воздуха ($ИЗ_{\text{воз}}$) и индекс техногенной нагрузки на водные ресурсы ($ИН_{\text{вод}}$) для трех вариантов, представленных в табл. 3 (тема 4). Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Задача 2. Пользуясь данными Федеральной службы государственной статистики по РТ, схемами территориального планирования муниципальных районов РТ, генеральными планами населенных пунктов и материалами из ежегодных Государственных докладов о состоянии окружающей среды в Тюменской области, заполните таблицу 1 исходными данными по продукции и потреблению кислорода для территорий указанных муниципальных образований и определите репродуктивную способность территории по кислороду, сделав вывод о ее достаточности или недостаточности. Спрогнозируйте дальнейшее экономическое и экологическое развитие территорий.

Таблица 1. Исходные данные для расчета репродуктивной способности территории по кислороду

Территория	Площади продукции O_2 , $км^2$				Показатели потребления O_2		
	площадь лесов	площадь с/х угодий	площадь пастбищ	Площадь городских зеленых насаждений	численность населения, тыс. чел	объем пром. выпуска продукции, ед.	потребление O_2 при выпуске ед. продукции
Абатский район							
Армизонский район							
Аромашевский район							
Бердюжский район							
Вагайский район							
Викуловский район							
Голышмановский район							
Заводоуковский район							
Исетский район							
Ишимский район							
Казанский район							

Нижнетавдинский район							
Омутинский район							
Сладковский район							
Сорокинский район							
Тобольский район							
Тюменский район							
Уватский район							
Упоровский район							
Юргинский район							
Ялуторовский район							
Ярковский район							

9.6 Практическая работа 6

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Цель работы: Получение практических навыков определения показателей экологической емкости территорий.

Теоретическая часть. Понятие емкости территории используется при проектировании хозяйственного освоения и заселения территорий, для регламентации хозяйственной деятельности с целью обеспечения совместимости ее с окружающей средой (экологического равновесия). Экологическое равновесие наблюдается в том случае, если соблюдаются предельно допустимые антропогенные нагрузки на окружающую природную среду, которые устанавливаются через емкость территории.

Полная экологическая емкость территории – количественная способность ландшафта удовлетворять потребности населенных мест без нарушения экологического равновесия. Она определяется, во-первых, объемами основных природных резервуаров - воздушного бассейна, совокупностью водоемов и водотоков, земельных площадей и запасов почв, биомассы флоры и фауны, во-вторых, мощностью потоков биогеохимического круговорота, обновляющих содержимое этих резервуаров, скоростью местного атмосферного газообмена, пополнением объемов чистой воды, процессов почвообразования и продуктивности биоты.

В экологическую емкость территории входят:

- демографическая емкость.
- репродуктивный потенциал биоты.
- экологическая техноемкость территории.

Демографическая емкость территории – максимальное количество жителей, которые могут проживать на определенной территории при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия. Демографическая емкость оценивается по наличию земель, пригодных для промышленного и гражданского строительства, водных и рекреационных ресурсов, по условиям организации пригородной агропромышленной базы.

Демографическая емкость определяется исходя из наименьшего значения частных демографических емкостей. Сравнив соотношение частных демографических емкостей территории (D_1-D_6), определяют наименьшую из них, являющуюся лимитирующей, значение которой определяет экологически оптимальное число жителей для данной территории.

Частные демографические емкости:

1. По наличию территории:

$$D_{T1} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot 1000}{H} \quad (1)$$

где D_{T1} – частная демографическая емкость,

S_i – территория, имеющая наиболее благоприятные условия для проживания, га,

H – потребность в территории для 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы (для сельскохозяйственных зон с высокой потребностью в частных наделах H составляет 30-40 га, для промышленных районов $H = 20-30$ га).

2. По обеспеченности водными ресурсами D_w (складывается из запасов подземных и поверхностных вод):

$$D_w = D_2 + D_3 \quad (2)$$

где D_2 – частная демографическая емкость по запасам поверхностных вод, чел., D_3 – то же по запасам подземных.

$$D_2 = \sum_{i=1}^n \frac{1000 \times K \times Q_i}{B_{пов}} \quad (3)$$

$$D_3 = \sum_{i=1}^n \frac{E_i \times S_i \times 1000}{B_{подз}} \quad (4)$$

где Q – сумма расходов воды в водотоках на входе в территорию, м³/сут,

K – коэффициент разбавления сточных вод водой (для северных районов – 0,1, для южных – 0,25),

$B_{пов.}$ – нормативная обеспеченность водой поверхностных источников 1 тыс. жителей в сутки на нужды бытовые, производственные, рекреационные,

принимается в пределах 1000-2000 м³/сут (в сельскохозяйственных районах с большим числом индивидуальных хозяйств

$B - 2000 \text{ м}^3/\text{сут}$),

E – эксплуатационный модуль подземного стока, м³/(сут*га),

S – площадь территории, га,

$B_{\text{подз.}}$ – нормативная водообеспеченность подземными водами 1 тыс. жителей в экстремальных ситуациях (40 м³/сут) или 0,04 м³/(сут*чел.).

3. По рекреационным ресурсам. Демографическая емкость по организации отдыха в лесу:

$$D_4 = \frac{SF \times 0,5 \times 1000}{HM} \quad (5)$$

где S_s – площадь территорий, благоприятных или ограниченно благоприятных для ведения сельского хозяйства, га,

E – коэффициент, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных угодий под пригородную базу (0,1-1,0),

P – показатель ориентировочной потребности 1 тыс. жителей в землях пригородного сельскохозяйственной базы, га (500-2000 га).

$$D_5 = \frac{2LC \times 1000}{0,5M} \quad (6)$$

где L – протяженность водотоков, пригодных для купания, км,

C – коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей (в лесной зоне 0,5, в степной 0,3), 0,5 – средний норматив потребностей 1 000 жителей пляжах, км,

M – коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды (умеренный климат 0,1-0,15; жаркий, сухой – 0,3-0,4).

4. По условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы

$$D_6 = \frac{S_s E \times 1000}{P} \quad (7)$$

где S_s – площадь территорий, благоприятных или ограниченно благоприятных для ведения сельского хозяйства, га,

E – коэффициент, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных угодий под пригородную базу (0,1-1,0),

P – показатель ориентировочной потребности 1 тыс. жителей в землях пригородного сельскохозяйственной базы, га (500-2000 га).

Экологическая техноемкость территории (ЭТТ) – обобщенная характеристика территории, количественно соответствующая максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств.

Расчет превышения ЭТТ сводится к определению фактической интегральной техногенной нагрузки на определенную территорию или совокупность реципиентов и сопоставлению ее с предельно допустимой техногенной нагрузкой на эту территорию. Расчет ЭТТ основан на эмпирически подтвержденном допущении, согласно которому ЭТТ составляет долю общей экологической емкости территории, определяемую коэффициентом вариации отклонений характеризуемого состояния среды от естественного уровня и его колебаний. Превышение этого уровня изменчивости приписывается антропогенным воздействиям, достигшим предела устойчивости природного комплекса территории.

Если трем компонентам среды обитания – воздуху, воде и земле (включая биоту экосистем и совокупность реципиентов) приписывать индексы соответственно 1, 2 и 3, то ЭТТ может быть приближенно вычислена по формуле:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 \mathcal{E}_i X_i A_i \quad (8)$$

где H_T – оценка ЭТТ, выраженная в единицах массовой техногенной нагрузки (усл. т/год),

$\mathcal{E}_i$ – оценка экологической емкости i -й среды (т/год),

X_i – коэффициент вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде,

A_i – коэффициент перевода массы в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей), усл. т/т.

Экологическая емкость каждого компонента среды рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = V \times C \times F \quad (9)$$

где: V – экстенсивный параметр, определяемый размером территории, площадью (км^2) или объемом (км^3):

- для воздуха $V_1 = S \cdot H$,

где S – площадь территории, км^2 ;

H – приведенная высота слоя воздуха (км), подвергающегося техногенному загрязнению (в зависимости от типа природной геосистемы от 0,01 до 0,05 км);

- для воды V_2 – полный среднегодовой объем всех поверхностных водоемов и водотоков на территории, км^3 ;

- для земли $V_3 = S$

C – содержание (концентрация, плотность) главных экологически значимых субстанций в 1-й среде (т/км^2 или т/км^3):

- для воздуха (содержание кислорода и углекислого газа) $C_1 = 3 \cdot 10^5 / \text{км}^3$;

- для воды $C_2 = 10^9 \text{ т/км}^3$;

- для земли C_3 – плотность поверхностного распределения сухого вещества биомассы на территории, т/км^2 ;

F – скорость кратного обновления объема или массы среды, $(\text{год})^{-1}$:

- для воздуха $F_1 = 55896v/\sqrt{S}$, где v – годовая средняя скорость ветра, м/с ;

- для воды $F_2 = (0,0315 \cdot f + 3 \cdot 10^6 WS) / V_2$,

где f – сумма расходов воды в водотоках при входе в территорию, $\text{м}^3/\text{с}$;

W – среднее годовое количество осадков, мм ;

- для биоценозов территории $F_3 = P_\phi / B$,

где P_ϕ – средняя годовая продукция сухого вещества биомассы, т/год ;

$B = C_3 \cdot V_3$ – среднегодовая биомасса сухого вещества, т .

Значения коэффициента вариации X :

- для воздуха (естественные колебания содержания кислорода и углекислого газа в атмосферном воздухе) $X_1 = 3 \cdot 10^{-6}$;
- для воды равнинных рек и озер $X_2 = (4 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$;
- для биоты на основании данных о дисперсиях продукции биоценозов;

в зависимости от типа биоценозов изменяется от 0,03 до 1: $X_3 = 0,43 \cdot F_3$

Суммарная предельно допустимая техногенная нагрузка (ПДТН) определяется из условия сохранения целостности экосистем и качества среды путем преобразования солнечной энергии для процессов самоочищения, и регенерации.

Энергетический эквивалент суммарной ПДТН рассчитывается по формуле:

$$\text{ПДТНЭ} = k_{\text{ан}} \cdot (72R + 123 W + 0,6 P) S - k_e N \quad (11)$$

где $k_{\text{ан}}$ – коэффициент, учитывающий антропогенную насыщенность территории ($k_{\text{ан}} = 1 + \lg(\text{ЭДИ})$, где ЭДИ – эргодемографический индекс);

R – радиационный баланс территории, ккал/(см²*год);

W – средний модуль поверхностного стока, м³/(га*сут) (при отсутствии прямых указаний для большинства районов $W \sim 0,01w$, где w годовое количество осадков, мм);

P – удельная продукция сухого вещества биомассы, т/(км²*год) ($P = P_v/S$);
 k_e – нормативный минимум бытового расхода энергии на одного человека, туг/(чел.*год) (в зависимости от климатических условий в пределах СНГ k_e изменяется от 0,5 до 1,5, в среднем для Тюменской области можно принять $k_e = 1$ туг/(чел.*год));

N – общая численность населения территории, чел.

Практические задания

Задача 1. Определите демографическую емкость территории для трех вариантов, представленных в табл. 3 (практическая работа 4). Создайте таблицу

исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы. Расчеты выполнять для частных демографических емкостей D1, D2, D4, D6. При расчетах принять следующие величины:

- Н – потребности в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы равной 35 га;

- К – коэффициента разбавления сточных вод водой равной 0,1;

- Впов – нормативной обеспеченности водой поверхностных источников 1 тыс. жителей в сутки на бытовые, производственные и рекреационные цели равной 1500 м³/сут;

- Кз.з – коэффициента, учитывающий зеленые зоны городов равной 0,4;

- М – коэффициента распределения отдыхающих в лесу равной 0,3;

- Е – коэффициента, учитывающий возможность использования сельскохозяйственных угодий под пригородную базу равной 0,5;

- Р – показателя ориентировочной потребности 1 тыс. жителей в землях пригородной сельскохозяйственной базы равной 1250 га.

Задача 2. Рассчитайте экологическую техноемкость территории для трех вариантов, используя данные табл. 3 (практического работа 4). Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы. При расчетах принять следующие величины:

- Н – приведенную высоту слоя воздуха, подвергающегося техногенному загрязнению равной 0,02 км;

- Х – коэффициента вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде для воды равнинных рек и озер равным $4 \cdot 10^{-5}$;

- А_і – коэффициента перевода массы в условные тонны для воздуха и земли 0,5, для воды 0,4 усл. т/т.

Задача 3. Определите суммарную предельно допустимую техногенную нагрузку территории для трех вариантов, представленных в табл. 3. (практиче-

ская работа 4). Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы. При расчетах принять следующие величины:

- W – среднего модуля поверхностного стока принять равной $\sim 0,01w$, где w годовое количество осадков, мм;

- k_e – нормативного минимума бытового расхода энергии на одного человека равной 1 тут/(чел.*год).

Словарь терминов

Автоморфные почвы – Почвы автономных ландшафтов, существующие в условиях хорошей аэрации. Это почвы атмосферного увлажнения на хорошо дренированных формах рельефа, глубина грунтовых вод – более 6 м.

Агроландшафт – Техногенная ландшафтно-геохимическая система, основу которой составляют земледельческие площади и искусственно созданные биотические сообщества. Агроландшафты представляют особый отряд техногенных ландшафтов, важнейшей геохимической характеристикой которого, как и в большинстве природных ландшафтов, служит биологический круговорот атомов, отличающийся от исходных биогенных ландшафтов: запасы и структура фитомассы полностью трансформируются, сильно трансформируется круговорот азота и других биогенных элементов. Главное назначение агроландшафта – производить максимум сельскохозяйственной продукции – вступает в противоречие с загрязнением среды, возникающим в результате химизации и других видов агротехногенеза. Так, основным источником поступления тяжёлых металлов в агроландшафты являются нестандартизованные удобрения, отличающиеся высоким уровнем содержания комплекса металлов. ТМ включаются в местные миграционные циклы и частично выносятся за пределы агроландшафтов. Данные указывают на селективную концентрацию в растениях приоритетных токсикантов (Hg, Cd, Pb). В то же время растения обладают защитным механизмом против высоких концентраций ТМ. Поэтому при экологических оценках агроландшафтов необходимо учитывать видовую биогеохимическую специализацию сельскохозяйственных культур.

Агротехнические методы рекультивации загрязнённых почв – Мероприятия, включающие внесение минеральных удобрений, что ведёт к обеспечению оптимального состояния растений и снижению токсического действия на них загрязняющих веществ. Необходимо выбирать устойчивые к загрязнению

металлами сельскохозяйственные культуры, у которых в пищу используются плоды, так как в репродуктивных органах растений концентрация загрязняющих веществ повышается позже, чем в вегетативных.

Активный ил – масса микроорганизмов, образующихся при аэрировании сточных вод. Он состоит из бактерий, простейших, иногда микроскопических грибов или водорослей, способных эффективно сорбировать, окислять и разрушать органические вещества сточных вод до более простых соединений, используемых клетками для интенсивного размножения.

Антропогенная нагрузка – степень антропогенно-техногенного воздействия на отдельные компоненты природной среды или в целом на ландшафт.

Антропогенная растительность – растительные сообщества (фитоценозы), возникшие под влиянием деятельности человека.

Антропогенная эрозия – разрушение горных пород и почвы поверхностными водами и ветром в связи с неправильным ведением хозяйства (неправильная обработка полей приводит к мощным пыльным бурям и т.д.).

Антропогенное воздействие на природу – прямое и опосредованное (косвенное) влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду.

Антропогенные факторы – факторы, включающие различные формы воздействия человека на отдельные компоненты и природные комплексы. А.ф. могут быть прямыми (истребление, акклиматизация, охрана) и косвенными (вырубка леса, вспашка земель, осушение болот и др.).

Антропогенный рельеф – рельеф земной поверхности, измененный или созданный человеческой деятельностью. Различают стихийно возникший и сознательно созданный А.р. Первый образуется в результате неправильного ведения сельского и лесного хозяйства, горных вырубок, строительства, прокладки дорог и др. Сознательное преобразование рельефа производится при мелиора-

ции (террасирование и обвалование, постройка дренажной и оросительной сети), строительстве (насыпи, выемки, каналы) и др.

Бактериальные удобрения – культура микроорганизмов (бактерий и др.), переводящих органические и трудноусвояемые минеральные вещества в легкоусвояемую растениями форму; искусственное внесение бактерий и др. микроорганизмов повышает плодородие почвы.

Биогенная миграция химических элементов – Определяется двумя противоположными, но взаимосвязанными процессами: 1) образованием живого вещества из элементов окружающей среды; 2) разложением органических веществ. В совокупности эти процессы образуют единый биологический круговорот атомов. Выделяют следующие стадии биогенной миграции: 1) разложение горных пород под влиянием биогенных факторов с образованием растворимых соединений; 2) извлечение из воздуха и водных растворов биогенных элементов и накопление их в организме; 3) накопление, разложение и минерализация отмерших органических остатков. В результате многократного повторения биогенных циклов накопление элементов в верхних горизонтах почв может быть весьма существенным.

Биологическое загрязнение – проникновение в экосистемы или технологические устройства чуждых для них животных и растений. При загрязнении микроорганизмов говорят о бактериологическом загрязнении.

Горные выработки – полости в земной коре, искусственно образовавшиеся при проведении горных разработок в толще полезного ископаемого или пустых пород. Делятся на открытые, проводимые непосредственно на земной поверхности (расчистки, канавы, шурфы и др.), и закрытые, проводимые под поверхностью Земли (штольни, штреки и др.).

Мелиорация (от лат. *melioratio* – улучшение, совершенствование) **ландшафтов** – система мероприятий, направленных на улучшение условий выпол-

нения ландшафтом социально–экономических функций. Различают следующие виды М.: орошение, обводнение, осушение почв, борьба с эрозией, оползнями, укрепление сыпучих песков и т.д.

Мониторинг (англ. *monitoring*, от лат. *monitor* – напоминающий, надзирающий) – постоянное длительное наблюдение, оценка и прогноз состояния природной окружающей среды в связи с хозяйственной деятельностью человека. Различают три вида М.: локальный биоэкологический, или санитарно–гигиенический, региональный геосистемный, или природно-хозяйственный, и глобальный биосферный.

Нарушенные земли – территории, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником негативного воздействия на окружающую среду в связи с изменением рельефа, почвенного покрова, гидрологического режима в результате антропогенной деятельности, а также те территории, которые могут перейти в категорию нарушенных, в результате современного использования, если не проводить мелиорацию.

Радиоактивное загрязнение – форма естественного или искусственного загрязнения, выраженного в превышении естественного радиационного фона и уровня содержания в среде радиационных элементов и веществ.

Радиоактивные отходы – радиоактивные продукты, образовавшиеся в процессе производства или использования ядерного топлива, или любой материал, ставший радиоактивным под действием облучения в результате производства или использования ядерного топлива.

Размещение отходов – складирование отходов на поверхности земли, захоронение их на установленной глубине от поверхности земли.

Регулирование ландшафтов – мероприятия по поддержанию функционирования ландшафтов в заданном человеком или природой режиме.

Самоочищение среды – естественное разрушение или нейтрализация загрязняющих веществ окружающей среды в результате физических, химических и биологических процессов.

Химизация сельского хозяйства – комплекс мероприятий по увеличению урожая растений путем применения химических удобрений, повышения продуктивности животноводства с помощью химических добавок к кормам, а также защиты полезных организмов от вредителей и болезней с помощью пестицидов.

Список литературы

1. Абрамов Н.В. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области / Н. В. Абрамов, Ю. А. Акимова, Л. Г. Бакшеев [и др.]. – Тюмень : Тюменский издательский дом, 2019. – 472 с. – ISBN 978-5-9288-0369-8.
2. Абрамов, Н. В. Морфогенетические особенности черноземных почв Восточной окраины зауральской лесостепи / Н. В. Абрамов, Д. И. Еремин // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 2(44). – С. 62-64.
3. Агрохимия : Учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.]. – Москва : Издательство Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с. – ISBN 978-5-9238-0236-8.
4. Акатьева, Т. Г. Экотоксикология / Т. Г. Акатьева. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – 99 с.
5. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития.- М.: Изд-во РЭА, 1994.
6. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников. Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
7. Букин, А. В. Экология почв : учебное пособие / А. В. Букин. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. – 164 с. – URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2023/bukin-1.pdf>. – Текст : электронный.
8. Букин, А. В. Создание рекультивационной смеси на основе осадка водоподготовки Няганьской ГРЭС и торфа / А. В. Букин, А. С. Моторин, А. В. Игловиков // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 12(60). – С. 70-75.
9. Воробьев А.Е. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты: учебное пособие / А.Е. Воробьев, В.В. Дьяченко, О.В. Вильчинская и др. – 2-е изд., доп. и перераб.– Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 542с.

10. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.
11. Геоэкологическая оценка территории и реабилитация: учебное пособие/под ред. Н.Г.Курамшиной; /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ,2021.
12. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Издательство: МГУ, 2012. ISBN 9785211062115. УДК: 504.3.06; [Электронный ресурс]. - http://www.pochva.com/?book_id=0853&content=3
13. Евтушкова, Е. П. Формирование устойчивого развития муниципальных районов южной лесостепной зоны Тюменской области : монография / Е.П. Евтушкова, Т.В. Симакова, А.А. Матвеева. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 174 с.
14. Звягинцев Д.Г. Биология почв/ Д.Г Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова: Учебник. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 2005. - 445 с, илл. - (Классический университетский учебник). ISBN 5-211-04983-7; [Электронный ресурс]. - http://www.pochva.com/?content=3&book_id=0036
15. Игловиков, А. В. Рекультивация и охрана нарушенных земель : Учебно-методическое пособие / А. В. Игловиков. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2013. – 124 с.
16. Кадермас, И. Г. Экологическая токсикология : Учебное пособие / И. Г. Кадермас, А. В. Синдирева. – Омск : Издательский центр Кан, 2021. – 80 с. – ISBN 978-5-907156-96-8.
17. Ковалева, О. В. Экологические последствия природных стихийных бедствий : учебно-методическое пособие / О. В. Ковалева, Н. В. Санникова, О. В. Шулепова. – Тюмень : Вектор Бук, 2019. – 148 с.
18. Макаров О.А. Проблемы оценки экологических рисков для окружающей среды и населения. М.: МАКС Пресс, 2014, 288 с.

19. Моторин, А. С. Пойменные почвы лесостепной зоны Северного Зауралья / А. С. Моторин, А. В. Букин; ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии. – Новосибирск: Издательство ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2014. – 228 с. – ISBN 978-5-906143-40-2.
20. Моторин, А. С. Водно-физические свойства осушаемых торфяных почв лесостепной зоны Северного Зауралья / А. С. Моторин, А. В. Букин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 5(258). – С. 5-12. – DOI 10.26898/0370-8799-2017-5-1.
21. Околелова, А.А. Экологическое почвоведение: учебное пособие / А.А. Околелова, В.Ф. Желтобрюхов, Г.С. Егорова. - Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2014. - 276 с.
22. Орлов Д.С. Химия почв. Издательство: МГУ, 1985. 376 стр. УДК: 631. [Электронный ресурс]. – http://www.pochva.com/?book_id=0030&content=3
23. Проблемы сельскохозяйственной экологии / А. Г. Незавитин, В. Л. Петухов, А. Н. Власенко [и др.]. – Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 255 с. – ISBN 5-02-031333-5.
24. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика / Под ред. А. П. Хаустова. – М.: РУДН. – 2006.
25. Ренев, Е. П. Внутрипольная и временная вариабельность нитратного азота на полях Западной Сибири / Е. П. Ренев, Д. И. Еремин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12(177). – С. 116-124. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-116-124.
26. Рзаева, В. В. Агротехнический бракераж в земледелии / В. В. Рзаева, Т. С. Киселева, Н. В. Фисунов. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – 140 с. – ISBN 978-5-98346-116-1.

27. Рзаева В.В. Сорные растения Западной Сибири / В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, С. С. Миллер, Т. С. Киселева. – Тюмень : ИД «Титул», 2023. – 100 с. – ISBN 978-5-98249-140-4.
28. Санникова, Н. В. Природопользование : учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Н. В. Санникова, А. В. Игловики, Н. Г. Малышкин. – Тюмень : ООО Издательский дом «Слово», 2017. – 156 с.
29. Середа Л.О. Эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения почвенного покрова промышленных городов / Л.О. Середа, С.А. Куролап, Л.А. Яблонских. - Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – 196 с.
30. Тихановский А. Н. Биологическая рекультивация песчаных карьеров Крайнего Севера / А. Н. Тихановский, А. С. Моторин, А. В. Игловики, А. А. Денисов. – Москва : Издательство "Перо", 2022. – 248 с. – ISBN 978-5-00204-514-3.
31. Уразаев Н.А. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, В.И. Марымов и др. – М.: Колос, 2000. – 368с.
32. Урбоэкология и мониторинг [Электронный ресурс]: учебное пособие/И. С. Коротченко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2021. – 159 с.
33. Уфимцева, М. Г. Дендрология. Учебная практика : учебное пособие / М. Г. Уфимцева, А. В. Букин. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 88 с. – ISBN 978-5-98346-101-7.
34. Федоткин В.А. Обработка почвы в Западной Сибири : Учебное пособие предназначено для студентов, преподавателей, аспирантов. / В. А. Федоткин, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов [и др.]. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – 138 с. – ISBN 978-5-98249-099-5.

35. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Издательство ДальГАУ, 2002. – 101с
36. Шеин Е.В. Курс физики почв. Издательство: МГУ, 2005 г. ISBN: 5211050215. УДК: 631. 432 стр. [Электронный ресурс]. – http://www.pochva.com/?book_id=0150&content=3
37. Шерстобитов, С. В. Практикум по агрохимии : Учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий / С. В. Шерстобитов, Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров. Том 1. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 124 с.
38. Экологическая оценка территории: учебно-методическое пособие по дисциплине «Экологическая оценка территории»; авт.-сост.: Н.Г. Назаров, О.В. Палагушкина. – Казань: КФУ, 2023. – 46 с.
39. Эколого-хозяйственная оценка территории: учебное пособие для обучающихся направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры ФГБОУ ВО Приморская / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА; сост. Н.Н. Пшеничная. – Уссурийск, 2015. – 81 с.

Размещается в сети Internet на сайте ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/bukin-ocenka.pdf>
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ,
доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.
Заказ № 1187 от 13.12.2023; авторская редакция.
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-134-5

