

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. О. РАГИМОВ М. А. МАЗИРОВ Е. М. ШЕНТЕРОВА

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

Практикум



Владимир 2020

УДК 631.4
ББК 40.3
Р14

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
профессор кафедры земледелия и методики опытного дела
Российского государственного аграрного университета – МСХА
имени К. А. Тимирязева
А. И. Беленков

Кандидат биологических наук
доцент кафедры биологии и экологии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Е. Ю. Кулагина

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Рагимов, А. О. Деградация почв и земель : практикум /
Р14 А. О. Рагимов, М. А. Мазиров, Е. М. Шентерова ; Владим. гос.
ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ,
2020. – 159 с.
ISBN 978-5-9984-1174-8

Рассмотрены проблемы деградации почв, обоснована необходимость предупреждения деградационных процессов на ранних стадиях развития. Приведены примеры различных методов оценки деградации почвенного покрова.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата 06.03.02 – Почвоведение и 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 63. Ил. 13. Библиогр.: 25 назв.

УДК 631.4
ББК 40.3

ISBN 978-5-9984-1174-8

© ВлГУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Практическая работа № 1. ПОНЯТИЕ И ВИДЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ	6
Практическая работа № 2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ПО СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ И ЭРОДИРОВАННОСТИ.....	18
Практическая работа № 3. ПОЧВЫ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	30
Практическая работа № 4. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭРОЗИИ ПОЧВ	33
Практическая работа № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕГРАДАЦИИ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БУФЕРНОСТИ ПОЧВ	46
Практическая работа № 6. ИЗВЕСТКОВАНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ КИСЛЫХ ПОЧВ	49
Практическая работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ТОКСИКОЗА ПОЧВЫ.....	57
Практическая работа № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОГО ТОКСИКОЗА	61
Практическая работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ МЕТОДОМ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ	63
Практическая работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ ПО ВЫТЯЖКЕ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	65

Практическая работа № 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ ЭРОЗИОННО ОПАСНОЙ ФРАКЦИИ	68
Практическая работа № 12. РАСЧЕТ ВНЕСЕНИЯ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ	70
Практическая работа № 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ	78
Практическая работа № 14. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ	85
Практическая работа № 15. РАСЧЕТ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА ОЦЕНКИ ПОЧВ	93
Практическая работа № 16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ.....	118
Практическая работа № 17. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ РЕЛЬЕФА. КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛОНОВ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИГОДНОСТЬ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	132
Практическая работа № 18. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АГРОЛАНДШАФТОВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И СЕВООБОРОТОВ	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	152
СПИСОК РЕФЕРАТОВ ПО КУРСУ	154
ПРИЛОЖЕНИЕ	158

Являясь обладателями лучших в мире почв, мы оказались
ныне в тяжелом положении и вынуждены признать
печальное состояние сельского хозяйства...
Найти правильный выход из всех затруднений,
указав точные и практические пути решения упомянутых
проблем, – такова задача, поставленная в настоящее время.
В. В. Докучаев

ВВЕДЕНИЕ

В условиях возрастающей угрозы глобального экологического кризиса антропогенное воздействие на окружающую природную среду продолжает усиливать процессы деградации почв. В современном сельскохозяйственном производстве переход к новым системам обработки почвы, обеспечивающим снижение энергоемкости производства и повышение плодородия почвы, особенно актуален и связан, в том числе с развитием деградационных процессов различного характера, которые провоцируют не только значительное снижение плодородия, но и ухудшение основных показателей, определяющих генетический тип почвы. Поэтому требуются новые методические подходы в вопросах освоения той или иной системы обработки почвы, учитывающие факторы деградации почвенного покрова и обеспечивающие снижение или полное устранение деградационных процессов.

Все виды деградации почв можно условно разделить на четыре взаимосвязанные группы: физическую, биологическую, механическую и химическую. Наблюдения показывают высокую чувствительность почвенного покрова к антропогенному воздействию. Одна из современных проблем – антропогенное изменение почв и разработка мер преодоления агрогенной деградации почв, а также применение таких технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые не допускают подобной деградации.

Первостепенное значение в системе мероприятий, направленных на улучшение почвенного плодородия, имеют почвенные исследования, результаты которых позволяют выявить состояние и динамику плодородия почв, а также определить необходимость и объемы применения агрохимических средств.

Практическая работа № 1

ПОНЯТИЕ И ВИДЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Цель работы: ознакомиться с понятием деградации почв; изучить основные типы деградации почв.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Деградация почв определяется как процесс, снижающий на количественном или качественном уровне реальную или потенциальную способность почвы производить продукты или услуги, и может быть вычислена по формуле

$$D = f(A + B + C + D + E + F),$$

где A – фактор агрессивности климата; B – почвенный фактор; C – фактор рельефа; D – фактор естественной растительности; E – фактор использования земель (антропогенный); F – фактор управления хозяйством.

В настоящее время выделяют следующие **виды деградации почв:** биологическую, химическую, физическую и механическую.

Охрана и рациональное использование почв – это система мероприятий, направленных на защиту, улучшение и рациональное использование земель, увеличение плодородия почв и поддержание устойчивости биосферы в целом.

Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, которые приводят к изменению функции почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель. Постепенное ухудшение качества почвы в результате ухудшения структуры, химических свойств и утраты плодородия и полное разрушение почвы могут происходить как в результате природных явлений (природное изменение условий почвообразования, извержение вулканов, ураганы), так и в результате хозяйственной деятельности человека.

Деградирующими считаются те почвы, в которых устойчивые негативные процессы антропогенного или природного характера привели к снижению продуктивности или качества продукции и соответственно повышению затрат на восстановление уровня производства.

Согласно М. И. Герасимовой, «деградация почв – изменение в функционировании почвенной системы, или в составе и строении твердой фазы, или регуляторной функции почв, имеющее результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека».

Таким образом, **деградация почв** – это вызванный человеком процесс ухудшения и утраты свойств и качества почвы (в пределах элементарного почвенного ареала), результат которого способствует увеличению затрат различного рода ресурсов (энергетических, сырьевых, информационных и пр.) для достижения ранее получаемого количества и качества продукции или расширению ограничений на дальнейшую деятельность человека.

Степень деградации почвы – сравнительный уровень выраженности деградации почвы в целом к фиксированному моменту времени.

Скорость деградации почвы – быстрота изменения степени деградации почвы.

Вид деградации почвы – группа процессов, ухудшающих свойства и качество почвы, имеющая одинаковые общие механизмы осуществления и спектр результатов воздействия.

Число совмещенности – число видов деградации, диагностируемых одновременно в одном типе почвы.

Деградация почв в большинстве случаев идет при комбинированном воздействии природных и антропогенных факторов; при этом антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации природных воздействий. Часто разграничить влияние природных и антропогенных факторов деградации бывает затруднительно.

Потенциальная устойчивость к деградации зависит от способности почв противостоять различным видам природно-антропогенных воздействий, т. е. определяется их составом и свойствами, наличием или отсутствием факторов, защищающих почву от деградации.

Фактическая устойчивость, являющаяся динамической величиной, зависит от чередующихся циклов состояния почв разной продолжительности: пребывание почв под травянистой растительностью (лесом), чередование культур в севообороте, изменение водного режима весной и летом и т. д.

Обратимость деградации почв – это реальная возможность восстановления свойств почв, измененных (или утраченных) в процессе деградации. Обратимость в первую очередь зависит от вида и степени деградации почв. Так, с подкислением, обеднением подвижными формами питания растений можно справиться в относительно быстрые сроки и без особых затрат. А устранение последствий водной и ветровой эрозии, слитообразования при нерациональном орошении, значительной потери гумуса черноземами – крайне сложный дорогостоящий и длительный процесс. При высоких степенях деградации восстановление профилей почв, их нормального функционирования и свойственного им плодородия становится невозможным (в обозримые сроки).

Деградацию почв необходимо рассматривать в контексте деградации агроландшафтов (земель), в том числе почвенного покрова, выделяя физическую, биологическую, геохимическую, гидрогеологическую и гидрологическую деградацию. Эти типы включают соответствующие виды, которые часто сопряжены между собой.

Физическая деградация – плоскостной смыл и линейный размыв, дефляционный снос почвы, расчленение территории оврагами, выход на поверхность почвообразующих и подстилающих пород, усиление сложности и контрастности почвенного покрова, увеличение площади подвижных песков, засыпание и заиливание водоемов и др.

Биологическая деградация – сокращение растительного покрова, уменьшение биологического разнообразия, снижение биологической продуктивности биогеоценозов и агроценозов.

Геохимическая деградация – резкое ослабление биологического и усиление геологического круговорота веществ, повышение минерализации поверхностных и грунтовых вод, засоление территории, обнажение засоленных пород, загрязнение поверхностных вод, воздуха.

Гидрогеологическая деградация – подтопление вследствие подъема грунтовых вод, заболачивание, увеличение неоднородности почвенного покрова вследствие формирования полугидроморфных и гидроморфных почв.

Гидрологическая деградация – обсыхание территории вследствие усиления поверхностного и сокращения грунтового стоков, уменьшения запасов поверхностных и грунтовых вод, затопление.

Степень деградации почв и агроландшафтов оценивают с экологических, социальных и экономических позиций. Первый подход касается изменения экологических функций ландшафтов и почв в процессе деградации; второй связан с изменением социальных, рекреационных, медицинских характеристик. При экономической оценке исходят из расчета возможных затрат на восстановление почвы, земельного угодья до уровня оптимальной продуктивности эталона-аналога.

Явления деградации и полного разрушения почвы можно разделить на несколько основных групп:

1. Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем:

- деvegetация почв (потеря почвами растительного покрова, ведущая к их омертвлению);
- дегумификация почв (потеря почвами гумуса);
- почвоутомление и истощение почв (процессы, происходящие в почвах в результате длительного возделывания одного вида сельскохозяйственных культур).

2. Патологическое состояние почвенных горизонтов и профиля почв:

- отчуждение и выключение почв из действующих экосистем, промышленная эрозия почв (отчуждение почв городами, поселками, дорогами, линиями электропередач и связи, трубопроводами, карьерами, водохранилищами, свалками и т. д.);
- водная и воздушная эрозия (дефляция) почв (разрушение верхних слоев почвы под действием воды и ветра);
- образование бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов (потеря почвой структуры или ее переуплотнение при обработке полей тяжелой техникой при влажности, превышающей «физическую спелость» почв, вторичном осолонцевании черноземных почв, при образовании подпахотного уплотненного горизонта на старых пашнях).

3. Нарушение водного и химического режимов почв:

- сухость и опустынивание почв (результат как общеземного послеледникового процесса опустынивания, так и непродуманной хозяйственной деятельности человека);

- селевые разливы и оползни (результат сведения растительности в горных районах);
- вторичное засоление почв (результат неправильного орошения минерализованными или пресными водами);
- природная и вторичная кислотность почв (кислотность почв ниже оптимальной реакции почв, которая для многих сельскохозяйственных растений находится в интервале рН 5,58; вторичная кислотность возникает в результате выбросов в атмосферу соединений кислот промышленного, транспортного и другого происхождения);
- переосушение почв (результат неправильно проводимых осушительных мелиораций).

4. Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ. Создание водохранилищ сопровождается развитием комплекса негативных процессов, приводящих к деградации почвенного покрова: затопление пойменных и надпойменных террас, подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв, абразия берегов и засоление дельт, размыв и уничтожение почв приморских дельт, загрязнение и содовое (щелочное) засоление вод и почв и др.

5. Загрязнение и химическое отравление почв:

- промышленное загрязнение почв (результат осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных соединений поллютантов, попадающих на поверхность почвы с атмосферными осадками);
- сельскохозяйственное загрязнение почв (результат неправильного применения пестицидов, внесения сверхнормальных доз минеральных и органических удобрений, отходы и стоки животноводческих ферм);
- радиоактивное загрязнение почв (природное или антропогенное накопление в почве радионуклидов в результате ядерных взрывов, аварийных выбросов на предприятиях атомной промышленности, утечек радиоактивных материалов, захоронения отходов атомной промышленности).

6. Деградация ландшафтов районов с распространением многолетней мерзлоты. Эти территории отличаются крайней неустойчивостью к воздействию антропогенных факторов. Неупорядоченное движение транспорта, перевыпас и другие процессы приводят к нарушению растительного покрова, что обуславливает протаивание

мерзлых грунтов, развитие эрозионных процессов, разрушение почвенного покрова.

7. Разрушение почв военными действиями. Передвижение военной техники, строительство фортификационных сооружений, взрывы бомб, снарядов и т. д. приводят к деградации и даже полному разрушению почвенного покрова. Испытание и применение ядерного оружия вызывают радиоактивное загрязнение почв.

Ниже приведен ряд деградационных процессов с дополнительным включением видов профильной и общебиосферной деградации.

Химическая деградация:

1. Преобладание разложения гумуса над его ресинтезом → Гумусовая деградация, дегумификация.

2. Преобладание потерь азота воздушным путем и на питание растений над его биологическим накоплением → Азотная деградация, денитрификация, вымывание $N - NO_3$.

3. Потери фосфора на питание растений без его компенсационного внесения → Фосфорная деградация, дефосфатизация.

4. Потери калия на питание растений без компенсационного внесения → Калиевая деградация, депоташизация.

5. Вынос отдельных форм кальция, рост гидролитической кислотности, снижение величины рН → Кальциевая деградация, подкисление почв, декальцинация.

6. Недостаток в почве некоторых микроэлементов – йода, фтора, цинка → Микроэлементная недостаточность.

7. Повышенный вынос солей поверхностным и речным стоками → Гидрохимическая деградация, вынос химических элементов за пределы ландшафта.

8. Засоление почв при использовании для полива минерализованных вод → Галургическая деградация, избыточное засоление почв.

9. Заражение почв радионуклидами при атомных выбросах → Радионуклидное заражение, атомная радиация.

Физическая деградация:

1. Разрушение зернистой структуры при плохой обработке почвы → Обесструктуривание, дезагрегация.

2. Переуплотнение почвы до 0,5 м, сокращение порового пространства и фильтрации воды → Переуплотнительная деградация, уменьшение порозности.

3. Беспольный поверхностный сток и физическое испарение воды → Иссушительная деградация.

4. Огрубление структуры почвы (глыбы) из-за нарушения правил и сроков ее обработки → Агротехническая деградация, ухудшение строения пахотного слоя.

5. Псевдослитизация нижней части пахотного слоя при высвобождении минеральных коллоидов из-за дегумификации → Псевдослитизационное уплотнение, деградация пахотного слоя, гидролизная деградация.

6. Ухудшение газообмена между атмосферой и почвой, проникновение в нее O_2 и выделение CO_2 из-за переуплотнения → Аэрологическая деградация, подавление газоатмосферной функции.

7. Избыточное увлажнение при подъеме уровня грунтовых вод (УГВ) или их выклинивание на склонах, иногда сопровождаемое осолонцеванием → Образование мочаров, очагов избыточного увлажнения, мочаристая деградация.

8. Нарушение теплового режима почв из-за их осветления при снижении гумусности → Деколоризация почв, осветительная деградация.

Биологическая деградация:

1. Полное или частичное оголение почвы от растительности → Дефолиация, дефольная деградация.

2. Истребление землероев (грызунов), сокращение образования кротовин → Девертебрация, девертебратная деградация.

3. Угнетение и подавление мезофауны, уменьшение ее численности и видового разнообразия → Снижение активности мезофауны, мезофаунистическая деградация.

4. Подавление деятельности микроорганизмов, снижение их видового разнообразия → Уменьшение активности микроорганизмов, микробиологическая, биохимическая деградация.

5. Уменьшение количества энзимов → Снижение активности энзимов, деэнзиматическая деградация.

6. Заражение почвы фитопатогенными микроорганизмами и веществами → Почвоутомление, фитотоксическая деградация.

7. Оглеение нижней части профиля почвы при подъеме УГВ или образовании верховодок → Установление анаэробного режима, восстановительная деградация.

8. Уменьшение турбации (обмена) между материалом нижних и верхних горизонтов при сокращении работы землероев и земляных червей → Антитурбационная, зооантитурбационная деградация.

Профильная деградация:

1. Гидромеханический смыв половины горизонта А → Слабоэрозионная деградация.

2. Гидромеханический смыв всего горизонта А и части В → Среднеэрозионная деградация.

3. Гидромеханический смыв горизонта А и половины горизонта В → Сильноэрозионная деградация.

4. Смыв всего почвенного профиля, выход на поверхность почвообразующей породы → Геологизация почвенного покрова, контрэволюция почв.

5. Сильное развитие линейной эрозии, образование склоновых оврагов → Овражная деградация почвенного покрова, усложнение структуры почвенного покрова (СПП).

6. Погребение гумусированного делювия на глубину $> 0,5$ м под материалами эродированных почв → Инвертизация профиля почв, делювиально-инверсионная деградация.

7. Вертикальная турбация и горизонтальное перемещение под влиянием оползней → Оползневая деградация почв, хаотизация почвенного профиля.

8. Развевание, дефляция почв под воздействием ветров большой скорости → Сокращение мощности почвы из-за ее сдувания, дефляционная деградация.

9. Засоление и осолонцевание почв при поливе некондиционными водами → Галосолонцовая деградация, формирование солонцового горизонта.

10. Трансформация минералогического состава, вынос гумуса, оглеение, осолонцевание при орошении некондиционными водами в большом количестве → Ирригационно-минералогическая деградация, ухудшение минералогического состава, формирование нового ущербного типа почв.

Географическая и общебиосферная деградация:

1. Из-за неравномерного внесения удобрений после обработки поле приобретает пестроту плодородия и урожайности → Внутрипольная деградация плодородия, пестрополье.

2. Усложнение сложения почвенного профиля под влиянием неравномерного развития многих видов деградации → Географическая, пространственная деградация.

3. Под влиянием нескольких типов деградации резко ослабевают экологические функции почв → Биосферно-экологическая, общефункциональная деградация.

4. Снижение биопродуктивности и бонитета почв, урожайности сельскохозяйственных культур и пурификационной (от лат. *purification* – очищение) функции почв → Контрпродуктивная деградация, сильное снижение очистительной функции плодородия почв и их защитного воздействия на здоровье человека и животных.

Технологическая (эксплуатационная) деградация – ухудшение свойств почв в результате избыточных технологических нагрузок при всех видах землепользования, которые разрушают почвенный покров, ухудшают его физическое состояние и агрономические характеристики почв. К технологической деградации относятся физическая деградация и агроистощение.

Физическая (земледельческая) деградация включает процессы нарушения сложения почв, ухудшения комплекса их физических свойств, приводящие к ухудшению водно-воздушного режима, условий существования почвенной биоты и др. Физическая деградация обусловлена низкой культурой земледелия, нарушениями в эксплуатации мелиоративных систем и др. Эта форма деградации в большинстве случаев является первопричиной усиления эрозионных процессов.

Агроистощение обусловлено, как правило, нарушением системы земледелия при возделывании культур в сельскохозяйственном производстве и представляет собой потерю почвенного плодородия в результате обеднения почв элементами минерального питания, неблагоприятных изменений почвенного поглощающего комплекса, реакции среды, обеднения минералогического состава, избыточного облегчения или утяжеления гранулометрического состава, уменьшения содержания и ухудшения качества органического вещества и почвенной биоты.

Кроме того, к важным факторам деградации относят:

- эрозию почвы, включая водную и ветровую;
- засоление;
- заболачивание.

Факторы и формы изменений почвы в результате деграционных процессов:

1. Механическая обработка почв в земледелии → изменяется внутренняя организация почвенного профиля, разрушается почвенный покров.

2. Мелиорации (осушительные, оросительные) → изменяется водно-воздушный режим почв.

3. Внесение в почву минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов → возможно химическое загрязнение почв.

4. Выпадение радиоактивных осадков → радиоактивное загрязнение почв.

5. Развитие промышленности:

а) химической → химическое загрязнение почв через атмосферу и жидкими стоками;

б) горнорудной → разрушение почвенного покрова и отчуждение его под отвалы вскрышных пород;

в) горно-перерабатывающей → химическое загрязнение почв и отчуждение под хранилища;

г) текстильной и лакокрасочной → химическое загрязнение;

д) машиностроение → химическое загрязнение.

6. Лесозаготовки и лесопереработки → изменяются экологические условия развития почв.

7. Урбанизация → частичное уничтожение почвенного покрова, химическое загрязнение почв.

8. Войны → все формы изменения свойств и состава почв.

Можно выделить несколько **уровней мероприятий по охране и рациональному использованию почв:**

1. **Защита почв от прямого уничтожения и полной гибели** – ограничение отведения новых земель под строительство различных объектов, ограничение и запрещение открытых разработок полезных ископаемых; максимальное использование для промышленных и других объектов ранее отчужденных для этих целей земель; установление объективных цен на земли, отводимые под строения, водохранилища, свалки; своевременное проведение рекультиваций в полном объеме и правовая ответственность за их невыполнение.

2. **Защита почв от качественной деграции** – защита почв от водной эрозии, защита почв от дефляции; предотвращение деграции

почв из-за нерационального проведения водных мелиораций; предотвращение химического и радиоактивного загрязнения почв, защита почв от биологического загрязнения, предотвращение процесса дегумификации.

3. Предотвращение негативных структурно-функциональных изменений почв – оптимизация пищевого режима почв, оптимизация водного, теплового и газового режимов почв; поддержание биохимической активности и сохранение полноценной биоты почв; регулирование физического состояния почв и предотвращение их обесструктурирования и уплотнения.

4. Восстановление деградированных почв – диагностирование патологий почв, снятие дальнейшего действия факторов, вызывающих деградацию почв, временное исключение деградированных земель из активного хозяйственного использования; рекультивация загрязненных почв, биологизация системы земледелия и восстановление устойчивости почв.

5. Сохранение и восстановление естественных почв – резервирование целинных почв с целью ограничения и исключения их из хозяйственного использования; полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий; исключение части освоенных, редких и эталонных почв из хозяйственного использования и восстановление их естественного состояния; организация новых комплексных и почвенных заказников, заповедников, памятников природы и т. д.

Практическая часть

Задание 1. Охарактеризуйте процесс проявления деградации и способы преодоления или минимизации эффекта деградации почв по следующей схеме: Процессы деградации → Эффект деградации.

Задание 2. Охарактеризуйте механизм проявления деградации почв, проанализировав изменения почвенных свойств и условий по следующей схеме: Форма деградации → Оценка степени развития → Характер изменений.

1. Биологическая (дегумификация – потеря гумуса, %). → а) слабая; б) средняя; в) сильная. → а) 10 % исходного содержания; б) от 11 до 30 %; в) от 31 до 50 %.

2. Загрязнения тяжелыми металлами. → а) слабая; б) средняя; в) сильная. → а) > 1 ПДК*; б) > 2 ПДК; в) < 2 ПДК.

3. Загрязнения гербицидами и пестицидами. → а) слабая; б) средняя; в) сильная. → а) > 1 ПДК; б) > 2 ПДК; в) < 2 ПДК.

4. Загрязнения нитратами. → а) слабая; б) средняя; в) сильная. → а) > 1 ПДК; б) > 2 ПДК; в) < 2 ПДК.

5. Физическая. → а) пористость; б) влагоёмкость. → а) объемный вес выше $1,3 \text{ г/см}^3$; б) наименьшая влагоёмкость $> 70 \%$.

6. Механическая: эрозия → а) слабая; б) средняя; в) сильная. → а) смыто $< 50 \%$ гумусового горизонта; б) смыто $> 50 \%$ гумусового горизонта; в) смыт полностью гумусовый горизонт и часть нижележащего.

7. Дефляция. → а) слабая; б) средняя; в) сильная; г) очень сильная. → а) разрушено почвенных агрегатов $< 20 \%$; б) то же $20 - 45 \%$; в) то же $45 - 80 \%$; г) то же более 80% .

Темы докладов и сообщений

1. Характеристики деградационных процессов на землях сельскохозяйственного использования.

2. Целевая направленность оценки экологического состояния почв.

3. Частные случаи деградации почв в меняющихся гидрологических условиях.

4. Характеристика почвенного покрова различных агроландшафтов Центрального района Нечерноземной зоны России.

5. Характеристика деградации пойменных агроландшафтов.

6. Потенциальная опасность слитизации и актуальная слитость почвы от эрозии и дефляции.

7. Приемы снижения переуплотнения пахотных почв.

8. Приемы улучшения физического состояния почв.

Контрольные вопросы

1. Что такое деградация почв?

2. В чем заключаются главные сходства и принципиальная разница в предложенных понятиях деградации почв?

* ПДК – предельно допустимая концентрация.

3. Каковы особенности механизмов деградации почв?
4. Каковы факторы и формы изменений почвы в результате дегра-
дационных процессов?
5. Что такое химическая деградация?
6. Что такое физическая деградация?
7. В чем особенность профильной деградации?
8. Что характерно для биологической деградации?
9. Какие черты присущи географической и общебиосферной де-
градации?

Практическая работа № 2

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ ПО СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ И ЭРОДИРОВАННОСТИ

Цель работы: ознакомиться с понятием «эрозия почв»; научиться определять степень смытости почвы; изучить классификацию земель по способам использования при распространении эрозии почвы.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Развитие эрозионных процессов приводит к образованию комплекса смытых и намывных (в случае водной эрозии) и свеянных и навеянных (в случае дефляции) почв. От «нормальных» почв они отличаются рядом свойств, которые следует учитывать при хозяйственном использовании и изучении.

Эродированными (смытыми) называются почвы, потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием процессов эрозии. Разрушающее воздействие воды, ветра и антропогенных факторов на почву и подстилающие породы, снос наиболее плодородного верхнего слоя или размыв называется эрозией.

Эрозия почвы – это процесс нарушения и разрушения стабильности почвенной экосистемы, приводящий к глубоким и необратимым

изменениям почв, уменьшению энергетического потенциала, истощению запасов энергии и питательных веществ, а также снижению плодородия почвы вследствие воздействия природных и антропогенных факторов.

<i>1 смый сантиметр почвы = Потеря с 1 га поля около $167\,472 \cdot 10^6$ Дж</i>
--

По темпу проявления эрозионных процессов различают нормальную, или геологическую, и ускоренную, или антропогенную, эрозии.

Нормальная эрозия протекает повсеместно под лесной и травянистой растительностью. Она проявляется в очень слабой степени, почва полностью восстанавливается в течение года благодаря почвообразовательным процессам.

Ускоренная эрозия развивается там, где естественная растительность уничтожена и территорию используют без учета ее природных особенностей, в результате чего процесс смыва почвы не покрывается процессами ее самовосстановления.

Различают древнюю и современную эрозию почвы. **Древняя эрозия** почвы представлена гидрографической сетью (ложбина, лощина, балка, долина). **Современная эрозия** почвы протекает на фоне древней; она может быть вызвана как природными факторами, так и хозяйственной деятельностью человека.

Наиболее распространены следующие **виды эрозии почвы**:

- 1) водная плоскостная (смыв) и линейная, или вертикальная (размыв);
- 2) ветровая (дефляция);
- 3) ирригационная;
- 4) промышленная (техногенная);
- 5) абразия (обрушение берегов водоемов);
- 6) пастбищная (разрушение почвы скотом);
- 7) механическая (разрушение почвы сельскохозяйственной техникой).

Плоскостная эрозия – это смыв верхних горизонтов почвы на склонах при стекании по ним дождевых или талых вод сплошным потоком или ручьями.

Линейную эрозию вызывают талые и дождевые воды, стекающие значительной массой, сконцентрированной в узких пределах

участка склона. В результате происходит размыв почвы в глубину, образуются глубокие промоины, рытвины, которые постепенно перерастают в овраги. В зависимости от почвенно-климатических условий рост и формирование оврага идут со скоростью от 1 – 3 до 8 – 25 м в год.

Ветровая эрозия, или дефляция, наблюдается как на легких, так и на тяжелых карбонатных почвах при высоких скоростях ветра, низкой влажности почв и невысокой относительной влажности воздуха.

Ирригационная эрозия часто наблюдается в районах орошаемого земледелия, в зоне ее формирования выводятся из строя постоянная и временная мелиоративные сети. Основные причины ее размыва – слабое закрепление дна и откосов каналов, недостаточное количество сопрягающих сооружений при их армировании, увеличение уклонов, слабая инфильтрационная способность почвы, просадка грунтов, ведущая к нарушению нормального профиля каналов, их засорение, повышенный расход воды в поливных бороздах или полосах.

Промышленная эрозия возникает в результате разработок полезных ископаемых, особенно открытым способом, строительства жилых и производственных зданий, прокладки дорожных магистралей, газо- и нефтепроводов.

При эрозии, называемой **абразией** (обрушение берегов рек и других водоемов), сокращается площадь пашни и пастбищ, заиливаются водоемы.

В связи с перегрузкой пастбищ скотом значительные площади подвергаются **пастбищной (тропочной) эрозии**. Она проявляется при нарушении норм пастбы, проведении ее без учета поголовья скота, емкости пастбищ и лугов, при прогоне скота по одним и тем же участкам, без полива мест прогона дождеванием в жаркую погоду.

Существуют **три группы классификаций почв по степени смывности**. К **первой группе** относятся классификации, где основным признаком считается доля потерянного в результате смыва гумусового горизонта; другие признаки (цвет пахотного горизонта, вовлечение в него того или иного нижележащего горизонта, наличие на поверхности русел временных потоков и прочее) являются вспомогательными. К **второй группе** можно отнести классификации, основанные на уменьшении запасов гумуса в почве. К **третьей группе** относятся классификации согласно «Общесоюзной инструкции по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования», в которой используются оба диагностических признака.

Диагностические признаки смывости почв

Степень эродированности почв прежде всего проявляется в морфолого-генетических свойствах почвенного профиля. Ее определяют по уцелевшей от эрозии части почвенного профиля, т. е. путем сравнения свойств оставшихся горизонтов с морфологическими особенностями генетических горизонтов ненарушенных целинных почв. Морфологические особенности эродированных почв и являются диагностическими признаками, указывающими на степень их эродированности. Они положены в основу классификации эродированных почв. Проявления эрозии почв многообразны, поэтому разные исследователи для классификации используют различные признаки.

Признаки степени смывости почв (в полевых условиях):

I. Непахотные почвы

1. Дерново-подзолистые почвы:

- а) *слабосмытые* – частично смыт горизонт A_1 ;
- б) *среднесмытые* – полностью смыт горизонт A_1 и частично A_2 ;
- в) *сильносмытые* – полностью смыт горизонт A_2 , частично B .

2. Темно-серые лесные и серые лесные, бурые лесные почвы:

- а) *слабосмытые* – смыто не более половины горизонта A_1 ;
- б) *среднесмытые* – смыт более чем наполовину или полностью горизонт A_1 ;
- в) *сильносмытые* – смыт частично или полностью горизонт A_1 или A_1A_2 и частично A_2B .

3. Черноземы и каштановые почвы:

- а) *слабосмытые* – смыто меньше половины горизонта A ;
- б) *среднесмытые* – смыт более чем наполовину или полностью горизонт A ;
- в) *сильносмытые* – смыт частично или полностью переходный горизонт B или AB (в черноземах).

II. Пахотные почвы (глубина вспашки 22 – 25 см)

1. Дерново-подзолистые почвы:

а) *слабосмытые* – смыт частично горизонт $A_{\text{пах}}$, припахивается горизонт A_2 , под горизонтом $A_{\text{пах}}$ остаются остатки горизонта A_2B или A_2 . Горизонт $A_{\text{пах}}$ имеет белесоватый оттенок, на поверхности пашни образуются мелкие промоины;

б) *среднесмытые* – горизонт $A_{\text{пах}}$ смыт полностью, распахируются горизонты A_2 и B_1 , пахотный горизонт имеет буроватую окраску;

в) *сильносмытые* – распахиваются в основном горизонты В₁ и В₂. Горизонт А_{пах} имеет красно-бурый цвет;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью горизонт В, распахивается материнская порода. Горизонт А_{пах} имеет бурый цвет.

2. Серые и темно-серые лесные почвы:

а) *слабосмытые* – гумусовый горизонт А, имевший первоначальную мощность 30 – 40 см, смыт на 1/3, горизонты А₂ и В не припахиваются, на поверхности пашни образуются мелкие промоины;

б) *среднесмытые* – горизонт А смыт на 2/3, в пахотный слой вовлекается горизонт А₂В. Пахотный слой имеет буроватый оттенок;

в) *сильносмытые* – гумусовый горизонт А смыт полностью. Распахивается средняя нижняя часть горизонта В. Пахотный слой отличается бурым цветом;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью горизонт В, распахивается материнская порода С. Пахотный горизонт отличается бурым цветом, часто вскипает с поверхности.

3. Мощные и среднемошные черноземы всех подтипов с первоначальной мощностью горизонтов (А + АВ) > 50 см:

а) *слабосмытые* – смыто < 1/3 горизонта А. Мощность подпахотных горизонтов (А + АВ) уменьшается не более чем на 1/4 по сравнению с неэродированными почвами. Горизонт А_{пах} не отличается по цвету от несмытых участков. На поверхности почвы имеются струйчатые размывы;

б) *среднесмытые* – смыт более чем наполовину горизонт А. Подпахивается переходный горизонт. Мощность подпахотных горизонтов (А + АВ) уменьшается наполовину. Пахотный горизонт приобретает слабый буроватый оттенок;

в) *сильносмытые* – полностью смыт горизонт А и частично АВ. Мощность горизонтов (А + АВ) сокращается на 75 %. Пахотный слой становится бурым, имеет глыбистое строение, образует корку;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью переходный горизонт В, распахивается материнская порода С. Пахотный слой отличается бурым цветом, вскипает с поверхности.

4. Черноземы всех подтипов и каштановые почвы с первоначальной мощностью (А₁ + АВ) < 50 см:

а) *слабосмытые* – смыто не менее 1/3 первоначальной мощности горизонтов (А + АВ). В пахотный горизонт вовлекается верхняя часть горизонта АВ. На поверхности почвы имеются струйчатые размывы;

б) *среднесмытые* – смыта большая часть горизонтов (А + АВ). Пашня по окраске мало отличается от почвообразующей породы. Под $A_{\text{пах}}$ залегают горизонты B_k и B_c ;

в) *сильносмытые* – смыта большая часть горизонтов (А + АВ) и частично горизонт В. Пашня по окраске напоминает почвообразующую породу. Под горизонтом $A_{\text{пах}}$ залегают горизонты B_k и B_c ;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью переходный горизонт В. Распахивается материнская порода С.

5. Солонцеватые черноземы, солонцеватые каштановые и бурые почвы:

а) *слабосмытые* – смыто не более половины горизонта А. На поверхности пашни имеются мелкие промоины;

б) *среднесмытые* – смыт более чем наполовину или полностью горизонт А. Распахивается верхняя часть уплотненного солонцеватого горизонта В. Пахотный слой имеет буроватый оттенок, подстиляется горизонтом В;

в) *сильносмытые* – смыт частично уплотненный солонцеватый горизонт В. Распахивается средняя или нижняя часть уплотненного солонцеватого горизонта. Пахотный слой отличается бурым цветом, сильно выраженной глыбистостью и способностью образовывать плотную корку, подстиляется нижней частью солонцеватого горизонта В или материнской породой;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью переходный горизонт В. Распахивается материнская порода, иногда обогащенная легкорастворимыми солями, гипсом и углекислым кальцием.

6. Сероземы:

а) *слабосмытые* – смыто не более половины горизонта А. На поверхности пашни имеются мелкие промоины (водороины);

б) *среднесмытые* – смыт более чем наполовину или полностью горизонт А. Распахивается переходный горизонт В;

в) *сильносмытые* – смыт частично переходный горизонт В. Распахивается средняя или нижняя часть переходного горизонта В;

г) *очень сильносмытые* почвы – смыт полностью горизонт В. Распахивается материнская порода.

При дальнейшем развитии эрозии, когда полностью смыты все почвенные горизонты перечисленных выше почв и они настолько потеряли свое плодородие, что не распахиваются, на почвенных картах

показывают выходы почвообразующих пород. Эти породы делятся на две группы: 1) рыхлые породы, еще пригодные для пахоты, залужения и облесения, и 2) каменистые плотные породы (выходы мела, опок, песчаников, известняков, сланцев и пр.), где обычная пахота невозможна.

Среди смытых почв следует выделять **окультуренные смытые почвы**, отличающиеся темноокрашенным и более мощным вновь созданным пахотным горизонтом, более прочной мелкокомковатой структурой и повышенным плодородием.

Почвы, подверженные ветровой эрозии, по степени эродированности разделяют также на четыре категории – **слабо-, средне-, сильно- и очень сильноэродированные**, пользуясь при этом описанными выше признаками.

Маломощная несмытая почва должна иметь весь набор генетических горизонтов небольшой мощности в отличие от смытой почвы. Кроме того, в каменистых почвах количество камней в пахотном слое растёт с увеличением степени смытости почвы.

Намытые почвы классифицируют по мощности наносов:

- 1) *слабонамытые* почвы – до 20 см;
- 2) *средненамытые* – от 20 до 40 см;
- 3) *сильнонамытые* – более 40 см.

При средней (на глубину 20 – 22 см) и глубокой (до 30 – 35 см) обработке почв, особенно малой и средней мощности, когда в пахотный слой включается не только перегнойно-аккумулятивный горизонт A_1 , но и нижележащий, граница между ними уже не может служить ориентиром при выделении почв по степени смытости.

Классификация Г. П. Сурмача основана на потере суммарной мощности гумусовых горизонтов A_1 и B_1 (или A , A_2 и B_1). В ней выделяются **пять категорий почв по степени смытости:**

- а) *слабосмытые* – смытость гумусовых горизонтов до 25 %;
- б) *среднесмытые* – от 25 до 50 %;
- в) *сильносмытые* – от 50 до 75 %;
- г) *весьма сильносмытые* – от 75 до 100 %;
- д) *чрезмерно (или полностью) смытые* – смыт частично или полностью переходный горизонт B_2 , распаивается нижняя часть горизонта B_2 или весь горизонт B_2 .

Классификация земель по степени эродированности и использования их в сельском хозяйстве включает три группы:

Группа А. Земли, интенсивно используемые в земледелии:

I категория. Почвы не подвержены водной эрозии. Сток талых и дождевых вод с поверхности почвы не смывает почву нижележащих участков. Необходимости в проведении противоэрозионных мероприятий и регулировании стока нет. Нужны меры по увеличению естественного плодородия почв.

II категория. Почвы подвержены слабой эрозии или сток с этих земель угрожает нижележащим участкам. Для прекращения и регулирования поверхностного стока достаточно применения простейших агротехнических мероприятий: правильного землеустройства, более глубокой вспашки, рядового засева склонов, обвалования зяби.

III категория. Почвы подвержены средней эрозии. Для ее предотвращения, кроме вышеуказанных мероприятий, особенно на полях пропашных культур, необходимы: прерывистое бороздование междурядий в более сухих районах и поделка поперек склонов валиков (или окучивание) – в более влажных районах; проведение водоотводных полос в ливневых районах; безотвальная обработка с максимальным сохранением стерни в засушливых районах. Земли этих категорий используют в обычных для данного хозяйства севооборотах.

IV категория. Почвы, подверженные сильной эрозии. Для прекращения процесса необходима следующая организация территории: разбивка буферных полос, нарезка полей чередующимися узкими полосами, проведение террасирования, устройство горизонтальных или наклонных валов-террас с широкими промежутками, допускающими проход сельскохозяйственных машин и орудий.

Группа Б. Земли, пригодные для ограниченной обработки:

V категория. Почвы, подверженные очень сильной эрозии. Земли этой категории при хорошей защите осваивают под сады, виноградники или в почвозащитных севооборотах с многолетними травами. Их можно использовать для временного возделывания сельскохозяйственных культур. Это пастбища, сенокосы и сильноэродированные пашни, которые могут быть выделены в почвозащитный севооборот с 1 – 2 полями зерновых культур и 5 – 10 полями многолетних трав.

Группа В. Земли, подверженные очень сильной эрозии и непригодные для обработки:

VI категория. Земли, непригодные для включения в почвозащитный севооборот. Их можно использовать под сенокосы и пастбища с умеренным выпасом. Требуют поверхностного улучшения.

VII категория. Земли с ограниченным выпасом. Требуют поверхностного улучшения.

VIII категория. Земли, не пригодные ни для земледелия, ни для сенокосения, ни для выпаса. Их можно использовать только под лесные угодья.

IX категория. Земли, не пригодные ни под земельные угодья, ни даже для лесоразведения. Это бросовые земли, в состав которых входят обрывы, каменистые осыпи, бедленды.

Группировка почв по степени противозэрозионной стойкости дана через коэффициент эродированности и основана на учете свойств почв – их генезиса, гранулометрического состава, содержания гумуса, литологии почвообразующих пород, так как они сильнее всего влияют на противозэрозионную стойкость почв.

Практическая часть

Задание 1. Охарактеризуйте факторы (*климатические, топографические, почвенные, литологические, биогенные, антропогенные*) и условия развития эрозионных процессов.

Фактор	Водная эрозия	Ветровая эрозия	Совместная эрозия

Задание 2. Дайте характеристику типам эрозии почвы.

Типы и виды эрозии почв:

1. Антропогенная:

а) водная эрозия:

- солевые потоки;
- плоскостная эрозия;

- овражная эрозия;
- струйная эрозия;
- б) ветровая эрозия (дефляция):**
- пыльные бури;
- повседневная ветровая эрозия;
- в) агротехническая;**
- г) пастбищная;**
- д) ирригационная:**
- плоскостная;
- линейная;
- е) овражная:**
- заравниваемые промоины;
- незаравниваемые промоины.

2. Геологическая (нормальная):

- а) речная;**
- б) овражная;**
- в) морская;**
- г) ветровая;**
- д) плоскостная.**

Задание 3. Заполните таблицу распространения эрозионных процессов в разных почвенно-климатических зонах.

Почвенно-климатическая зона	Особенности зоны	Схема проявления эрозии
Таежная		
Тундровая		
Таежно-лесная		
Лесостепная		
Степная		
Сухостепная		
Пустынно-степная		
Пустынная		
Предгорно-полупустынная		
Горная		

Задание 4. Проанализируйте табл. 2.1 и охарактеризуйте почвы с точки зрения их противозерозионной стойкости.

Таблица 2.1. Группировка почв по противозерозионной стойкости

Степень эродированности почв	Коэффициент эродированности K , т/га	Тип почв	Почвообразующие породы	Гранулометрический состав	Органическое вещество, %
Минимально эродируемые	< 1	Чернозёмы выщелоченные, обыкновенные, типичные	ЛС	Т, Г	> 6
Слабоэродируемые	1,1 – 1,5	Чернозёмы всех подтипов, тёмно-серые лесные	ЛС	Т, Г	4,5 – 6
Слабоэродируемые	1,1 – 1,5	Подзолы, дерново-подзолистые	П	П	< 1,5
	1,6 – 2,0	Чернозёмы	ЛС	Л, С	3,0 – 5,0
Среднеэродируемые	1,6 – 2,0	Тёмно-каштановые	ЛС	Т	3,0 – 5,0
	2,1 – 2,5	Тёмно-серые лесные	ЛС	С	2,5 – 4,0
Среднеэродируемые	2,1 – 2,5	Серые лесные	ЛС	Т	2,5 – 4,0
		Светло-серые лесные	ЛС	Т, Г	
	2,1 – 2,5	Каштановые, тёмно-каштановые	ЛС	С, Т	2,5 – 4,0
Среднеэродируемые	2,1 – 2,5	Дерново-подзолистые	ПС, МС	Г	2,5 – 4,0
	2,6 – 3,0	Каштановые, тёмно-каштановые	ЛС	Л, С	2,0 – 3,5
Среднеэродируемые	2,6 – 3,0	Тёмно-серые лесные	ПС	Л	2,0 – 3,5
		Серые лесные	ПС	Л, С	
Сильноэродируемые	3,1 – 4,0	Светло-серые лесные	МС	С, Т	1,5 – 2,5
		Дерново-подзолистые		Т	
		Дерново-подзолистые		У, С, Т	
		Светло-серые лесные	ПС	У, Л	
Сильноэродируемые	3,1 – 4,0	Дерново-подзолистые	ПС	У, Л, С	1,5 – 2,5
		Дерново-подзолистые	МС	Л	
Чрезвычайно эродируемые	> 4,0	Светло-каштановые	ЛС	Л, С	< 2,0
		Светло-серые лесные	ПС	У, Л	
Чрезвычайно эродируемые	> 4,0	Дерново-подзолистые	ПС	У, Л	< 2,0

Примечание. П – песок; У – супесь; Л – лёгкий суглинок; С – средний суглинок; Т – тяжёлый суглинок; Г – глина; ЛС – лёссовидные суглинки; ПС – покровные суглинки; МС – моренные суглинки.

Задание 5. Проанализируйте шкалу оценки противоэрозионной устойчивости почв (табл. 2.2). Опишите влияние показателей противоэрозионной устойчивости на итоговую величину интегральной оценки противоэрозионной устойчивости почв (ВИОПУП).

Таблица 2.2. Шкала оценки противоэрозионной устойчивости почв

Оценка, балл	Показатель противоэрозионной устойчивости					ВИОПУП
	Гумусное состояние (по Орлову и Гришиной)		Структурное состояние (по Долгову и Бахтину)		Водопроницаемость по Качинскому, скорость, мм/ч	
	Содержание гумуса	Степень гумификации	Сухое просеивание	Мокрое просеивание		
5	> 10,0 %	> 40 %	> 80 %	> 70 %	> 500 %	Отличная
	Очень высокое	Очень высокая	Отличное	Отличное	Излишне высокая	
4	6,0 – 10,0 %	30 – 40 %	60 – 80 %	55 – 70 %	100 – 500 %	Хорошая
	Высокое	Высокая	Хорошее	Хорошее	Наилучшая	
3	4,0 – 6,0 %	20 – 30 %	40 – 60 %	40 – 55 %	70 – 100 %	Удовл.
	Среднее	Средняя	Удовл.	Удовл.	Хорошая	
2	2,0 – 4,0 %	10 – 20 %	20 – 40 %	20 – 40 %	30 – 70 %	Неудовл.
	Низкое	Слабая	Неудовл.	Неудовл.	Удовл.	
1	< 2,0 %	< 10	< 20 %	< 20 %	< 30 %	Плохая
	Очень низкое	Очень слабая	Плохое	Плохое	Неудовл.	

Темы докладов и сообщений

1. История развития учения о процессах эрозии и дефляции, экологические последствия.
2. Факторы развития эрозии.
3. Прогнозирование проявления развития эрозии и дефляции почв.
4. Современные виды деградации и разрушения пахотных земель.
5. Современная методология исследования эрозии.
6. Ущерб, причиняемый эрозией почв народному хозяйству и окружающей среде.
7. Распространение эрозии почв в России.
8. Изменение почв в ноосфере.
9. Развитие науки об эрозии и дефляции почв.

10. Оценка степени деградированности почв.
11. Влияние эрозии на основные функции почвы.
12. Классификация эродированных и дефлированных почв.
13. Параметры физического состояния почв.
14. Принципы прогнозирования эрозии почв.

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициент эродированности почвы?
2. По каким показателям оценивают степень деградированности почв?
3. Какие группы земель выделяют в зависимости от эродированности территории?

Практическая работа № 3

ПОЧВЫ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель работы: проанализировать структуру земельного фонда Владимирской области и причины деградационных процессов.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

В пределах Владимирской области существуют четыре характерных района, которые различаются по составу поверхностных почв. Границы почвенных районов точно совпадают с границами четырех агроклиматических районов – это южный, северный, северо-восточный и центрально-западный районы. Общее климатическое условие для всех районов – повышенная влажность, которая проявляется в преобладании выпадающих осадков над способностью их поверхностного испарения. Эта особенность влияет на прохождение излишней влаги через поверхностный земляной слой в грунт и далее в грунтовые воды. Такое движение поверхностных вод вымывает из состава по-

верхностных почв большое количество органических осадков, которые, вместо того чтобы образовывать плодородный почвенный слой, откладываются на дне водоемов – озер и болот.

Практическая часть

Задание 1. С использованием специализированной литературы заполните таблицу.

Использование земельных ресурсов во Владимирской области и в среднем по России

Показатель	Владимирская область	Россия
Население, млн чел.		
Территория, км ²		
Пахотные земли, км ²		
На одного жителя:		
территория, чел./км ²		
пахотные земли, чел./км ²		
Территория, чел./га		
Пахотные земли, чел./га		
Плотность населения, чел./км ²		
Плотность сельского населения, чел./км ²		

Задание 2. С использованием специализированной литературы заполните таблицу.

Земельный фонд Владимирской области по категориям земель и в среднем по России

Категория земель	Земельный фонд, тыс. га	
	Владимирская область	Россия
Земли сельскохозяйственного назначения		
Земли населенных пунктов		
Земли промышленности, транспорта, информатики, космического обеспечения, энергетики, обороны и иного назначения		
Земли особо охраняемых территорий		
Земли лесного фонда		
Земли водного фонда		
Земли запаса		
<i>Итого</i>		

Задание 3. С использованием специализированной литературы заполните таблицу.

Распределение земельного фонда по угодьям

Виды угодий	Земельный фонд, тыс. га	
	Владимирская область	Россия
1. Сельскохозяйственные угодья:		
пашня		
залежь		
2. Многолетние плодовые насаждения:		
сенокосы		
пастбища		
под лесами		
3. Древесно-кустарниковая растительность		
4. Под водой и болотами		
5. Земли застройки		
6. Под дорогами		
7. Нарушенные земли		
8. Прочие земли		
<i>Итого</i>		

Задание 4. На контурной карте Владимирской области отметьте районы области. Используя условные обозначения, охарактеризуйте структуру земельного фонда Владимирской области по категориям земель.

Задание 5. На контурной карте Владимирской области отметьте районы области. Используя условные обозначения, охарактеризуйте структуру земельного фонда Владимирской области по угодьям земель.

Задание 6. Проанализируйте приложение. Охарактеризуйте тип деградации почвы и ее последствия.

Задание 7. Проанализируйте приложение. Выделите районы с потенциальным преобладанием деградации почв.

Темы докладов и сообщений

1. Потенциальная опасность распространения ливневой эрозии почв во Владимирской области.
2. Основные закономерности эрозии почв во Владимирской области.
3. Закономерности проявления ливневой эрозии во Владимирской области.

Контрольные вопросы

1. Какие типы деградации почв встречаются на территории Владимирской области?
2. Каковы особенности земельного фонда Владимирской области?
3. Какие деградационные процессы происходят в местах антропогенной деятельности?

Практическая работа № 4

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Цель работы: научиться применять физические законы в изучении эрозионных процессов, а также оценивать показатели эрозионных процессов.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Эрозия почвы (от лат. *erosion* – разъедание, разрушение) – разрушение почвы под действием воды и/или ветра.

В истории земледелия насчитывается множество фактов разрушения и деградации почв. По различным подсчетам, за последние 200 лет в мире от эрозии уничтожено около 2 млрд га пашни, что превышает площадь обрабатываемых в настоящее время земель – около 1,5 млрд га.

Различают следующие виды эрозии:

1) в зависимости от фактора разрушающего воздействия:

- водная;
- ветровая, или дефляция;
- совместная, сочетающая водную и ветровую;

2) в зависимости от скорости процесса:

- нормальная, или геологическая, или естественная;
- ускоренная, или разрушительная, или антропогенная.

Практическая часть

Задание 1. Проанализируйте данные по среднегодовому предельно допустимому смыву почвы на разных типах почвы (табл. 4.1). Поясните, с чем связаны разные значения среднедопустимого смыва.

Таблица 4.1. *Среднегодовой предельно допустимый смыв почвы*

Тип почв	Предельно допустимый смыв почв, т/га		
	Несмытые и слабосмытые	Средне-смытые	Сильно-смытые
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные на рыхлых лессовых породах	2,5	1,5	1,0
Темно-серые лесные	3,0	2,0	1,5
Черноземы оподзоленные и сильно выщелоченные	4,0	3,0	2,0
Черноземы мощные	4,5	3,5	2,5
Черноземы типичные и обыкновенные	4,0	3,0	2,0
Черноземы южные и тёмно-каштановые почвы	3,0	2,0	1,5
Каштановые и светло-каштановые почвы, сероземы	2,5	1,5	1,0
Черноземы, каштановые, серые лесные почвы на опоках и меловых породах	1,5	1,0	0,5

Задание 2. На основании выданных преподавателем данных (работа выполняется по вариантам) рассчитайте количество вымытого гумуса при эрозии.

Количество вымытого гумуса при эрозии можно оценить по следующим формулам:

$$G_{\text{эр}} = \frac{W_{\text{эр}} G}{104dh},$$

где $W_{\text{эр}}$ – ежегодная величина смыва, т/га/год, $W_{\text{эр}} = 6,13$; G – содержание гумуса (запасы гумуса), т/га, $G = \% \text{ гумуса} \times hd$, т/га; d – плотность почвы, т/м³; h – мощность слоя.

Потери гумуса в результате эрозии, т/га,

$$П_{\Gamma} = \frac{C_c \Gamma}{100},$$

где C_c – среднегодовой смыв почвы, т/га; Γ – содержание гумуса в почве, %.

Вариант 1

1. Почва – дерново-подзолистая на рыхлых лессовых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 22 см, содержание органического вещества – 1,90 %, плотность почвы – 1,25 г/см³.

2. Почва – чернозем мощный сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 29 см, содержание органического вещества – 1,32 %, плотность почвы – 1,50 г/см³.

3. Почва – серозем среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 1,50 %, плотность почвы – 2,10 г/см³.

Вариант 2

1. Почва – дерново-подзолистая на рыхлых лессовых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,9 %, плотность почвы – 1,55 г/см³.

2. Почва – чернозем типичный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,90 %, плотность почвы – 1,30 г/см³.

3. Почва – серозем сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 29 см, содержание органического вещества – 1,70 %, плотность почвы – 1,15 г/см³.

Вариант 3

1. Почва – дерново-подзолистая на рыхлых лессовых породах сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 23 см, содержание органического вещества – 2,40 %, плотность почвы – 1,25 г/см³.

2. Почва – чернозем типичный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,20 %. Плотность почвы – 1,20 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,23 г/см³.

Вариант 4

1. Почва – серая лесная на рыхлых лессовых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 14 см, содержание органического вещества – 2,24 %, плотность почвы – 1,36 г/см³.

2. Почва – чернозем типичный сильноосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 19 см, содержание органического вещества – 1,13 %, плотность почвы – 1,45 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 26 см, содержание органического вещества – 2,30 %, плотность почвы – 1,12 г/см³.

Вариант 5

1. Почва – серая лесная на рыхлых лессовых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 18 см, содержание органического вещества – 2,0 %, плотность почвы – 1,10 г/см³.

2. Почва – чернозем обыкновенный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 22 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,74 г/см³.

3. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах сильноосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,50 %, плотность почвы – 1,57 г/см³.

Вариант 6

1. Почва – серая лесная на рыхлых лессовых породах сильноосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 26 см, содержание органического вещества – 1,60 %, плотность почвы – 1,48 г/см³.

2. Почва – чернозем обыкновенный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 2,30 %, плотность почвы – 1,90 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах сильноосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 3,30 %, плотность почвы – 1,74 г/см³.

Вариант 7

1. Почва – светло-серая лесная на рыхлых лессовых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 22 см. Содержание органического вещества – 1,60 %, плотность почвы – 1,69 г/см³.

2. Почва – чернозем обыкновенный сильноосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 18 см, содержание органического вещества – 1,40 %, плотность почвы – 1,25 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 15 см, содержание органического вещества – 1,90 %, плотность почвы – 1,13 г/см³.

Вариант 8

1. Почва – светло-серая лесная на рыхлых лессовых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,70 %, плотность почвы – 1,30 г/см³.

2. Почва – чернозем южный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,43 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 2,0 %, плотность почвы – 1,53 г/см³.

Вариант 9

1. Почва – светло-серая лесная на рыхлых лессовых породах сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 23 см, содержание органического вещества – 1,60 %, плотность почвы – 1,45 г/см³.

2. Почва – чернозем южный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 1,50 %, плотность почвы – 1,25 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 13 см, содержание органического вещества – 2,05 %, плотность почвы – 1,20 г/см³.

Вариант 10

1. Почва – темно-серая лесная несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 27 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,23 г/см³.

2. Почва – чернозем южный сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 19 см, содержание органического вещества – 1,50 %, плотность почвы – 1,22 г/см³.

3. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 14 см, содержание органического вещества – 2,02 %, плотность почвы – 1,30 г/см³.

Вариант 11

1. Почва – темно-серая лесная среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 25 см, содержание органического вещества – 1,69 %, плотность почвы – 1,41 г/см³.

2. Почва – тёмно-каштановая несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 15 см, содержание органического вещества – 1,72 %, плотность почвы – 1,29 г/см³.

3. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 2,15 %, плотность почвы – 1,11 г/см³.

Вариант 12

1. Почва – темно-серая лесная сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,90 %, плотность почвы – 1,42 г/см³.

2. Почва – тёмно-каштановая среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,65 %, плотность почвы – 1,66 г/см³.

3. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 14 см, содержание органического вещества – 1,55 %, плотность почвы – 1,53 г/см³.

Вариант 13

1. Почва – чернозем оподзоленный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 21 см, содержание органического вещества – 1,95 %, плотность почвы – 1,69 г/см³.

2. Почва – тёмно-каштановая сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 13 см, содержание органического вещества – 2,80 %, плотность почвы – 1,82 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 2,45 %, плотность почвы – 1,72 г/см³.

Вариант 14

1. Почва – чернозем оподзоленный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 22 см, содержание органического вещества – 1,50 %, плотность почвы – 1,47 г/см³.

2. Почва – каштановая несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,65 %, плотность почвы – 1,19 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 19 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,22 г/см³.

Вариант 15

1. Почва – чернозем оподзоленный сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 25 см, содержание органического вещества – 1,75 %, плотность почвы – 1,36 г/см³.

2. Почва – каштановая среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 11 см, содержание органического вещества – 1,90 %, плотность почвы – 1,48 г/см³.

3. Почва – чернозем на опоках и меловых породах сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 23 см, содержание органического вещества – 1,80 %, плотность почвы – 1,49 г/см³.

Вариант 16

1. Почва – чернозем, сильно выщелоченный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 1,55 %, плотность почвы – 1,35 г/см³.

2. Почва – каштановая сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 28 см, содержание органического вещества – 1,78 %, плотность почвы – 1,23 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 14 см, содержание органического вещества – 1,93 %, плотность почвы – 1,21 г/см³.

Вариант 17

1. Почва – чернозем сильно выщелоченный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 18 см, содержание органического вещества – 1,65 %, плотность почвы – 1,22 г/см³.

2. Почва – светло-каштановая несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,76 %, плотность почвы – 1,26 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 22 см, содержание органического вещества – 1,85 %, плотность почвы – 1,35 г/см³.

Вариант 18

1. Почва – чернозем сильно выщелоченный сильносмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 23 см, содержание органического вещества – 1,35 %, плотность почвы – 1,70 г/см³.

2. Почва – светло-каштановая среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,20 %, плотность почвы – 1,93 г/см³.

3. Почва – каштановая на опоках и меловых породах сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 18 см, содержание органического вещества – 1,27 %. Плотность почвы – 2,03 г/см³.

Вариант 19

1. Почва – чернозем мощный несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 14 см, содержание органического вещества – 1,78 %, плотность почвы – 1,54 г/см³.

2. Почва – светло-каштановая сильносмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 24 см, содержание органического вещества – 1,60 %, плотность почвы – 1,59 г/см³.

3. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах несмытая и слабосмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 16 см, содержание органического вещества – 1,75 %, плотность почвы – 1,61 г/см³.

Вариант 20

1. Почва – чернозем мощный среднесмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 17 см, содержание органического вещества – 1,76 %, плотность почвы – 2,38 г/см³.

2. Почва – серая лесная на опоках и меловых породах среднесмытая. Мощность слоя исследуемой почвы – 27 см, содержание органического вещества – 1,77 %, плотность почвы – 2,63 г/см³.

3. Почва – серозем несмытый и слабосмытый. Мощность слоя исследуемой почвы – 19 см, содержание органического вещества – 1,59 %, плотность почвы – 1,98 г/см³.

Задание 3. Проанализируйте данные по ориентировочному смыву почвы со склонов при разном агрофоне (табл. 4.2). Поясните, с чем это связано. Дайте подробное описание разницы величины ориентировочного смыва почвы со склонов с применением и без применения агротехнических противоэрозионных мероприятий.

Таблица 4.2. Ориентировочный смыв почвы со склонов различной степени крутизны, т/га (по Г. П. Сурмачу)

Агрофон	Уклон, град	Противоэрозионные агротехнические мероприятия			
		Без применения		С применением	
		Черноземы	Серые лесные почвы	Черноземы	Серые лесные почвы
Зябрь	До 1	0,30	0,40	0,20	0,20
	1 – 3	2,30	3,00	1,20	1,60
	Более 3	8,00	10,00	2,90	3,60
Озимые	До 1	0,10	0,20	0,05	0,10
	1 – 3	1,30	1,50	0,07	0,80
	Более 3	3,40	4,50	1,80	2,40
Многолетние травы	До 1	0,08	0,10	0,06	0,08
	1 – 3	0,09	0,20	0,07	0,10
	Более 3	1,20	0,50	0,20	0,30

Задание 4. Изучите и проанализируйте критерии ливней (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Критерии ливней по Э. Ю. Бергу

Продолжительность дождя, мин	Количество осадков, мм	Интенсивность ливня, мм/мин
5	2,5	0,50
15	5,0	0,33
30	8,0	0,27
45	10,2	0,23
60	12,0	0,20
120	18,0	0,15
360	33,0	0,09

Задание 5. Изучите и проанализируйте характеристику дождей по степени эрозионной опасности (табл. 4.4).

Таблица 4.4. Характеристика дождей по степени эрозионной опасности

Эрозионная опасность осадков	Величина эрозионного индекса осадков
Слабая	0,7 – 2,5
Средняя	2,6 – 10
Сильная	11 – 15
Очень сильная	Более 15

Задание 6. На основании выданных преподавателем данных рассчитайте величину поверхностного стока талых вод (табл. 4.5, 4.6).

Величина поверхностного стока характеризуется коэффициентом стока y , который определяется по формуле $y = n/N$, где n – сток воды, мм; N – запасы воды в снежном покрове, мм.

Таблица 4.5. Шкала интенсивности стока талых вод

Сток	Величина стока, мм	Коэффициент стока
Нет	0,0	0,0
Очень слабый	До 7	До 0,05
Слабый	От 8 до 20	0,06 – 0,15
Умеренный	От 21 до 40	0,16 – 0,35
Сильный	От 41 до 75	0,36 – 0,65
Очень сильный	От 76 до 115	0,66 – 0,85
Чрезмерно сильный	Более 115	Более 0,85

Таблица 4.6. Данные для расчета

Вариант	Величина стока, мм						Запасы воды в снежном покрове, мм					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	6,23	19,23	39,93	74,93	115,93	118,58	87,4	133,7	137,5	110,8	111,1	98,5
2	4,17	17,17	37,87	72,87	113,87	116,52	137,7	211,2	132,1	95,9	125,2	102,2
3	2,03	15,03	35,73	70,73	111,73	114,38	237,8	85,5	105,2	73,9	122,2	108,4
4	5,04	18,04	38,74	73,74	114,74	117,39	93,6	98,5	103,0	93,7	114,0	121,8
5	1,89	14,89	35,59	70,59	111,59	114,24	113,4	109,5	130,0	106,2	109,2	132,5
6	7,99	20,99	41,69	76,69	117,69	120,34	170,0	88,8	145,8	107,6	126,5	122,8
7	0,32	13,32	34,02	69,02	110,02	112,67	90,0	75,4	122,0	112,5	175,7	115,6
8	3,78	16,78	37,48	72,48	113,48	116,13	158,7	134,4	110,2	108,2	201,0	120,7
9	5,97	18,97	39,67	74,67	115,67	118,32	88,2	83,0	96,2	124,9	189,4	135,5

Окончание табл. 4.6

Вариант	Величина стока, мм						Запасы воды в снежном покрове, мм					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10	3,91	16,91	37,61	72,61	113,61	116,26	176,7	115,3	137,9	122,8	178,5	155,9
11	1,77	14,77	35,47	70,47	111,47	114,12	93,5	90,9	192,9	108,9	164,5	153,3
12	4,78	17,78	38,48	73,48	114,48	117,13	125,4	113,9	193,3	113,2	140,7	136,5
13	1,63	14,63	35,33	70,33	111,33	113,98	92,2	125,8	178,5	124,9	154,6	139,8
14	7,73	20,73	41,43	76,43	117,43	120,08	88,4	113,9	186,0	153,0	170,8	139,3
15	0,06	13,06	33,76	68,76	109,76	112,41	187,2	107,1	166,4	180,0	132,2	120,9
16	3,52	16,52	37,22	72,22	113,22	115,87	199,5	137,8	142,2	151,3	107,3	113,3
17	5,71	18,71	39,41	74,41	115,41	118,06	210,9	142,5	183,5	134,5	105,4	121,3
18	3,65	16,65	37,35	72,35	113,35	116,00	206,5	183,4	152,1	141,4	87,4	123,1
19	1,51	14,51	35,21	70,21	111,21	113,86	196,1	165,8	95,8	122,6	83,6	113,1
20	4,52	17,52	38,22	73,22	114,22	116,87	121,8	113,2	104,6	104,6	95,4	103,9

Задание 7. Детально изучите данные о влиянии экспозиции на эрозионные процессы и охарактеризуйте процессы, приводящие к развитию различных факторов эрозии (табл. 4.7).

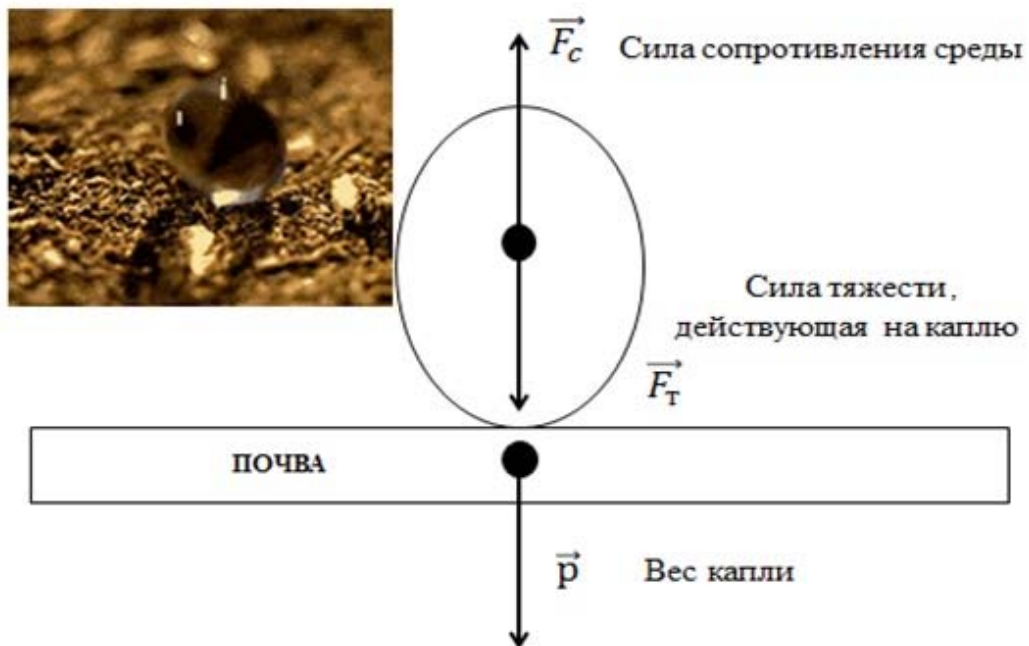
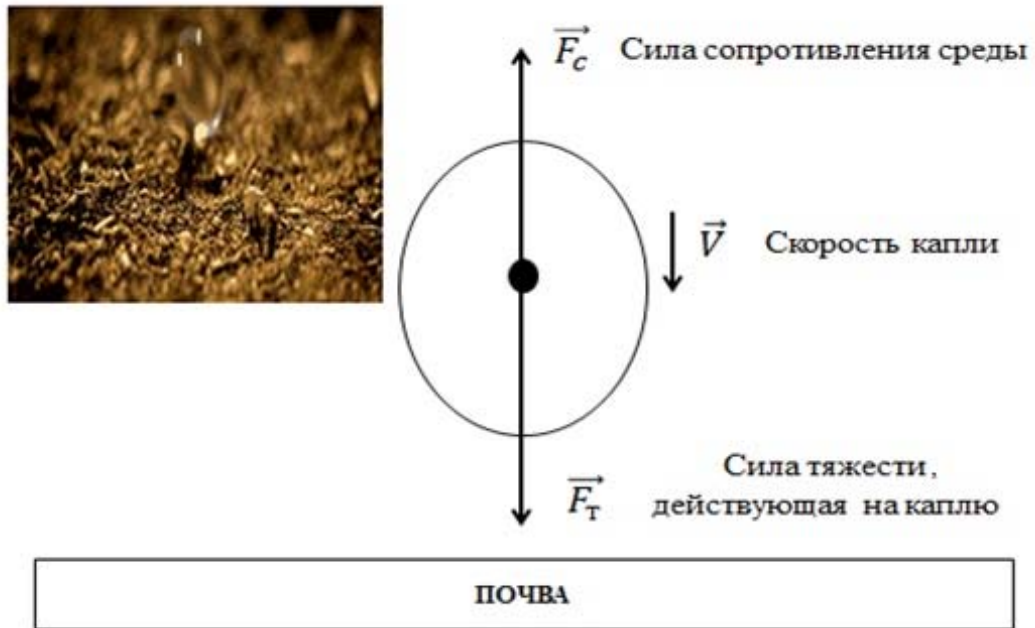
Таблица 4.7. Влияние экспозиции на эрозионные процессы

Показатель факторов эрозии	Экспозиция			
	Северная	Южная	Восточная	Западная
Мощность снежного покрова	1,06	0,84	0,95	1,04
Запас воды в снеге перед снеготаянием	1,08	0,92	0,90	1,10
Сток воды в период весеннего снеготаяния	1,12	0,87	0,87	1,12
Коэффициент весеннего стока талых вод	1,06	0,94	0,96	1,04
Накопление воды в почве после паводка	1,09	0,93	0,96	1,02
Отношение к испаряемости со склонов 5 к испаряемости на ровном месте	0,93	1,05	0,99	0,99
Урожайность сельскохозяйственных культур	1,06	0,86	1,08	1,00
Интенсивность весеннего смыва почв	0,81	1,19	0,97	1,05

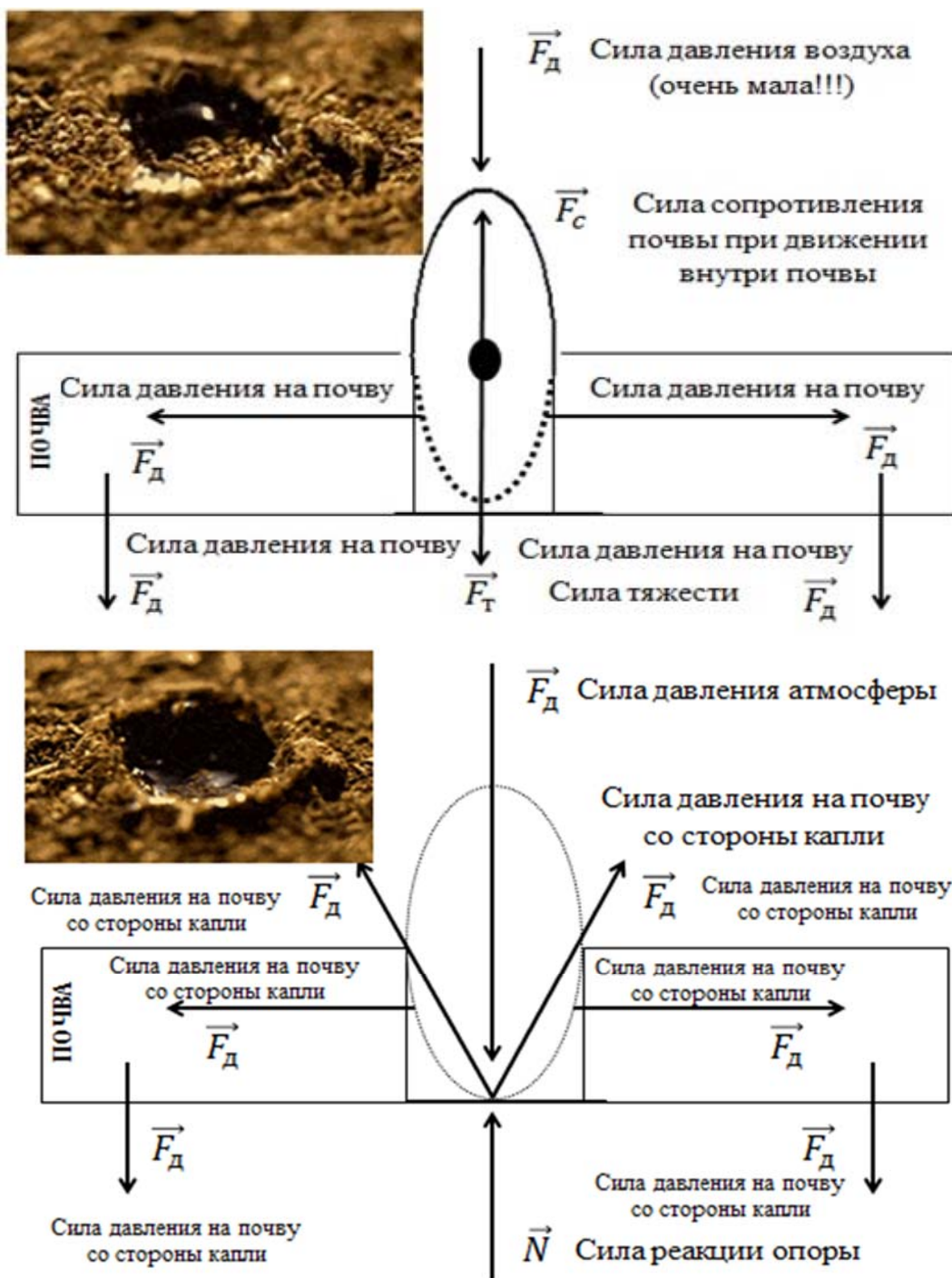
Задание 8. Опишите механизм капельной эрозии почвы. Охарактеризуйте существующие методы изучения интенсивности капельной эрозии, общие принципы, методы и критерии эрозии почв.

Задание 9. Опишите механизм ветровой эрозии почвы.

Задание 10. Опишите механизм взаимодействия капли с поверхностью почв в виде последовательных действий (см. рисунок).



*Физические основы взаимодействия системы «капля – почва» (начало);
окончание см. на с. 45)*



*Физические основы взаимодействия системы «капля – почва»
(окончание; начало см на с. 44)*

Темы докладов и сообщений

1. Закономерности движения жидкости и газа.
2. Основные гидравлические характеристики потока.
3. Режимы течения.
4. Закономерности движения жидкости.

5. Коэффициент шероховатости поверхности.
6. Распределение скоростей водного и воздушного потоков по вертикали.
7. Формирование стока поверхностных вод.
8. Понятия «водораздельная линия», «водосборная площадь», «бассейн».
9. Изменчивость стока.
10. Расчет максимальных объемов талого и ливневого стока заданной обеспеченности. Расчет скорости движения воды по склону.

Контрольные вопросы

1. Каков механизм воздействия дождевой капли на почву?
2. Как вы можете охарактеризовать шкалу интенсивности стока талых вод?
3. Каковы особенности ориентировочного смыва почвы со склонов различной степени крутизны?
4. Каково влияние экспозиции на эрозионные процессы?

Практическая работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕГРАДАЦИИ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БУФЕРНОСТИ ПОЧВ

Цель работы: научиться определять уровень кислотно-щелочной буферности почвы путем регистрации значений рН при добавлении к почвенной суспензии кислоты или основания.

Материалы и оборудование: сито диаметром 1 мм; стаканчик 100 мл; 0,1 М раствор KCl; 0,1 М раствор HCl; 0,1 М раствор NaOH; рН-метр.

Теоретическая часть

Важнейшей характеристикой почв, которую следует учитывать при проведении исследования почвенного покрова, является буферность.

Буферность почвы – способность почвы противостоять изменению своих свойств при воздействии различных факторов, в том числе при осуществлении человеком хозяйственной деятельности. Учиты-

вая, что в процессе сельскохозяйственного использования в почву поступает большое количество соединений в подвижной, наиболее активной форме, под буферной способностью понимают прежде всего *способность почвы противостоять изменению содержания химических элементов в почвенном растворе*. При этом, однако, нужно помнить, что подвижные соединения химических веществ, внесенные в почву, далее могут переходить в сопредельные с почвой среды (природные воды, растения) – в этом случае почва может представлять реальную угрозу для живых организмов.

Принято выделять несколько видов буферности почв; в эколого-агрохимических исследованиях наиболее часто используется понятие «кислотно-щелочная буферность».

Кислотно-щелочная буферность почвы считается одной из фундаментальных почвенных характеристик. Традиционно она определяется как способность почв противостоять изменению значения рН при добавлении кислоты или основания. Первоначально определение работ по буферности почв было связано главным образом с проблемой почвенной кислотности и расчета доз известкования. В последние десятилетия интерес к проблеме кислотно-щелочной буферности резко возрос в связи с неблагоприятным влиянием кислых осадков на почвы и экосистемы в целом во многих странах Северного полушария. В некоторых промышленно развитых регионах Европы, где высока эмиссия кислотных газов (диоксида серы и окислов азота), значение рН дождевых осадков составляет 4,1 – 4,5 единицы. При этом с осадками на поверхность почвы попадает большое количество кислотных агентов, которые серьезно ухудшают свойства малобуферных почв: увеличивают подвижность тяжелых металлов и алюминия, выщелачивают биогенные элементы, разрушают биогенное вещество почвы и, следовательно, ее структуру, и т. д.

Данные по буферности почв могут быть использованы для расчета критической нагрузки на почвенную экосистему, при которой не происходит серьезного изменения ее показателей в худшую сторону.

Практическая часть

Поместите 10 г воздушно-сухой почвы, предварительно просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм, в стаканчик емкостью 100

мл и добавьте 25 мл 0,1 М раствора KCl. Взболтайте суспензию на ротаторе или с помощью магнитной мешалки в течение 30 мин. Затем определите рН потенциометрически. Результат определения занесите в таблицу. После этого в стаканчик (100 мл) добавьте из бюретки 2 мл 0,1 М раствора HCl, если определяется кислотная буферность, или 2 мл 0,1 М раствора NaOH, если определяется щелочная буферность. Суспензию вновь взболтайте в течение 15 мин и вновь определите рН. Данную операцию повторите еще четыре раза.

Форма записи результатов исследования

Буферность	рН при добавлении раствора кислоты или щелочи, мл					Буферная емкость ммоль/(кг · рН)
	0	2	4	6	8	
Кислотная						
Щелочная						

После этого постройте график зависимости рН суспензии от возрастающих доз кислоты или щелочи (в расчете на 2, 4, 6, 8 и 10 мл раствора, что соответствует 20, 40, 60, 80 и 100 молям кислоты или щелочи на 1 кг почвы). Далее определите количество кислоты или щелочи, которое необходимо для сдвига значения рН на единицу.

При выполнении задания используйте следующие **реактивы**:

- раствор KCl 0,1 М: 7,54 г хлорида калия растворите в 992,46 мл дистиллированной воды;
- раствор HCl 0,1 М: к 700 мл дистиллированной воды прибавьте 8,2 мл концентрированной HCl (удельный вес 1,19), перемешайте и доведите до 1 л дистиллированной водой;
- раствор NaOH 0,1 М: 4,001 г гидроксида натрия поместите в фарфоровый стакан вместимостью 1 л и влейте при постоянном перемешивании стеклянной палочкой 906 мл дистиллированной воды. Помешивание продолжайте до полного растворения кусочков щелочи.

Раствор закройте бумагой и оставьте стоять до следующего дня. Если раствор окажется мутным, его необходимо отфильтровать через стеклянную вату или стеклянное полотно. Щелочь следует хранить в склянке с резиновой пробкой.

Темы докладов и сообщений

1. Деградация почв под влиянием кислых осадков.
2. Изменение реакции среды почв.
3. Химическая деградация.
4. Изменение окислительно-восстановительного режима почв.
5. Рекультивация химической деградации почв.
6. Деградация химических свойств почв.
7. Изменение свойств почв под влиянием эрозии и способы их улучшения.

Контрольные вопросы

1. Каковы закономерности устойчивости почв к деградации под влиянием сельскохозяйственного использования?
2. Что такое буферность почвы?
3. Какова роль буферности в распространении деградации почв?

Практическая работа № 6

ИЗВЕСТКОВАНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ КИСЛЫХ ПОЧВ

Цель работы: научиться рассчитывать дозу известковых удобрений для предотвращения деградации почвенного покрова.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Известкование – внесение в почву кальция и магния в виде карбоната, оксида или гидроксида для нейтрализации кислотности – главное и наиболее радикальное средство улучшения свойств кислых почв. Этот прием оказывает многостороннее действие на улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, обеспечение растений кальцием и магнием, влияет на мобилизацию и иммобилизацию макро- и микроэлементов в почве, способствует созданию оптимальных физических, водно-физических, воздушных

и других условий жизни культурных растений. Кислотность почв имеет огромное значение в жизни растений и микроорганизмов и определяет направленность и скорость всех процессов, происходящих в почве.

Образованию кислотности в почве способствуют:

- 1) промывной тип водного режима почвы, сопровождающийся интенсивным вымыванием из корнеобитаемого слоя солей кальция и магния;
- 2) вынос кальция и магния с товарной частью урожая;
- 3) кислотные осадки, которые часто выпадают в последние десятилетия;
- 4) внесение физиологически кислых минеральных удобрений;
- 5) использование в качестве органического удобрения кислого торфа.

Почвенная кислотность обусловлена наличием ионов водорода. В зависимости от того, в каком состоянии находятся в почве водородные ионы, различают актуальную (активную) и потенциальную (скрытую) формы кислотности.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от рН 3 до 9. Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников. Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

Актуальная кислотность почвенного раствора обусловлена наличием ионов водорода в почвенном растворе, имеет очень динамичный характер и зависит от наличия в нем свободных слабых кислот, кислых солей и степени их диссоциации. В большинстве почв актуальная кислотность зависит от уровня угольной кислоты и ее кислых солей, количественно изменяющихся в течение вегетационного периода растений.

Потенциальная кислотность зависит от количества поглощенных ионов водорода и алюминия. При взаимодействии почвенного поглощающего комплекса (ППК) с растворами солей ионы водорода и алюминия вытесняются в раствор и определяют величину потенциальной кислотности. С точки зрения характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности – обменную и гидrolитическую.

Обменная кислотность проявляется при взаимодействии ППК с растворами нейтральных солей. Обменная кислотность представляет собой одну из наиболее отрицательно влияющих частей почвенной кислотности. Она наиболее ярко проявляется в подзолистых и дерново-подзолистых почвах, в которых в силу генетических особенностей почвенный поглощающий комплекс не насыщен основаниями.

Гидролитическая кислотность выявляется при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочной соли. При этом происходит более полное вытеснение из ППК прочно связанных ионов водорода. Гидролитическая кислотность обычно больше обменной, так как при реакции почвы с раствором гидролитически щелочной соли вытесняется, помимо подвижных H^+ ионов, и менее подвижная часть поглощенных ионов водорода.

Для выявления степени кислотности почв на практике чаще определяют величину рН солевой вытяжки. При этом учитывается не только обменная кислотность, но и актуальная. По величине рН солевой вытяжки определяется степень кислотности почв и проводится их группировка (табл. 6.1).

Наиболее негативное влияние на жизнедеятельность растений и почвенных микроорганизмов оказывают очень сильная и сильная кислотность ($pH < 4,5$) почв.

Таблица 6.1. Группировка величины рН

Характеристика почв по уровню кислотности	pH_{H_2O}	Характеристика почв по уровню кислотности	pH_{KCl}
Сильнокислые	3,0 – 4,5	Очень сильная	$\leq 4,0$
Кислые	4,5 – 5,5	Сильная	4,1 – 4,5
Слабокислые	5,5 – 6,5	Средняя	4,6 – 5,0
Нейтральные	6,5 – 7,0	Слабая	5,1 – 5,5
Слабощелочные	7,0 – 7,5	Близкие к нейтральным	5,6 – 6,0
Щелочные	7,5 – 8,0	Нейтральная	$\geq 6,1$
Сильнощелочные	$> 8,5$		

Повышенная кислотность почвенной среды приводит к целому ряду негативных явлений: снижению биологической активности почвы, разрушению почвенных коллоидов, в результате чего уменьша-

ется физико-химическая поглотительная способность, ухудшается буферность почвы. В кислой почвенной среде увеличивается подвижность тяжелых металлов и других токсикантов и их поступление в растения. В почвах, имеющих повышенную кислотность, эффективность удобрений снижается на 30 – 40 %.

По отношению к кислотности почвы и известкованию сельскохозяйственные культуры подразделяют на пять групп:

1) культуры, наиболее чувствительные к реакции среды пахотного горизонта: люцерна, эспарцет, сахарная, столовая и кормовая свекла, озимая пшеница, капуста, лук, клевер, чеснок, ежа сборная, коострец, смородина;

2) культуры, чувствительные к повышенной кислотности и хорошо отзывающиеся на известкование: ячмень, яровая пшеница, кукуруза, соя, фасоль, горох, вика, кормовые бобы, клевер, огурец, салат, брюква, турнепс, лисохвост, овсяница луговая, мятлик, яблоня, слива, вишня, земляника;

3) менее чувствительные к повышенной кислотности почв культуры: рожь, овес, просо, гречиха, тимофеевка, груша;

4) культуры, легко переносящие умеренную кислотность, но плохо – нарушение соотношения между кальцием и калием, магнием и бором и требующие известкования только средне- и сильнокислых почв: лен, картофель, люпин, морковь, томат, подсолнечник;

5) культуры, переносящие повышенную кислотность и слабо нуждающиеся в известковании: щавель, сераделла, крыжовник.

Практическая часть

Задание 1. С использованием литературы определите оптимальные уровни рН для каждой из групп растений.

Задание 2. Распишите процесс нейтрализации кислотности почвы при внесении известковых удобрений.

Задание 3. Какой минеральной базой обладает Владимирская область? Перечислите районы и величину добычи.

Задание 4. Согласно выданному варианту (табл. 6.2) рассчитайте дозы известки с учетом гранулометрического состава почвы и величины pH_{KCL} (табл. 6.3).

Таблица 6.2. Известковое удобрение и количество CaCO₃

Вариант	рН	Содержание CaCO ₃								
		Доломитовая мука	Сыро-молотый доломит	Известняковая мука	Мел	Известковые туфы	Мергель	Торфотуфы	Дефекат	Гашеная известь
1	4,59	97	95	85	63	90	49	16	63	97
2	5,68	95	94	83	78	92	38	24	68	97
3	5,72	97	96	99	91	94	30	49	74	98
4	4,85	95	94	97	85	95	33	27	71	99
5	4,97	98	97	90	73	93	27	50	69	99
6	5,03	99	98	80	74	97	36	38	79	99
7	5,17	96	95	88	82	92	28	44	80	98
8	4,73	96	95	98	90	96	44	33	64	97
9	5,32	95	94	87	69	98	29	26	78	99
10	4,68	96	95	84	64	97	37	15	73	97

Вариант	рН	Содержание CaCO ₃								
		Доломитовая мука	Сыро-молотый доломит	Известняковая мука	Мел	Известковые туфы	Мергель	Торфотуфы	Дефекат	Гашеная известь
11	5,44	95	94	83	89	95	39	48	65	99
12	5,14	96	95	84	71	91	44	20	66	97
13	5,70	96	95	91	84	93	34	37	71	98
14	5,29	96	95	98	88	95	31	38	73	99
15	4,91	97	96	93	79	94	30	39	70	99
16	5,00	99	97	85	74	95	31	44	74	99
17	5,10	98	96	84	78	94	32	41	80	99
18	4,95	96	95	93	86	94	36	39	72	98
19	5,03	96	94	92	79	97	37	30	71	98
20	5,00	96	94	85	66	98	33	21	76	98

Таблица 6.3. Определение дозы извести с учетом гранулометрического состава почвы и величины рН_{KCl}

Гранулометрический состав	Уровень рН							
	≤ 4,5	4,6 – 4,7	4,8 – 4,9	5,0 – 5,1	5,2 – 5,3	5,4 – 5,5	5,6 – 5,7	≥ 5,8
Песчаные почвы	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	–	–
Супесчаные почвы	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	–	–
Легкосуглинистые почвы	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	3,5	–
Среднесуглинистые почвы	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Тяжелосуглинистые почвы	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,0	4,5
Глинистые почвы	11,0	9,0	8,0	7,5	7,5	6,5	6,0	5,0

Дм – доломитовая мука (содержит более 95 % CaCO₃); С – сыромолотый доломит (содержит не менее 90 % CaCO₃); Им – известняковая мука (содержит более 80 % CaCO₃); М – мел (содержит 63 – 91 % CaCO₃); Ит – известковые туфы (содержат 90 – 98 % CaCO₃); М – мергель (содержит 25 – 50 % CaCO₃); Т – торфотуфы (содержат 10 – 50 % CaCO₃); Д – дефекат (содержит 63 – 80 % CaCO₃); Г – гашеная известь (содержит 97 – 100 % CaCO₃).

Задание 5. На основе выданных преподавателем данных (см. табл. 6.2) рассчитайте необходимое количество внесения известковых удобрений под величину рН.

Пример решения. Согласно табл. 6.1 реакция почвенной среды составляет 5,9 рН, почва – тяжелосуглинистая. Согласно заданию необходимо рассчитать дозу внесения доломитовой муки, в которой содержится 96 % CaCO₃. Следовательно, согласно табличным данным необходимо внести 4,5 т/га. Однако содержание CaCO₃ составляет 96 %, поэтому необходимо внести 4,69 т/га CaCO₃.

Задание 6. Изучите данные по количеству CaCO₃, необходимому для нейтрализации минеральных удобрений (табл. 6.4).

Таблица 6.4. *Количество CaCO₃, необходимое для нейтрализации минеральных удобрений (по данным ВНИИУА)*

Удобрение	CaCO ₃ , т/1 т удобрения	Удобрение	CaCO ₃ , т/1 т удобрения
Аммиачная селитра	0,75	Безводный аммиак	1,50
Мочевина	0,8	Аммиачная вода	0,50
Сульфат аммония	1,25	Калийные удобрения	0,16
Хлористый аммоний	1,40	Суперфосфат	0,20

Задание 7. Рассчитайте расход извести на пашне для сдвига величины рН до оптимальных значений, используя данные табл. 6.5.

Таблица 6.5. Расход извести для сдвига величины рН до оптимальных значений

Тип почвы	Исходное значение рН _{КСl}	Оптимальное значение рН _{КСl}	Разница рН	Норма расхода СаСО ₃ для сдвига	
				на 0,1 рН	до оптимального рН
Дерново-подзолистая	4,5	5,8	1,5	0,74	11,1
	4,6 – 5,0	5,8	1,0	0,92	9,2
	5,1 – 5,5	5,8	0,5	1,20	6,0
Серая лесная	4,5	5,9	1,6	0,77	12,3
	4,6 – 5,0	5,9	1,1	0,97	10,6
	5,1 – 5,5	5,9	0,6	1,29	7,7

Задание 8. По выданным преподавателем данным (табл. 6.6) рассчитайте дозу извести в действующем веществе, т/га, по следующей формуле:

$$D = 1,5 H_r,$$

где H_r – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы; 1,5 – коэффициент, который получают с помощью следующего расчета: 1 мг-экв H эквивалентен 50 мг СаСО₃. Поскольку гидролитическую кислотность H_r выражают в миллиграммах эквивалента на 100 г почвы, то для перехода к массе почвы пахотного слоя 0 – 20 см (которая равна 3 000 000 кг) на площади 1 га 50 умножают на 10 (для перехода от 100 г к 1 кг почвы) и на 3 000 000; для того чтобы от миллиграммов перейти к тоннам, результат умножения делят на 1 000 000 000. В результате выполнения этих действий получается коэффициент 1,5.

Таблица 6.6. Данные для расчета дозы извести

Вариант	Гидролитическая кислотность H_r			
	1	2	3	4
1	1,37	0,8	1,2	1,13
2	1,9	1	0,99	1,15
3	3,31	3,5	2,81	2,41
4	2,17	2,43	2,14	2,52
5	1,73	1,03	1,53	2,62
6	2,57	1,3	2,3	3,71
7	1,2	0,7	1,1	2,16
8	0,9	1	1,2	1,06
9	5,1	1,6	0,85	2,52

Вариант	Гидролитическая кислотность H_T			
	1	2	3	4
10	1,69	1	1,8	1,31
11	0,79	0,5	0,7	1,28
12	2,3	1	1,3	1,1
13	2,2	0,8	0,7	1,4
14	1,27	1	0,9	1,63
15	1,06	1,1	0,8	1,01
16	1,06	1,1	0,8	2,68
17	0,8	0,6	0,72	0,93
18	1,52	0,8	1,46	0,93
19	1,86	1,6	1,36	1,5
20	0,62	0,83	0,81	0,73

Влажность не более 12 %, количество частиц крупнее 1 мм – не более 6 %

Задание 9. По выданным преподавателем данным рассчитайте дозу внесения конкретных известковых удобрений в физическом весе, т/га, с учетом содержания в них суммы нейтрализующих кислотность веществ в расчете на чистый CaCO_3 количества крупных частиц (более 1 мм) и влажности материала, по следующей формуле:

$$H = \frac{D \cdot 100 \cdot 100}{C(100 - K)} \frac{100}{100 - B},$$

где D – доза извести в действующем веществе, т/га; C – содержание CaCO_3 в удобрении, %; K – количество частиц крупнее 1 мм, %; B – влажность известкового удобрения, %.

Темы докладов и сообщений

1. Фосфоритование кислых почв.
2. Устранение кислотности почв.
3. Состав обменных катионов и кислотно-основные свойства почв.
4. Снижение химической деградации почв.
5. Разработка технологических приемов (способов), направленных на оптимизацию кислотно-основного режима почвы.
6. Применение известковых материалов с фосфогипсом.
7. Определение нуждаемости почв в известковании.
8. Известкование кислых почв.
9. Известкование почвы в разных севооборотах.

Контрольные вопросы

1. Каков механизм формирования кислотности почвы?
2. Какие почвенные свойства изменяются под влиянием почвенной кислотности?
3. С чем связано негативное влияние кислых почв на растения?
4. Какие нарушения происходят в растениях при повышенной кислотности почвы?
5. Подвижность каких тяжелых металлов увеличивается с ростом рН?
6. Закрепление каких тяжелых металлов увеличивается с ростом рН?
7. Каков механизм влияния извести на кислотность почвы?

Практическая работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ТОКСИКОЗА ПОЧВЫ

Цель работы: научиться определять величину общего токсикоза почвенного образца путем метода биотестирования.

Материалы и оборудование: чашки Петри; пипетка; растительный материал; пинцет; аналитические весы; термостат; дистиллированная вода.

Теоретическая часть

Биотестирование – это методический прием, позволяющий в лабораторных условиях выявить токсичность почвы по реакции живых организмов – биотестов. В качестве биотестов могут быть использованы животные, растения и микроорганизмы. Методы биотестирования позволяют существенно дополнить оценку экосистемы, которую проводят с помощью общепринятых аналитических методов. Известно, что почва аккумулирует загрязнители, поступающие в нее с пылевидными выпадениями, дождевыми потоками и т. д. Количество и сочетание загрязнителей при этом разнообразны: отходы промыш-

ленного и сельскохозяйственного производства, выхлопные газы автотранспорта, коммунально-бытовые отходы. Многие из загрязнителей, вступая между собой в сложные химические и физико-химические взаимоотношения, подвергаясь фотохимическому воздействию, могут значительно изменять свою токсичность – как в сторону снижения, так и в сторону увеличения. Итогом этих реакций может быть **изменение общей токсичности среды обитания**. В таких условиях определение состава загрязнителей при помощи стандартных физико-химических методов очень сложно, а зачастую и невозможно, так как требует больших затрат времени, разнообразных химических реактивов и дорогостоящих сложных приборов. Но даже определив общий состав загрязнителей, исследователи часто не в состоянии ответить на вопрос, каково их суммарное действие на биологические системы. Интегральную оценку комплексного влияния поллютантов можно дать только с помощью тест-организмов. Используя индикаторный организм, можно изучить воздействие на него сразу всех факторов (положительных и отрицательных), и по изменению его состояния дать общую оценку токсичности среды.

При оценке токсичности почвы в качестве биотестов, как правило, используются растения. Известно, что устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды зависит от его возраста, а точнее, от фазы индивидуального развития. Прорастание семян – наиболее уязвимый этап индивидуального развития высших растений, когда наблюдается минимальная устойчивость к неблагоприятным факторам и, соответственно, максимальная чувствительность к их воздействию. В связи с этим растения в эту фазу развития представляют собой наиболее привлекательный объект тестирования, а различные параметры прорастания выступают показателями при проведении экологических экспериментов. Основными параметрами, изучаемыми в процессе биотестирования, считаются всхожесть и энергия прорастания семян.

Всхожесть – показатель, который характеризуется количеством семян, нормально проросших за определенный период времени при определенных оптимальных условиях проращивания (за исключением изучаемого фактора), по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян; выражается в процентах.

Энергия прорастания – это количество семян, нормально проросших за определенный срок (более короткий, чем установлен для определения всхожести), по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян; выражается в процентах.

Токсичность почвы является результатом нарушения экологического равновесия в системе «почва – растение». Результат этого – перегруппировка почвенных микроорганизмов для определения значимости патогенной для растительных и животных организмов микрофлоры.

Метод заключается в определении всхожести и энергии прорастания семян, помещенных в чашки Петри.

При проращивании семян необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) поддерживать в термостате требуемую температуру;
- 2) ежедневно в чашки Петри пипеткой добавлять по 2 мл дистиллированной воды;
- 3) ежедневно на несколько секунд приоткрывать чашки Петри для проветривания и предупреждения заплесневения семян.

Опыт проводится в *нескольких* повторностях с последующей статистической обработкой. Результаты сравниваются с данными, полученными при определении всхожести и энергии прорастания семян в чашке Петри с незагрязненной (контрольной) почвой.

Практическая часть

Освободите почву от крупных корневых остатков с помощью пинцета и тщательно перемешайте металлическим шпателем. Навеску почвы 60 г поместите в чашку Петри. Почву увлажните до состояния густой пасты и тщательно размажьте по чашке Петри. На поверхности почвенной пластинки разложите 50 семян тест-культуры, предварительно замоченных в течение суток. Одновременно в другую чашку Петри на незагрязненную почву поместите такое же количество семян для контроля. Семена проращивают в термостате при температуре 27 °С и после периода инкубации (для определения энергии прорастания – через 3 – 4 дня, всхожести – 5 – 7 дней). В ходе проращивания по мере необходимости увлажняйте семена.

Результаты учета энергии прорастания и всхожести в опытной и контрольной почве служат для определения степени токсичности почвы. По результатам эксперимента заполните таблицу.

№ п/п	Показатель	Общее количество семян	Количество проросших семян	Процент проросших семян
1 ... 4	Всхожесть Энергия прорастания			
Среднее значение всхожести	Всхожесть Энергия прорастания			

Темы докладов и сообщений

1. Биологическая деградация почв.
2. Биологическая активность в процессе деградации и воспроизводства плодородия почв.
3. Биологические особенности древесных пород.
4. Загрязнение тяжелыми металлами и почвенная биота.
5. Микробные сообщества и их функционирование в процессах деградации и самовосстановления почв на кислых почвах.
6. Негативные изменения микробных комплексов при деградации почв.
7. Роль живых организмов в создании условий плодородия почв.

Контрольные вопросы

1. Что такое индикаторный организм и тест-организм?
2. Какова роль биотестирования в характеристике процессов деградации почв?
3. Что такое «токсикоз почв»? Перечислите основные факторы возникновения ответа почвы на негативные воздействия.
4. Какие основные загрязняющие вещества формируют токсикоз почв?

Практическая работа № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОГО ТОКСИКОЗА

Цель работы: научиться определять микробный токсикоз почвы методом почвенных пластин с инициированным микробным сообществом.

Материалы и оборудование: чашки Петри; пипетка; растительный материал; пинцет; аналитические весы; крахмал; дистиллированная вода.

Теоретическая часть

Фитотоксичные формы имеются у всех основных форм почвенных микроорганизмов и встречаются во всех почвах. Источниками поступления в почву фитотоксичных веществ помимо фитотоксинов могут служить продукты разложения послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур, а также прижизненные выделения надземных и подземных органов растений.

Микробный токсикоз определяют методом почвенных пластин с инициированным микробным сообществом, которое получают после обогащения образца почвы крахмалом или глюкозой. Разница в результатах, полученных этими методами, свидетельствует о наличии микробного токсикоза.

Фитотоксичность почвы определяют, сравнив показатели прорастания семян под действием вытяжки из изучаемой почвы с данными, полученными с незагрязненной почвы.

В качестве критерия фитотоксичности почвы используют кратность снижения контролируемых показателей в опытной почве по сравнению с незагрязненной. Фитотоксичность оценивается по 5-балльной системе.

Полученная оценка считается дополнительным показателем характеристики почвы и определения степени ее деградации (табл. 8.1, 8.2), вызванной комплексом антропогенных факторов, влияющих на условия сохранения жизнеспособных функций почвенного покрова.

Таблица 8.1. *Критерии оценки степени деградации почвы по фитотоксичности*

Показатель	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Фитотоксичность почвы, кратность снижения всхожести и энергии прорастания	< 1,1	1,1 – 1,20	1,21 – 1,4	1,41 – 2,0	> 2,0

Таблица 8.2. *Критерии для выделения зон экологической напряженности по фитотоксичности почвы*

Снижение числа проростков	Площадь проявления показателя, %			
	< 5	5 – 19	20 – 50	> 50
Менее чем в 1,1 раза	1	1	1	1
В 1,1 – 1,2 раза	2	2	2	2
В 1,2 – 1,4 раза	2	3	3	4
В 1,4 – 2,0 раза	3	3	4	5
Более чем в 2,0 раза	3	4	4	5

Примечание. 1 – зона относительного благополучия; 2 – зона экологического риска; 3 – зона экологического кризиса; 4 – зона экологического бедствия; 5 – зона экологической катастрофы.

Практическая часть

На поверхность почвенной пластинки в чашке Петри нанесите тонкий слой крахмала в виде полоски толщиной 1 см по диаметру чашки. Для этого на почвенную пластинку осторожно положите два чистых листа бумаги так, чтобы расстояние между ними было 1 см; чашку с почвой переверните и по диаметру чашки приложите на 1 с к крахмалу. Лишнее количество крахмала необходимо сдуть сжатым воздухом так, чтобы осталась тонкая полоска толщиной не более 2 – 3 слоев крахмальных зерен. Чашки с почвой поместите в другие чашки большего размера, на дно которых налита дистиллированная вода для поддержания постоянной влажности. Почву следует инкубировать во влажной камере в течение двух недель при температуре 25 °С. Затем на поверхности почвы расположите 50 семян тест-культуры. Через 3 – 5 суток определите энергию прорастания и всхожесть

семян и сравните их с результатами, полученными в опыте по определению токсикоза почвы методом почвенных пластин. Результаты занесите в итоговую таблицу.

Показатель	Общее количество семян	Количество проросших семян	Процент проросших семян
Всхожесть			
Энергия прорастания			

Темы докладов и сообщений

1. Оценка биологической активности почвы.
2. Рекультивация биологической деградации почв.
3. Синэкологические показатели состояния микробных сообществ при деградации почв.
4. Способы улучшения биологических свойств почвы.
5. Уменьшение количества элементов питания растений в почвах.
6. Повышение концентрации токсичных для растений веществ.
7. Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на гумусное состояние почв.

Контрольные вопросы

1. Какие основные фитотоксичные формы в почвах существуют?
2. Что такое фитотоксичность?
3. В чем заключается химическая природа фитотоксических веществ?

Практическая работа № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ МЕТОДОМ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

Цель работы: изучить прорастание семян в чашках Петри с фильтровальной бумагой, увлажненной водной вытяжкой из изучаемой почвы.

Материалы и оборудование: чашки Петри; сито 0,5 мм; дистиллированная вода; колба емкостью 100 – 150 мл; термостат.

Теоретическая часть

Метод определения токсичности почв методом водной вытяжки основан на изучении характеристик прорастания семян (всхожести и энергии прорастания), помещенных в чашки Петри с фильтровальной бумагой, увлажненной водной вытяжкой из изучаемой почвы. После установленного периода инкубации в оптимальных для прорастания условиях температуры и увлажнения учитывается количество проросших семян и рассчитывается их процент от общего количества, помещенного в чашки Петри.

К числу всхожих семян у пшеницы и ржи относят семена, имеющие нормально развитые корешки, размером не менее длины семени, и росток, составляющий не менее половины длины семени. У ячменя и овса должны быть нормально развиты корешки или один главный корешок длиной не менее длины семени. По всем остальным культурам к всхожим относят семена, имеющие нормально развитый корешок размером не менее длины семени, а у семян круглой формы – не менее диаметра семени.

Практическая часть

Задание 1. Определите величину токсичности почвенных образцов.

Для проведения опыта необходимо отобрать пробы почвы в местах предполагаемого загрязнения. Контрольные образцы следует взять в лесу или в лесопарковой зоне на существенном расстоянии от источников загрязнения. Разотрите высушенную пробу почвы и просейте через сито 0,5 мм. Приготовьте водные вытяжки из проб почвы по следующей методике. Навеску почвы 20 г поместите в коническую колбу емкостью 100 – 150 мл и долейте 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы взболтайте и оставьте на 24 ч. После отстаивания профильтруйте почвенный раствор. В сушильном шкафу продезинфицируйте чашки Петри при температуре 130 °С в течение двух часов. Затем нарежьте фильтровальную бумагу соответственно размеру чашки Петри, увлажните ее до полной влагоемкости, опуская в фильтрат и давая стечь избытку влаги. Увлажненную фильтровальную бумагу уложите в чашку Петри в 2 – 3 слоя. На верхнюю крышку чашки поместите бумагу, диаметр которой на 2 см больше диаметра чашки, также предварительно доведя ее до полной влагоемкости. Опыт проведите в трех

повторностях. В каждую из трех чашек Петри отсчитайте по 50 – 100 семян сельскохозяйственных культур. Семена равномерно разложите в чашках на расстоянии 0,5 – 1,5 мм и закройте крышками. Затем поместите их в термостат при температуре 25 – 27 °С. Через 3 – 4 суток определите энергию прорастания семян, а через 7 – 8 суток – их всхожесть.

Задание 2. Заполните таблицу.

Показатель	Общее количество семян	Количество проросших семян	Процент проросших семян
Всхожесть			
Энергия прорастания			

Темы докладов и сообщений

1. Технологии производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.
2. Деграция почв и микробное образование газов.
3. Восстановление потерь почвенного гумуса биомассой корневых и пожнивных остатков.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность анализа токсичности почв методом водной вытяжки?
2. От чего зависит энергия прорастания?
3. От чего зависит всхожесть?

Практическая работа № 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ ПО ВЫТЯЖКЕ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: изучить прорастание семян в чашках Петри с фильтровальной бумагой, увлажненной вытяжкой из растительной продукции.

Материалы и оборудование: чашки Петри; растительный материал; терка; дистиллированная вода; стаканчики.

Теоретическая часть

Метод установления уровня токсичности почвы по вытяжке из растительной продукции основан на высокой отзывчивости семян на токсические вещества. Токсичность определяют, учитывая снижение длины корней проростков семян в растворах препаратов вытяжек конечной продукции в сравнении с контролем, выражают в процентах. Анализы лучше выполнять, используя свежий материал. Образцы следует измельчить с помощью терки из нержавеющей стали, для того чтобы получить однородную массу.

При анализе зерна необходимо соблюдать все требования, предъявляемые для подготовки образцов злаков к процедуре. Воздушно-сухие образцы должны быть измельчены.

Практическая часть

Тщательно отобранные семена поместите в стеклянные стаканчики по 150 штук. Количество стаканчиков с семенами должно соответствовать числу анализируемых образцов. Предварительно необходимо определить всхожесть семян (не менее 90 – 95 %). Для проведения опыта подготовьте водопроводную воду (прокипятите 10 – 15 мин, после чего закройте ватной пробкой и дайте остыть). Пробу сырого гомогенизированного растительного материала следует отжать в марле или в белой синтетической ткани, затем мерной пипеткой отобрать аликвоту 4 см³, которой заливают помещенные в стаканчик семена. Пробу сухого гомогенизированного растительного материала залейте водой (2:1); ее необходимо встряхивать в течение 2,5 ч. После этого из полученной жидкости отберите 4 см³ и залейте ею семена биотеста. Через 24 ч семена разложите из стаканчиков на чашки Петри, подготовленные следующим образом: на дно каждой чашки укладывают три бумажных фильтра, соответствующих размеру дна чашки, которые смачивают 5 см³ водопроводной воды (после кипячения и охлаждения). Поверхность фильтров необходимо тщательно выровнять.

Семена из стаканчика разложите на три чашки Петри (в каждую по 50 штук). Таким образом, достигается трехкратная повторность, необходимая для оценки достоверности результатов. Когда все семена будут перенесены на чашки Петри и равномерно распределены на

фильтрах, их необходимо поместить в термостат при температуре 25 °С. Через 2 – 3 суток мерной линейкой измеряют общую длину проростков и учитывают количество непроросших семян на каждой чашке.

Для того чтобы определить среднюю длину проростков на каждой чашке, делят общую длину проростков на количество проросших на чашке семян. Далее определяют среднее арифметическое из трех повторений по результатам для каждого варианта. Среднее арифметическое длины проростка, полученное при контрольном варианте, соответствует 100 %, а результаты других вариантов сопоставляются с контролем и выражаются в процентах. Разность между установленной процентной величиной и контролем характеризует уровень фитотоксичности (см. таблицу).

Классификация почв по фитотоксичности

Класс опасности	Фитотоксичность	Эффект торможения роста корней, %
1	Чрезвычайная	> 75
2	Высокая	50 – 75
3	Умеренная	20 – 50
4	Низкая	< 20

Темы докладов и сообщений

1. Методологические аспекты проблемы деградации почв, методы ее предупреждения.
2. Восстановление техногенных ландшафтов.
3. Гумусное состояние почв при сельскохозяйственном использовании.

Контрольные вопросы

1. Каков механизм воздействия токсических веществ на семена, применяемые в опыте?
2. Что такое фитотоксичность и чем она обусловлена?
3. Что такое острая, хроническая и остаточная фитотоксичность?
4. Какие факторы окружающей среды проявляют фитотоксичность?
5. Какие основные фитотоксические элементы преобладают в почве?

Практическая работа № 11

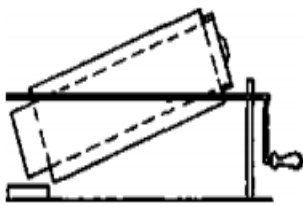
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ ЭРОЗИОННО ОПАСНОЙ ФРАКЦИИ

Цель работы: научиться определять содержание в почве эрозионно опасной фракции.

Материалы и оборудование: ротационное сито; весы; сита разных размеров.

Теоретическая часть

Исследованиями установлено, что для полного предотвращения выдувания поверхностного слоя в почве должно содержаться не более 26 % фракций эрозионно опасного размера (менее 1 мм) и не менее 50 % фракций размером более 1 мм.



Ротационное сито

Для ускоренного просеивания целесообразно применять ротационное сито (см. рисунок). Прибор состоит из полого цилиндра, выполненного из кровельного железа. Внутри него концентрично вставлен второй цилиндр из металлической сетки с отверстиями размером 1 – 1,3 мм. В нижней части внутренний цилиндр выступает из внешнего. В верхней части сетчатый цилиндр закрывают крышкой. Оба цилиндра посредством приводной ручки крепятся на опоры основания.

Практическая часть

Задание 1. Определите содержание эрозионно опасной фракции в образцах почв.

Навеску (0,5 – 2,0 кг) воздушно-сухой почвы просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 – 1,3 мм и помещают ее во внутренний (сетчатый) цилиндр, закрывают его крышкой и приводят во вращательное движение. Все агрегаты размером менее 1 мм проходят через цилиндрическое сито и по наклонной стенке внешнего сита. Образец почвы готовят к анализу таким же способом, что и для определения

структуры почвы по методу Н. И. Саввинова. Об устойчивости к ветровой эрозии судят по отношению массы фракций размером менее 1 мм к массе, взятой для анализа почвы:

$$U_B = \frac{B - B_1}{B} 100,$$

где B – масса образца почвы, взятого для анализа; B_1 – масса фракций размером менее 1 мм.

Задание 2. На основании полученных данных заполните таблицу.

Номер образца	Масса образца почвы, взятого для анализа	Масса фракций размером менее 1 мм	Ветроустойчивость

Темы докладов и сообщений

1. Использование почвозащитных свойств растительности.
2. Коэффициенты сопротивления движению частиц почвы для ветровой эрозии.
3. Критические скорости водного и воздушного потоков, соответствующие разным уровням смыва и дефляции почв.
4. Объединенный график движущих сил, сопротивлений, критических скоростей и траекторий частиц грунта при ветровой эрозии.
5. Эрозия и дефляция почв, классификация эрозионных процессов.
6. Охрана почв от воздействия эрозии и дефляции.
7. Последствия физической деградации почв.
8. Природные и антропогенные причины, вызывающие эрозионные и дефляционные процессы.
9. Прогнозирование ветровой эрозии почв.
10. Противодефляционная стойкость почв.

Контрольные вопросы

1. Почему фракция размером более 1 мм так важна для характеристики процессов эрозии почвы?
2. Для чего необходимо знать содержание эрозионно опасной фракции?
3. Каковы условия возникновения эрозии почвы?

Практическая работа № 12

РАСЧЕТ ВНЕСЕНИЯ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ

Цель работы: научиться определять уровень плодородия почвы, рассчитывать дозу внесения удобрений и его экологический эффект.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Плодородие почвы – это эмерджентное свойство, формирующееся в результате почвообразовательного процесса и проявляющееся в способности обеспечивать потребность растений в элементах питания, воде, воздухе, тепле, рыхлости для корней и прочих благоприятных условиях произрастания и в совокупности обеспечивающее урожай сельскохозяйственных растений.

Различают потенциальное (естественное), искусственное и эффективное плодородие почвы.

Потенциальное плодородие определяется общим запасом в почве питательных веществ, влаги, а также другими условиями жизни растений.

Искусственное плодородие – это результат агрономического воздействия на почву, целиком зависящий от антропогенного воздействия.

Эффективное (актуальное, экономическое) плодородие – возможность использования элементов плодородия растениями в данном году, т. е. возможность земли продуцировать биомассу растений; представляет собой совокупность естественного и искусственного плодородия, зависит от проведенного комплекса агротехнических мероприятий.

Эффективное плодородие – очень динамичное свойство почвы, способное быстро изменяться под влиянием природных условий и агротехнических приёмов, количественно – это единица сельскохозяйственной продукции на единицу площади.

При большом потенциальном плодородии почвы эффективное плодородие может быть небольшим, и, наоборот, при соответствующем уровне агротехники можно обеспечить высокое эффективное плодородие малоплодородных почв. Важнейшими элементами плодородия почвы считаются: содержание необходимых для растений питательных веществ и их формы (внесение минеральных и органических удобрений); наличие доступной для растений влаги, уровень устойчивости влажности; хорошая аэрация почвы как важное условие развития корневых систем, жизнедеятельность микроорганизмов, обеспечивающих разложение органических и накопление питательных веществ в форме, усвояемой высшими растениями; механический состав, структурное состояние и строение; низкое содержание токсических веществ, реакция и др.

Главный прием, который помогает регулировать запасы питательных веществ в почве, в особенности в доступных растениям подвижных формах, – внесение минеральных и органических удобрений. Существенное значение имеют введение в севообороты бобовых культур и улучшение условий для жизнедеятельности азотобактера и других организмов, усваивающих азот из атмосферы.

Плодородие почвы сильно снижается при наличии в ней вредных химических соединений (закисных соединений железа, подвижных соединений алюминия), накапливающихся обычно в условиях застойного переувлажнения.

Применение минеральных удобрений оказывает большое влияние на продуктивность сельскохозяйственного производства путем оптимизации агрохимических свойств почвы и повышения плодородия, улучшения баланса и круговорота питательных элементов в системе «почва – растение», повышения урожайности сельхозкультур и улучшения качества получаемой растениеводческой продукции.

При низком уровне плодородия почвы необходимо планировать расширенное, а при высоком – простое воспроизводство. Дозы удобрений для достижения планируемого уровня содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве рассчитывают по формуле

$$D = 0,1(C_2 - C_1) H,$$

где D – количество удобрений, необходимых для доведения содержания P_2O_5 или K_2O в почве до планируемого уровня, кг д. в./1 га;

C_1 и C_2 – соответственно фактическое и планируемое (желаемое) содержание P_2O_5 или K_2O в почве, мг/кг; H – доза питательных веществ P_2O_5 или K_2O , требуемая для увеличения их содержания в почве на 1 мг/100 г (10 мг/кг).

Например, требуется довести содержание подвижного P_2O_5 в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве до 120 мг/кг при его исходном содержании 60 мг/кг. В этом случае сверх выноса фосфора растениями необходимо внести за севооборот: $D = 0,1(120 - 60)70 = 420$ кг/га P_2O_5 .

Нормативные затраты, требуемые на повышение содержания P_2O_5 и K_2O в почвах на 1 мг/100 г (10 мг/кг), приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1. *Нормативы затрат (сверх выноса культурами) для повышения содержания в почве фосфора и калия на 1 мг/100 г (10 мг/кг)*

Тип почв	Элемент питания	Гранулометрический состав почв			
		Песчаные и супесчаные	Легкосуглинистые	Тяжелосуглинистые, глинистые	Глеевые
Дерново-подзолистые	P_2O_5	50 – 60	60 – 80	90 – 120	130 – 150
	K_2O	4 – 50	50 – 60	60 – 90	80 – 90
Серые лесные	P_2O_5	60 – 80	80 – 100	100 – 120	120 – 150
	K_2O	40 – 50	50 – 60	60 – 80	80 – 50
Черноземы	P_2O_5	60 – 80	80 – 90	90 – 110	–
	K_2O	40 – 50	40 – 60	50 – 80	–

Определение необходимости в удобрениях, дозах их внесения должно основываться на данных агрохимического обследования почв с учетом особенностей возделываемых сельхозкультур, намечаемой урожайности. Только в этом случае применение удобрений будет эффективным и безопасным для окружающей природной среды.

Очень важно определить нужное количество удобрений для внесения на каждом поле, чтобы предотвратить как дефицит элементов питания, так и их перерасход. При этом необходимо учитывать общий уровень земледелия, степень окультуренности почв, имеющиеся просчеты в агротехнике, намечаемые для выращивания культуры и их особенности, планируемую урожайность. Прирост урожайности базируется на реальных организационных и экономических возможностях

конкретного сельскохозяйственного предприятия. Существует ряд способов и методов расчета доз удобрений. Их можно объединить в три группы: нормативные, балансовые, статистические.

Нормативный метод расчета доз удобрений основан на использовании затрат удобрений на производство 1 т урожая основной продукции с учетом побочной. Дозы удобрений, кг д. в./га определяются по следующей формуле:

$$Д = У_{п} \cdot Н \cdot К,$$

где $У_{п}$ – планируемая урожайность, т/га; $Н$ – нормативы затрат удобрений на 1 т основной продукции с учетом побочной, кг/т; $К$ – поправочный коэффициент к дозам удобрений на агрохимические свойства почвы.

Нормативы затрат удобрений определяются на основе данных полевых опытов. Дозы удобрений корректируются с учетом содержания элементов питания в почве: азотных и фосфорных – по содержанию фосфора, калийных – по калию. При среднем содержании фосфора и калия в почве поправочный коэффициент к дозам азотных и фосфорных удобрений равен 1, к калийным –1,3. При малом содержании элементов питания в почве дозы удобрений увеличивают, а при большом – уменьшают.

Метод элементарного баланса основан на расчете доз удобрений с учетом выноса элементов питания запланированным урожаем, запасов питательных веществ в почве, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений.

Расчеты проводятся по следующей формуле:

$$Д = (У_{п} \cdot В - П \cdot К_{п}) / К_{у},$$

где $У_{п}$ – планируемая урожайность, ц/га; $В$ – вынос питательных веществ на 1 ц продукции, кг; $П$ – запасы питательных веществ в почве, кг/га; $К_{п}$, $К_{у}$ – коэффициенты использования питательных элементов соответственно из почвы и удобрений.

Вынос питательных элементов растениями зависит от многих условий: типа почвы, доз удобрений, сельскохозяйственной культуры, предшественника, величины урожая. Он определяется на основании опытных данных для конкретных почвенно-климатических зон.

Статистические методы определения норм удобрений под планируемый урожай основываются на многолетних опытных данных. С помощью обобщения результатов опытов устанавливают средние

нормы удобрений на основных типах почв. В зависимости от содержания питательных веществ в почве рекомендованные дозы удобрений корректируются по следующей формуле:

$$N_o = N_p \cdot K,$$

где N_p – рекомендованная доза, кг д. в./га; K – поправочный коэффициент к рекомендованной дозе.

Поправочный коэффициент зависит от содержания доступных питательных веществ в почве. В зависимости от класса обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия он колеблется по азоту от 0,7 до 1,2, по фосфору – от 0,2 до 1,5, по калию – от 0,5 до 1,7.

Практическая часть

Задание 1. Рассчитайте, какое количество удобрений требуется довести в почву, чтобы довести содержание до оптимального (табл. 12.2).

Таблица 12.2. Содержание подвижных форм

Тип почв	Содержание							
	P ₂ O ₅				K ₂ O			
Дерново-подзолистая песчаная и супесчаная	102	109	126	89	83	177	88	60
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	111	82	126	90	93	104	86	54
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, глинистая	107	100	166	90	59	112	75	61
Дерново-подзолистая глеевая	99	150	154	249	94	109	130	63
Серая лесная песчаная и супесчаная	104	120	105	100	85	94	98	65
Серая лесная легкосуглинистая	186	154	92	178	307	176	132	85
Серая лесная тяжелосуглинистая, глинистая	220	126	96	169	127	175	149	122
Серая лесная глеевая	150	142	111	171	92	103	88	63

Задание 2. Дайте комплексную характеристику приведенным в табл. 12.3 тяжелым металлам с точки зрения их роли в формировании деградации почв. Обоснуйте свое мнение.

Таблица 12.3. ПДК тяжелых металлов в почвах

Химический элемент	ПДК, мг/кг, с учетом фона (кларка)
Сурьма (Sb)	4,5
Марганец (Mn)	1500
Ванадий (V)	150
Марганец + ванадий (Mn + V)	1000 + 100
Свинец (Pb)	30
Мышьяк (As)	2,0
Ртуть (Hg)	2,1
Свинец + ртуть (Pb + Hg)	2,0 + 1,0
Медь (Cu)	55
Никель (Ni)	85
Цинк (Zn)	100

Задание 3. Оцените ущерб почвы с точки зрения экологической ситуации при применении удобрений и мелиорантов, используя табл. 12.4.

Таблица 12.4. Среднее содержание тяжёлых металлов в мелиорантах и удобрениях, мг/кг

Мелиоранты и удобрения	Тяжелые металлы					
	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr
NH ₄ NO ₃	0,25	0,5	1,0	0,3	0,9	0,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,6	0,4	1,0	0,9	4,3	0,6
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ , двойной	38	14	13	3,5	17	41
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ , простой	1,3	6,0	0,8	0,25	7,5	0,0
Ca(HPO ₄) – преципитат	43	19	14	3,5	25	10
KCl	13	12	4,5	4	19	0,5
Калийная соль (40 %)	6	30	10	2,5	19	0,5
K ₂ SO ₄	6	18	1,0	1,0	0,0	0,0
Азофоска	10,5	31	20	1	11	3
Нитрофоска	5	8	11	1	4	3
Аммофос	7	34	30	0,6	4	3
Нитроаммофос	5	20	11	0,4	5	5
Ca ₃ (PO ₄) ₂ – фосфорит	30	81	45	1	74	40
Известняковая мука	38	21	6	4	30	37
Меловые отходы	45	80	60	2	10	46
Навоз (влажность 75 %)	3	12	2	1	9	9
Зола ТЭС	0,1	675	862	0	108	80
Фосфогипс	42	67	49	5	9	69
Зола (окисленный уголь)	77	342	60	16	320	31
Осадки сточных вод (ОСВ)	40 – 130	80 – 3100	40 – 1600	10 – 180	20 – 360	50 – 1200

Задание 4. На основе данных, выданных преподавателем, оцените уровень обеспеченности почвы агрохимическими величинами, используя табл. 12.5 – 12.8.

Таблица 12.5. Содержание подвижных форм фосфора, калия и микроэлементов

Тип почвы	Содержание										
	P ₂ O ₅				K ₂ O				B		
Дерново-подзолистая песчаная и супесчаная	102	109	126	89	83	177	88	60	2,03	0,34	1,19
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	111	82	126	90	93	104	86	54	0,76	0,42	0,59
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, глинистая	107	100	166	90	59	112	75	61	0,59	0,49	0,54
Дерново-подзолистая глеевая	99	150	154	249	94	109	130	63	1,16	0,66	0,91
Серая лесная песчаная и супесчаная	104	120	105	100	85	94	98	65	1,06	0,68	0,87
Серая лесная легкосуглинистая	186	154	92	178	307	176	132	85	0,82	0,78	0,80
Серая лесная тяжелосуглинистая, глинистая	220	126	96	169	127	175	149	122	0,89	0,81	0,85
Серая лесная глеевая	150	142	111	171	92	103	88	63	0,51	0,42	0,47

Тип почвы	Содержание											
	Cu			Zn			Mn			Co		
Дерново-подзолистая песчаная и супесчаная	8,4	1,6	5,00	11,05	1,93	6,49	93	44	68,50	1,62	0,57	1,10
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	4,6	2,9	3,75	2,59	2,25	2,42	42	33	37,50	1,48	0,3	0,89
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, глинистая	9,4	2,2	5,80	1,92	1,16	1,54	50	53	51,50	1,57	1,24	1,41
Дерново-подзолистая глеевая	8,2	5,2	6,70	1,9	1,43	1,67	62	64	63,00	1,61	1,72	1,67
Серая лесная песчаная и супесчаная	7,8	2,3	5,05	2,05	1,57	1,81	55	42	48,50	1,7	0,89	1,30
Серая лесная легкосуглинистая	13,6	4	8,80	1,9	2,36	2,13	42	54	48,00	1,83	1,49	1,66
Серая лесная тяжелосуглинистая, глинистая	2,4	4,2	3,30	1,17	2,31	1,74	38	49	43,50	1,01	1,26	1,14
Серая лесная глеевая	2	5,2	3,60	1,74	2,01	1,88	42	48	45,00	0,76	1,55	1,16

Таблица 12.6. *Оптимальные параметры агрохимических показателей по типам почв*

Тип почв	рН _{KCl}	Уровень содержания		
		гумуса, %	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	K ₂ O, мг/кг почвы
Серые лесные	2,8 – 3,0	5,9 – 6,0	180 – 200	170 – 180
Дерново-подзолистые суглинистые	1,8 – 2,5	5,8 – 5,9	170 – 180	160 – 180
Дерново-подзолистые супесчаные	1,6 – 1,8	5,5 – 5,6	160 – 170	150 – 160

Таблица 12.7. *Уровни обеспеченности почв*

Уровень обеспеченности почв	Уровень содержания		
	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	K ₂ O, мг/кг почвы	гумуса, %
Очень низкий	≤ 25	≤ 40	≤ 1,4
Низкий	26 – 50	41 – 80	1,5 – 2,0
Средний	51 – 100	81 – 120	2,1 – 2,5
Повышенный	101 – 150	121 – 170	2,6 – 3,0
Высокий	151 – 250	171 – 250	3,1 – 4,0
Очень высокий	≥ 251	≥ 251	≥ 4,0

Таблица 12.8. *Группировка почв по содержанию подвижных форм микроэлементов*

Микроэлемент	Содержание микроэлементов, мг/кг почвы		
	низкое	среднее	высокое
Марганец	< 30	31 – 70	> 70
Медь	< 1,5	1,51 – 3,30	> 3,30
Бор	< 0,33	0,34 – 0,70	> 0,70
Цинк	< 2,0	2,10 – 5,00	> 5,00
Кобальт	< 1,0	1,10 – 2,20	> 2,20

Темы докладов и сообщений

1. Выбор форм и сроков внесения удобрений.
2. Применение удобрений.
3. Восполнение потерь гумуса путем внесения органических и минеральных удобрений.
4. Агрохимическая характеристика почв.

5. Влияние дегумификации на дезагрегацию и деградацию физических свойств почв.
6. Плодородие основных типов почв Центрального Нечерноземья.
7. Приемы регулирования гумусного состояния почв.
8. Причины дегумификации почв. Обеспеченность почв элементами питания.

Контрольные вопросы

1. Какова роль удобрений в химической деградации почв?
2. Каковы оптимальные показатели химических свойств почвы?
3. Какие токсиканты поступают в почву с удобрениями?
4. Какие экологические последствия возникают при нерациональном использовании азотных, фосфорных и калийных удобрений?
5. Что представляет собой негативное воздействие на агробиогенезы?

Практическая работа № 13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

Цель работы: научиться рассчитывать степень деградации почв, используя данные лабораторных и полевых исследований.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Для оценки степени деградации почв и земель используются индикаторные показатели, по которым установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель. При этом необходимо ввести дополнительные показатели, более полно характеризующие деградацию почв и земель.

Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями:

- 0 – недеградированные (ненарушенные);
- 1 – слабодеградированные;

- 2 – среднедеградированные;
 3 – сильнодеградированные;
 4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

Определить степени деградации почв и земель можно с помощью табл. 13.1.

Таблица 13.1. *Определение степени деградации почв и земель*

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
<i>Индикаторные показатели</i>					
Мощность абiotического (неплодородного) наноса, см	< 2	2 – 10	11 – 21	21 – 40	> 40
Глубина провалов относительно поверхности (без разрыва сплошности), см	< 20	20 – 40	41 – 100	101 – 200	> 200
Уменьшение содержания физической глины на величину, процент от исходного	< 5	6 – 45	16 – 25	26 – 32	> 32
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в процентах от исходного состояния	< 10	11 – 20	21 – 30	31 – 40	> 40
Стабильная структурная (межагрегатная, без учета трещин) пористость, см ³ /г	> 0,2	0,11 – 0,2	0,06 – 0,1	0,02 – 0,05	< 0,02
Текстурная пористость (внутриагрегатная), см ³ /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, процент покрытия	< 5	6 – 15	16 – 35	36 – 70	> 70
Уменьшение мощности почвенного профиля (А + В), процент от исходного состояния	< 3	3 – 25	26 – 50	51 – 75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), процент от исходного состояния	< 10	11 – 20	21 – 40	41 – 80	> 80
Площадь обнаженной почвообразующей породы (С) или подстилающей породы (D), процент от общей площади	0 – 2	3 – 5	6 – 10	11 – 25	> 25

Продолжение табл. 13.1

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Глубина размывов и водоросин относительно поверхности, см	< 20	20 – 40	41 – 100	101 – 200	> 200
Расчлененность территории оврагами, км/км ²	< 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, процент 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
для других типов засоления	< 0,1	0,10 – 0,25	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, процент от емкости катионного обмена:					
	для почв, содержащих < 1 % натрия	< 1	1 – 3	3 – 7	7 – 10
для других почв	< 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	> 20
Увеличение содержания обменного магния, процент 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
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
<i>Дополнительные показатели</i>					
Потери почвенной массы, т/га/год	< 5	6 – 25	26 – 100	101 – 200	> 200
Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв, %/год	< 0,5	0,6 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	> 5,0

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Площадь естественных кормовых угодий, выведенных из землепользования (лишенных растительности), процент от общей площади	< 10	11 – 30	31 – 50	51 – 70	> 70
Проективное покрытие пастбищной растительности, процент от зонального покрытия растительности	> 90	71 – 90	51 – 70	10 – 50	< 10
Скорость роста площади деградированных пастбищ, %/год	< 0,25	0,26 – 1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 5,0	> 5
Увеличение площади подвижных песков, %/год	< 0,25	0,26 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	> 4
Увеличение площади засоленных почв, %/год	0 – 0,5	0,51 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	> 5,0

Примечание. Под исходным понимается состояние недеградированных аналогов (нулевой уровень деградации).

Установить степень деградации почв и земель можно по любому из предложенных индикаторных и/или дополнительных показателей. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей степень деградации почв и земель оценивают по показателю, устанавливающему максимальную степень.

Алгоритм расчета размера ущерба от деградации почв и земель

Размер ущерба от деградации почв и земель определяют на основании результатов обследований, проводимых по инициативе территориальных органов Минприроды России и Роскомзема или по заявлениям физических и юридических лиц.

При деградации почв и земель в пределах особо охраняемых территорий органы исполнительной власти краев, областей, автономных образований могут вводить повышающие коэффициенты $K_{\text{п}}$ к нормативам стоимости: на земли природно-заповедного фонда – 3, на земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения – 2, на земли рекреационного назначения – 1,5, на прочие земли – 1,0.

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территории K_3 вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого деградацией почв и земель на экологическую обстановку. В различных экономических районах Российской Федерации они различаются: Северный – 1,4, Северо-Западный – 1,3, Центральный – 1,6, Волго-Вятский – 1,5, Центрально-Черноземный – 2,0, Поволжский – 1,9, Северо-Кавказский – 1,9, Уральский – 1,7, Западно-Сибирский – 1,2, Восточно-Сибирский – 1,1, Дальневосточный – 1,1.

При расчете размеров ущерба от деградации почв и земель, нанесенного их собственнику, учитывается потеря ежегодного дохода D_x , который исчисляется по фактическим объемам производства в натуральном выражении в среднем за пять лет и ценам, действующим на момент определения размеров ущерба. Размер ежегодного дохода рассчитывается с привлечением данных налоговых инспекций и в необходимых случаях корректируется в расчете на предстоящий период в соответствии со сложившимися темпами инфляции. В зависимости от периода времени восстановления деградированных почв и земель, которое устанавливается землеустроительным проектом, вводится коэффициент пересчета K_6 (табл. 13.2).

Таблица 13.2. Значения коэффициента пересчета K_6 дохода с сельхозземель в зависимости от периода времени восстановления

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8 – 10 лет	5,6
2 года	1,7	11 – 15 лет	7,0
3 года	2,5	16 – 20 лет	8,2
4 года	3,2	21 – 25 лет	8,9
5 лет	3,8	26 – 30 лет	9,3
6 – 7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

Для определения размера ущерба в зависимости от изменения степени деградации почв и земель вводятся пересчетные коэффициенты K_5 , а для отдельных случаев деградации почв и земель – коэффициент пересчета K_6 (табл. 13.3, 13.4).

Таблица 13.3. Коэффициенты пересчета K_c в зависимости от изменения степени деградации почв и земель

Степень деградации по данным предыдущих обследований	Степень деградации почв по данным контрольных обследований				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
1	–	0	0,3	0,6	0,8
2	–	–	0	0,3	0,5
3	–	–	–	0	0,2
4	–	–	–	–	0

Таблица 13.4. Коэффициенты пересчета K_c для отдельных случаев деградации почв и земель

Тип деградации	Коэффициент пересчета
Образование солончаков	1,5
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) грунтовых вод выше 2 м	2,0
Образование оврагов и рост уже существующих	3,0

При проведении обследований выявляют площадь деградированных почв и земель, а также изменение степени их деградации:

а) в качестве исходных материалов используют данные почвенных, агрохимических, почвенно-эрозионных обследований, солевых* и других съемок, проведенных предприятиями, организациями и гражданами, имеющими соответствующие лицензии, сопоставляя их с данными предыдущих обследований и съемок;

б) на план землепользования (выкопировку) наносят контуры угодий в зависимости от изменения степени деградации почв и земель, выделяя на них почвенные разновидности, взятые с почвенной карты;

в) вычисляют площади контуров почвенных разновидностей;

г) результаты оформляют в виде таблицы (см. задание практической части) и доводят до сведения собственников земли, землевладельцев, землепользователей и арендаторов;

* Солевая съемка – это изучение распределения солей на какой-либо территории с целью составления карт для промывок, определения потребности в других рассолительных мелиорациях и контроля засоления при орошении и промывках.

д) в пределах типа и подтипа почв по нормативам определяют размер нанесенного ущерба по каждому контуру угодий.

Размер ущерба, тыс. руб., рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по следующей формуле:

$$У_{\text{щ}} = Н_{\text{с}} \cdot S \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}} + Д_{\text{х}} \cdot S \cdot K_{\text{в}},$$

где H_c – норматив стоимости; S – площадь деградированных почв и земель, га; $K_э$ – коэффициент экологической ситуации территории; K_c – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; $K_п$ – коэффициент для особо охраняемых территорий; D_x – годовой доход с единицы площади, тыс. руб.; $K_в$ – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель.

Практическая часть

Заполните таблицу, отражающую результаты расчетов степени деградации почв и земель.

Номер контура	Типы и подтипы почв	Наименование почвенных разностей	Наименование угодья	Площадь, га	Тип деградации	Степень деградации по данным обследований	
						7	8
1	2	3	4	5	6	7	8

Нормативы стоимости, тыс. руб.	Годовой доход с единицы площади, тыс. руб.	Коэффициенты			Размер ущерба, тыс. руб.
		по экологической значимости	по времени восстановления	по степени деградации	
9	10	11	12	13	14

Темы докладов и сообщений

1. Методика определения затрат на ликвидацию последствий эрозии земли и эффективные мероприятия по борьбе с ней.
2. Методика определения экономических ущербов от эрозии земли в различных отраслях народного хозяйства.
3. Определение размеров ущерба в зависимости от изменения степени деградации почв и земель.

4. Определение ущерба от деградации почв.
5. Экономические ущербы и эффективность мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией земли.
6. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области охраны почв.
7. Особенности картографирования эродированных почв.
8. Правовые и организационные основы охраны почв от эрозии.
9. Общая оценка уровня деградации почвенного покрова.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность методики по оценке степени деградации почв и земель?
2. Для чего необходимо производить расчеты по определению деградации почвенного покрова?
3. Где будут применяться полученные данные?

Практическая работа № 14

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Цель работы: научиться рассчитывать размер ущерба от деградации почв, используя данные лабораторных и полевых исследований.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Экологический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) нагрузок выражается главным образом:

- в деградации почв и земель;
- загрязнении земель химическими веществами;
- захлавлении земель несанкционированными свалками;

– других видах несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов;

– увеличении площадей, отводимых под места размещения отходов.

При определении размеров ущерба используют данные почвенных, агрохимических, геоботанических, почвенно-мелиоративных, геологических и других обследований.

Как было отмечено в практической работе № 13, для оценки степени деградации почв и земель используют индикаторные показатели, по которым установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель.

Деградация почв и земель характеризуется пятью степенями:

0 – недеградированные (ненарушенные); 1 – слабodeградированные; 2 – среднедеградированные; 3 – сильнодеградированные; 4 – очень сильно деградированные (разрушенные).

К индикаторным показателям деградации почвы и почвенного покрова относятся: 1) мощность неплодородного наноса, см; 2) глубина провалов; 3) каменистость покрытия, %; 4) уменьшение мощности почвенного профиля от исходного, %; уменьшение запасов гумуса в профиле, процент от исходного; 5) глубина размывов, см; 6) расчлененность территории оврагами, км/км²; 7) содержание токсичных солей в почвенном пахотном слое, мг/кг; продолжительность заотопления, месяцы, и др.

Установить степень деградации почв и земель можно по любому индикаторному показателю. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень.

Ущерб от загрязнения земель определяется:

1) при загрязнении земель (выбросами и сбросами загрязняющих веществ) – на основе данных обследований земель и лабораторных анализов по сравнению с данными предыдущих обследований и анализов;

2) при нарушении технологий и регламентов применения пестицидов и других агрохимикатов, несоблюдении природоохранных требований при их хранении, транспортировке и проведении погрузочно-

разгрузочных работ, загрязнении земель при авариях, залповых выбросах и сбросах – на основе данных обследований земель и лабораторных анализов;

3) при захлавлении земель несанкционированными свалками отходов – на основе данных об объеме (массе) отходов и степени их опасности.

Отходы производства по степени воздействия на организм человека делят на четыре класса опасности:

1-й класс – чрезвычайно опасные;

2-й класс – высокоопасные;

3-й класс – умеренно опасные;

4-й класс – малоопасные.

Площади, глубина загрязнения земель и концентрация химических веществ определяются на основании материалов по обследованию земель и лабораторных анализов.

Расчет платы за ущерб от загрязнения земель химическими веществами

Размеры ущерба от загрязнения земель одним или несколькими химическими веществами определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель (табл. 14.1). В случае невозможности оценить указанные затраты размеры ущерба от загрязнения земель, тыс. руб., рассчитывают по следующей формуле:

$$\Pi = \sum(\Pi_c \cdot S) \cdot K_b \cdot K_z \cdot K_э \cdot K_r \cdot K_{и},$$

где Π_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель, тыс. руб./га, определяемый согласно табл. 14.2; S – площадь земель, загрязненных химическим веществом, га; K_b – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени восстановления загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый по табл. 14.2; K_z – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами (табл. 14.3); $K_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района (табл. 14.4); K_r – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель (табл. 14.5); $K_{и}$ – коэффициент индексации цен.

Степень загрязнения земель характеризуется пятью уровнями (табл. 14.6): 1-й уровень – допустимый; 2-й уровень – слабый; 3-й уровень – средний; 4-й уровень – сильный; 5-й уровень – очень сильный.

Под **допустимым уровнем загрязнения** понимается содержание в почве химических веществ, не превышающее ПДК или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). При допустимом уровне загрязнения коэффициент K_3 приравнивается к 0, тогда $\Pi = 0$, следовательно, плата не взимается.

Содержание в почве химических веществ соответствует различным уровням загрязнения. Размеры ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов, тыс. руб., определяются по следующей формуле:

$$\Pi = \sum N_{\Pi} \cdot M \cdot K_3 \cdot 25 \cdot K_B,$$

где N_{Π} – норматив платы за захламление земель 1 т или 1 м³ отходов, руб. (табл. 14.7, 14.8); M – масса (объем) отходов, т, (м³); K_3 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории экономического района; 25 – повышающий коэффициент за загрязнение земель отходами несанкционированных свалок; K_B – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени восстановления загрязненных сельскохозяйственных земель.

Таблица 14.1. *Нормативы стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд во Владимирской области*

Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельхозугодий, тыс. р./га
Темно-серые лесные, дерново-карбонатные, торфяные окультуренные	167
Серые и светло-серые лесные, дерново-слабоподзолистые, старопойменные, луговые, дерновые на бескарбонатных породах	155
Темно-серые лесные и дерново-карбонатные эродированные	147
Дерново-подзолистые, серые, светло-серые лесные и луговые глееватые	137

Окончание табл. 14.1

Типы и подтипы изымаемых сельскохозяйственных угодий	Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельхозугодий, тыс. р./га
Дерново-подзолистые, серые, светло-серые лесные эродированные. пойменные луговые глееватые	105
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные глеевые, пойменные луговые глеевые, торфянисто-глеевые	88
Иловато-болотные, болотные низинные	75
Почвы овражно-балочного комплекса	27

Примечание. Норматив стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельхозугодий во Владимирской области равен 124 тыс. руб./га.

Таблица 14.2. Значения коэффициента пересчета K_v нормативов стоимости сельскохозяйственных земель P_c в зависимости от периода времени их восстановления

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета K_v	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета K_v
1 год	0,9	8 – 10 лет	5,6
2 года	1,7	11 – 15 лет	7,0
3 года	2,5	16 – 20 лет	8,2
4 года	3,2	21 – 25 лет	8,9
5 лет	3,8	26 – 30 лет	9,3
6 – 7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

Таблица 14.3. Коэффициент K_z для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	Значение, K_z
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Таблица 14.4. Коэффициент K_3 экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономический район России	Значение K_3
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Таблица 14.5. Коэффициент K_2 для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	Значение K_2
0 – 20	1,0
0 – 50	1,3
0 – 100	1,5
0 – 150	1,7
0 > 150	2,0

Таблица 14.6. Показатели загрязнения земель химическими веществами

Элемент/ соединение	ПДК	Содержание, соответствующее уровню загрязнения, мг/кг				
		1-й уро- вень, до- пустимый	2-й уровень, низкий	3-й уро- вень, средний	4-й уро- вень, вы- сокий	5-й уро- вень, очень высокий
Свинец	32	< ПДК	От ПДК до 125	125 – 250	250 – 600	> 600
Ртуть	2,1	< ПДК	От ПДК до 3	3 – 5	5 – 10	> 10
Мышьяк	2	< ПДК	От ПДК до 20	20 – 30	30 – 50	> 50
Цинк	23	< ПДК	От ПДК до 500	500 – 1500	1500 – 3000	>3000

Элемент/ соединение	ПДК	Содержание, соответствующее уровню загрязнения, мг/кг				
		1-й уро- вень, до- пустимый	2-й уровень, низкий	3-й уро- вень, средний	4-й уро- вень, вы- сокий	5-й уро- вень, очень высокий
Бензол	0,3	< ПДК	От ПДК до 1	1 – 3	3 – 10	> 10
Бенз(а)пирен	0,02	< ПДК	От ПДК до 0,1	0,1 – 0,25	0,25 – 0,5	> 0,5
Толуол	0,3	< ПДК	От ПДК до 10	10 – 50	50 – 100	> 100
Хром	90	< ПДК	От ПДК до 250	250 – 500	500 – 800	> 800
Ванадий	150	< ПДК	От ПДК до 225	225 – 300	300 – 350	> 350
Олово	4,5	< ПДК	От ПДК до 20	20 – 50	50 – 300	> 300
Фтор	10	< ПДК	От ПДК до 15	15 – 25	25 – 50	> 50
Стирол	0,1	< ПДК	От ПДК до 5	5 – 50	20 – 50	> 50
Сернистые соединения	160	< ПДК	От ПДК до 180	180 – 250	250 – 380	> 380

Таблица 14.7. Плата за захламление земель несанкционированными свалками отходов

Виды отходов	Единица измерения	Нормативы платы за размещение отходов, руб.
Нетоксичные отходы:		
– добывающей промышлен- ности	т	0,4
– перерабатывающей про- мышленности	м ³	15,0
– бытовые	м ³	20,0
Токсичные отходы:		
– 1-й класс токсичности (чрезвычайно опасные)	т	1739,2
– 2-й класс токсичности (высокоопасные)	т	745,4
– 3-й класс токсичности (умеренно опасные)	т	497,0
– 4-й класс токсичности (малоопасные)	т	248,4

Таблица 14.8. Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель K_c

Степень деградации почв по данным контрольных обследований	Значение K_c
0	0
1	0,2
2	0,5
3	0,8
4	1,0

Практическая часть

Определите ущерб от загрязнения почв химическими веществами, несанкционированными свалками отходов и ущерб от деградации почв.

Темы докладов и сообщений

1. Правовые и организационные основы охраны почв от эрозии.
2. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами.
3. Химическое загрязнение и охрана почв.
4. Химическое загрязнение среды.
5. Рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами.
6. Рекультивация почв, загрязненных пестицидами.
7. Рекультивация почв, загрязненных радионуклидами.
8. Рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами.
9. Рекультивация почв, подверженных механической деградации.

Контрольные вопросы

1. Какие химические типы деградации почв существуют?
2. Что такое ПДК?
3. Что такое ОДК?

Практическая работа № 15

РАСЧЕТ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА ОЦЕНКИ ПОЧВ

Цель работы: научиться рассчитывать и анализировать универсальный параметр оценки почвы.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Оценку почв по их производительности принято называть бонитировкой почв и выражать ее в баллах. Методы бонитировки почв основаны на принципах, сформированных В. В. Докучаевым, и строятся на исследовании количественных показателей свойств почв и климатических условий. Установлено, что из агрохимических показателей наиболее тесно коррелируют с урожайностью кислотность почв и гранулометрический состав; из климатических параметров важна связь с суммой положительных температур (выше 10 °С) и коэффициентом увлажнения.

Балл бонитета почвы показывает отношение ее плодородия для данной сельскохозяйственной культуры к плодородию почвы, принятой за эталон и оцениваемой в 100 баллов. Под эталоном плодородия почв понимается совокупность агрономически значимых оптимальных почвенных свойств и режимов, сформировавшихся в естественно-антропогенных условиях при определенном уровне культуры земледелия и отвечающих высокому уровню продуктивности сельскохозяйственных культур.

Методика и технология общей почвенно-экологической оценки и бонитировки почв позволяют определить почвенно-экологические показатели конкретного участка поля, хозяйства или области. Они дают сопоставимые результаты на единой основе для всей территории. Оценка уровня плодородия почв, полученная на основе этой методики, позволяет рациональнее вносить удобрения.

Почвенно-экологический индекс рассчитывают по следующей формуле:

$$\text{ПЭИ} = 12,5 (2 - U) \Pi \cdot Д \frac{\sum t > 10 \text{ } ^\circ\text{C}_{(K_y - P)}}{K_k + 100} A,$$

где 2 – максимально возможная плотность, г/см³; U – плотность почвы (в среднем для метрового слоя); Π – «полезный» объем почвы в метровом слое; D – коэффициент, дополнительно учитывающий свойства почвы (в данном случае это коэффициент отклонения содержания гумуса в конкретной почве от средней величины его содержания в данном типе почв); $\sum t^\circ > 10$ °С – среднегодовая сумма температур воздуха с суточной $t^\circ > 10$ °С; K_y – коэффициент увлажнения; P – поправка к коэффициенту; K_k – коэффициент континентальности; A – итоговый агрохимический показатель, учитывающий содержание подвижного фосфора, подвижного калия и кислотность почвы, $A = \text{коэффициент рН} \cdot \text{коэффициент P}_2\text{O}_5 \cdot \text{коэффициент K}_2\text{O}$.

Величина 12,5 введена в формулу для того, чтобы привести определенную совокупность экологических условий к 100 единицам почвенно-экологического индекса; **для всех почв это постоянная величина**. Величина $(2 - U)$ берется для южно-таежной зоны из табл. 15.1.

Таблица 15.1. Величина $(2 - U)$

Тип почв	Тип угодий, г/см ³		
	Пашня	Сенокосы	Пастбища
Дерново-подзолистые	0,52	0,90	0,75
Светло-серые лесные	0,58	0,90	0,70
Серые лесные	0,62	0,90	0,70
Темно-серые лесные	0,66	0,85	0,65
Пойменные	0,73	0,90	0,70

Коэффициент Π учитывает «полезный» объем почв и поправку на различия в плотности почв различного гранулометрического состава. Для Владимирской области коэффициент Π представлен в табл. 15.2.

Таблица 15.2. Коэффициент Π , учитывающий «полезный» объем почв

Тип почв	Гранулометрический состав				
	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Легкий суглинок	Супесь	Песок
Дерново-подзолистые	0,86	0,96	0,96	0,74	0,57
Светло-серые и серые лесные	0,92	0,97	0,95	0,73	0,51
Темно-серые лесные	0,97	0,98	0,94	0,70	0,47
Пойменные	0,80	0,80	0,80	0,90	0,95

Для определения коэффициента D отклонения содержания гумуса рассчитывается отношение содержания гумуса к среднему содержанию в почвах разного гранулометрического состава. Среднее содержание гумуса в почвах зависит от типа почв и гранулометрического состава (табл. 15.3, 15.4).

Таблица 15.3. Среднее содержание гумуса в почвах Владимирской области

Тип почв	Гранулометрический состав			
	Тяжелый суглинок	Средний и легкий суглинок	Супесь	Песок
Дерново-подзолистые	2,2	2,0	1,5	1,0
Светло-серые лесные	2,6	2,3		
Серые лесные, пойменные	3,5	3,0		
Темно-серые лесные	4,5	3,8		

Таблица 15.4. Коэффициент отклонения содержания гумуса от средней величины

Содержание гумуса по отношению к средней величине, %	Коэффициент	Содержание гумуса по отношению к средней величине, %	Коэффициент
Менее 55	0,70	105 – 115	1,05
55 – 65	0,78	115 – 125	1,09
65 – 75	0,85	125 – 135	1,12
75 – 85	0,91	135 – 145	1,14
85 – 95	0,96	Более 145	1,15
95 – 105	1,00		

Климатический показатель $\frac{\sum t > 10^\circ \text{C} (K_y - P)}{K_k + 1000}$ определяют в соответствии с данными по сумме температур больше 10°C , коэффициенту увлажнения, географической широте местности.

В среднем климатический показатель по Владимирской области составляет **7,24**.

Итоговый агрохимический показатель рассчитывают путем перемножения поправочных коэффициентов на кислотность, содержание подвижных форм фосфора и калия (табл. 15.5, 15.6).

Таблица 15.5. Коэффициент кислотности почв

Тип почв	Реакция почвенной среды				
	< 4,5	4,6 – 5,0	5,1 – 5,5	5,6 – 6,0	> 6,0
Дерново-подзолистые	0,89	0,95	1,00	1,08	1,15
Светло-серые, серые лесные, пойменные	0,87	0,94	1,00	1,05	1,10
Темно-серые лесные	0,85	0,91	0,96	1,00	1,04

Определив количественные значения всех параметров, легко рассчитываются почвенно-экологические индексы.

Почвенно-экологический индекс – это комплексный показатель, позволяющий объективно оценить состояние почвы, выявить негативные процессы, которые приводят к её деградации, в том числе снижению плодородия.

Почвенно-экологический индекс равен произведению почвенного, климатического и агрохимического показателей.

Таблица 15.6. Коэффициенты содержания подвижных элементов питания растений в почве (P_2O_5 , K_2O)

Тип почв	Содержание P_2O_5 , мг/кг					
	< 25	26 – 50	51 – 100	101 – 150	151 – 250	> 250
Дерново-подзолистые	0,87	0,94	1,00	1,06	1,11	1,15
Светло-серые, серые лесные, пойменные	0,89	0,95	1,00	1,05	1,10	1,14
Темно-серые лесные	0,91	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11

Тип почв	Содержание K_2O , мг/кг					
	< 40	41 – 80	81 – 120	121 – 170	171 – 250	> 250
Дерново-подзолистые	0,87	0,94	1,00	1,06	1,11	1,15
Светло-серые, серые лесные, пойменные	0,91	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11
Темно-серые лесные	0,93	0,97	1,00	1,03	1,06	1,08

Пример расчета почвенно-экологического индекса для пашни

Почва серая лесная среднесуглинистая. Сенокос. Содержание гумуса – 2,4 %, подвижного фосфора – 110,2 мг/кг, подвижного калия – 147,4 мг/кг, рН – 5,8.

$$ПЭИ = 12,5(2 - U) П \cdot Д \frac{\sum t > 10 \text{ }^\circ\text{C} (K_y - P)}{K_k + 100} A.$$

Величина $(2 - U)$ согласно табл. 15.1 составляет 0,90, коэффициент Π (см. табл. 15.2 – 0,97), величина D (см. табл. 15.3) равна $(2,4/3,0) \cdot 100 = 80 \%$, далее по табл. 15.4 находим коэффициент, который составляет 1,05. Климатический коэффициент для Владимирской области равен 7,24.

Расчет итогового показателя идет путем перемножения коэффициентов на pH , P_2O_5 и K_2O : коэффициент кислотности (см. табл. 15.5) составляет 1,05, коэффициенты содержания подвижного фосфора и подвижного калия (см. табл. 15.5) составляют 1,05 и 1,04 соответственно. Таким образом, $ПЭИ = 12,5 \cdot 0,90 \cdot 0,97 \cdot 1,05 \cdot 7,24 \times \times 1,15 = 95,4 \%$.

Практическая часть

По индивидуальному заданию (варианту) рассчитайте почвенно-экологический индекс.

Вариант 1. Почва пойменная тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 146,4 мг/кг, K_2O – 189,3 мг/кг, C – 3,2 %, pH – 6,13.

Агроэкологическое состояние (содержание твердых металлов, далее – ТМ): Cu – 5,85 мг/кг; Zn – 8,1 мг/кг; Cd – 2,25 мг/кг; Pb – 17,9 мг/кг; Ni – 8,7 мг/кг; Co – 6,2 мг/кг; Mn – 185 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: абат – 0,42 мг/кг почвы; гидрел – 0,4 мг/кг почвы; пиратин – 0,6 мг/кг почвы; декстрел – 0,23 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фенурон – 1,32 мг/кг почвы; политриазин – 0,2 мг/кг почвы; далапон – 0,23 мг/кг почвы; аге-лон – 0,23 мг/кг почвы; изопропилбензол + альфаметилстирол – 0,45 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 130,9 мг/кг, K_2O – 150,7 мг/кг, C – 2,89 %, pH – 5,91.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 10,70 мг/кг; Zn – 114,4 мг/кг; Cd – 0,4 мг/кг; Pb – 15,9 мг/кг; Ni – 23,9 мг/кг; Co – 13,6 мг/кг; Mn – 1929 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: байтекс – 0,31 мг/кг почвы; пликтран – 0,06 мг/кг почвы; метагин – 0,03 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,08 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фозалон – 0,47 мг/кг почвы; полихлоркамфен – 0,06 мг/кг почвы; 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота – 0,04 мг/кг почвы; акрекс – 0,15 мг/кг почвы; йодофенфос – 0,23 мг/кг почвы.

Пастбище: P₂O₅ – 112,1 мг/кг, K₂O – 142,3 мг/кг, С – 2,4 %, рН – 5,59.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 24,80 мг/кг; Zn – 108,4 мг/кг; Cd – 0,49 мг/кг; Pb – 19,1 мг/кг; Ni – 27,1 мг/кг; Co – 11,4 мг/кг; Mn – 756 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: арозин – 0,81 мг/кг почвы; плондрел – 0,1 мг/кг почвы; трефлан – 0,07 мг/кг почвы; ровраль – 0,1 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фосфамид – 0,29 мг/кг почвы; полихлорпинен – 0,4 мг/кг почвы; 2,4-дихлорфенол – 0,02 мг/кг почвы; актеллик – 0,42 мг/кг почвы; карбофос – 1,9 мг/кг почвы.

Вариант 2. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая

Пашня: P₂O₅ – 340,1 мг/кг, K₂O – 187,4 мг/кг, С – 2,2 %, рН – 6,21.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 25,90 мг/кг; Zn – 29,5 мг/кг; Cd – 1,4 мг/кг; Pb – 30,3 мг/кг; Ni – 16,8 мг/кг; Co – 8,8 мг/кг; Mn – 357 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитропирин + 6 ХПК – 0,03 мг/кг почвы; поликарбацин – 0,65 мг/кг почвы; ялан – 0,56 мг/кг почвы; сульфазин – 0,01 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: формальдегид – 6,9 мг/кг почвы; прометрин – 0,23 мг/кг почвы; 2,4-Д-аминная соль – 0,36 мг/кг почвы; актеллик – 0,32 мг/кг почвы; сумицидин – 0,01 мг/кг почвы.

Сенокос: P₂O₅ – 248,8 мг/кг, K₂O – 140,9 мг/кг, С – 2,0 %, рН – 5,79.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 44,10 мг/кг; Zn – 30 мг/кг; Cd – 0,38 мг/кг; Pb – 11,5 мг/кг; Ni – 18,2 мг/кг; Co – 8,4 мг/кг; Mn – 273 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: БМК – 0,1 мг/кг почвы; дифенамид – 0,1 мг/кг почвы; цианокс – 0,32 мг/кг почвы; которан – 0,02 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фталофос – 0,05 мг/кг почвы; пропанид – 2,6 мг/кг почвы; диурон – 0,47 мг/кг почвы; альфаметилстирол – 0,7 мг/кг почвы; стирол – 0,4 мг/кг почвы.

Пастбище: P₂O₅ – 169,2 мг/кг, K₂O – 120,1 мг/кг, С – 1,6 %, рН – 5,43.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 7,48 мг/кг; Zn – 27,7 мг/кг; Cd – 0,41 мг/кг; Pb – 8,1 мг/кг; Ni – 15,5 мг/кг; Co – 8,3 мг/кг; Mn – 554 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гексахлорбензол – 0,01 мг/кг почвы; дропп – 0,04 мг/кг почвы; цидиал – 0,17 мг/кг почвы; гербан – 0,32 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фурадан – 0,003 мг/кг почвы; ридомил – 0,01 мг/кг почвы; дурсбан – 0,12 мг/кг почвы; атразин – 0,23 мг/кг почвы; толуол – 0,24 мг/кг почвы.

Вариант 3. Почва светло-серая легкосуглинистая

Пашня: P₂O₅ – 290,9 мг/кг, K₂O – 190,7 мг/кг, С – 3,3 %, рН – 5,84.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 144,00 мг/кг; Zn – 228,1 мг/кг; Cd – 0,41 мг/кг; Pb – 10,1 мг/кг; Ni – 17,8 мг/кг; Co – 9,3 мг/кг; Mn – 467 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гаметрел – 0,15 мг/кг почвы; зеллек – 0,1 мг/кг почвы; этафос – 0,23 мг/кг почвы; кампозан – 0,48 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фурфурол – 1,8 мг/кг почвы; ринкорд – 0,01 мг/кг почвы; зенкор – 0,3 мг/кг почвы; ацетальдегид – 9 мг/кг почвы; монурон – 0,29 мг/кг почвы.

Сенокос: P₂O₅ – 217,3 мг/кг, K₂O – 118,9 мг/кг, С – 2,7 %, рН – 5,61.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 7,24 мг/кг; Zn – 29,3 мг/кг; Cd – 2,32 мг/кг; Pb – 10,6 мг/кг; Ni – 13,5 мг/кг; Co – 8 мг/кг; Mn – 463 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гербан – 0,39 мг/кг почвы; кампозан – 0,3 мг/кг почвы; сапроль – 0,01 мг/кг почвы; дактал – 0,01 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: хлорофос – 0,23 мг/кг почвы; ронит – 0,28 мг/кг почвы; изатрин – 0,04 мг/кг почвы; базудин – 0,01 мг/кг почвы; отходы флотации угля – 1590 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 139,4 мг/кг, K_2O – 98,4 мг/кг, С – 2,5 %, рН – 5,47.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 17,90 мг/кг; Zn – 32,3 мг/кг; Cd – 0,3 мг/кг; Pb – 10 мг/кг; Ni – 13,6 мг/кг; Co – 7,9 мг/кг; Mn – 483 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: бронкот – 0,06 мг/кг почвы; дактал – 0,1 мг/кг почвы; триаллат – 0,02 мг/кг почвы; антио – 0,12 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: хлорамп – 0,01 мг/кг почвы; бутиловый эфир группы 2,4-д – 0,32 мг/кг почвы; изопропилбензол – 0,98 мг/кг почвы; байлетон + метаболит – 0,02 мг/кг почвы; пиримор – 0,6 мг/кг почвы.

Вариант 4. Почва темно-серая лесная среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 335,9 мг/кг, K_2O – 200,1 мг/кг, С – 3,5 %, рН – 6,5.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 110,00 мг/кг; Zn – 63,1 мг/кг; Cd – 1,4 мг/кг; Pb – 40,4 мг/кг; Ni – 80,1 мг/кг; Co – 8,7 мг/кг; Mn – 1529 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: ДДВФ – 0,05 мг/кг почвы; антио – 0,1 мг/кг почвы; хостаквик – 0,12 мг/кг почвы; амбуш – 0,03 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: циклофос – 0,03 мг/кг почвы; кротиловый эфир группы 2,4-Д – 0,1 мг/кг почвы; изопропилбензол + альфаметилстирол – 0,32 мг/кг почвы; байфидан – 0,01 мг/кг почвы; гептахлор – 0,04 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 224,1 мг/кг, K_2O – 143,9 мг/кг, С – 3,4 %, рН – 6,1.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 11,50 мг/кг; Zn – 240,2 мг/кг; Cd – 0,35 мг/кг; Pb – 5 мг/кг; Ni – 8,5 мг/кг; Co – 9,6 мг/кг; Mn – 452 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: бенлат – 0,2 мг/кг почвы; амибен – 0,12 мг/кг почвы; лонтрел – 0,09 мг/кг почвы; ленацил – 0,84 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: цинеб – 0,15 мг/кг почвы; октиловый эфир группы 2,4-Д – 0,14 мг/кг почвы; йодофенфос – 0,48 мг/кг почвы; банвел Д – 0,2 мг/кг почвы; гетерофос – 0,03 мг/кг почвы.

Пастбище: P₂O₅ – 220,7 мг/кг, K₂O – 129,7 мг/кг, С – 2,3 %, рН – 5,89.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 29,40 мг/кг; Zn – 80,4 мг/кг; Cd – 0,27 мг/кг; Pb – 10,5 мг/кг; Ni – 21,8 мг/кг; Co – 8,5 мг/кг; Mn – 460 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: биферан – 0,4 мг/кг почвы; байлетон – 0,25 мг/кг почвы; стомп – 0,08 мг/кг почвы; морфонол – 0,1 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: энтам – 0,68 мг/кг почвы; малолетучие эфиры группы 2,4-Д – 0,6 мг/кг почвы; карбофос – 1,9 мг/кг почвы; бенз(а)пирен – 0,02 мг/кг почвы; глифосат – 0,47 мг/кг почвы.

Вариант 5. Почва серая лесная среднесуглинистая

Пашня: P₂O₅ – 349,2 мг/кг, K₂O – 200,4 мг/кг, С – 3,8 %, рН – 5,7.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 36,50 мг/кг; Zn – 27,7 мг/кг; Cd – 2,26 мг/кг; Pb – 14,3 мг/кг; Ni – 5,4 мг/кг; Co – 5,4 мг/кг; Mn – 270 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитрофор – 0,1 мг/кг почвы; дигидрел – 0,32 мг/кг почвы; промед – 0,009 мг/кг почвы; реглон – 0,12 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: акрекс – 0,08 мг/кг почвы; 2М-4ХП – 0,34 мг/кг почвы; кельтан – 0,8 мг/кг почвы; бензин – 0,2 мг/кг почвы; фозалон – 0,37 мг/кг почвы.

Сенокос: P₂O₅ – 258,1 мг/кг, K₂O – 189,7 мг/кг, С – 2,2 %, рН – 5,3.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 32,60 мг/кг; Zn – 27,4 мг/кг; Cd – 0,45 мг/кг; Pb – 10,2 мг/кг; Ni – 7 мг/кг; Co – 7,6 мг/кг; Mn – 597 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: рамдон – 0,19 мг/кг почвы; каптан – 0,8 мг/кг почвы; сутан – 0,32 мг/кг почвы; тепоран – 0,38 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,12 мг/кг почвы; 2М-4ХМ – 0,48 мг/кг почвы; ксилолы (орто-, мета-, пара-) – 0,2 мг/кг почвы; бензол – 0,32 мг/кг почвы; фосфамид – 0,23 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 200,9 мг/кг, K_2O – 131,8 мг/кг, С – 1,9 %, рН – 5,3.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 4,98 мг/кг; Zn – 30,9 мг/кг; Cd – 1,28 мг/кг; Pb – 10,8 мг/кг; Ni – 14,2; Co – 9,5 мг/кг; Mn – 377 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: полихлорбифенилы – 0,02 мг/кг почвы; метоксихлор – 1,1 мг/кг почвы; хлорат магния – 0,98 мг/кг почвы; тиодан – 0,07 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,02 мг/кг почвы; ДДТ и его метаболиты – 0,2 мг/кг почвы; купроцин – 0,9 мг/кг почвы; бетанол – 0,2 мг/кг почвы; формальдегид – 5,1 мг/кг почвы.

Вариант 6. Почва темно-серая лесная среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 208,9 мг/кг, K_2O – 198,1 мг/кг, С – 4,8 %, рН – 6,1.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 141,40 мг/кг; Zn – 21,9 мг/кг; Cd – 1,25 мг/кг; Pb – 8,6 мг/кг; Ni – 10,2 мг/кг; Co – 5,8 мг/кг; Mn – 1403 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: сангор – 0,03 мг/кг почвы; бромфос – 0,1 мг/кг почвы; ТХАН – 0,12 мг/кг почвы; препарат А-1 – 0,3 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: альфаметилстирол – 0,36 мг/кг почвы; децис – 0,009 мг/кг почвы; линурон – 0,7 мг/кг почвы; валексон – 7,2 мг/кг почвы; диурон – 0,2 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 210,2 мг/кг, K_2O – 149,4 мг/кг, С – 3,5 %, рН – 5,98.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 45,30 мг/кг; Zn – 16,7 мг/кг; Cd – 2,31 мг/кг; Pb – 9,9 мг/кг; Ni – 6,4 мг/кг; Co – 4,8 мг/кг; Mn – 453 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: тетрахлорбифенилы – 0,04 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,09 мг/кг почвы; ТХМ – 0,01 мг/кг почвы; тербазил – 0,29 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: атразин – 0,18 мг/кг почвы; дилор – 0,29 мг/кг почвы; мезоранил – 0,1 мг/кг почвы; гардона – 1,3 мг/кг почвы; дурсбан – 0,61 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 200,3 мг/кг, K_2O – 111,8 мг/кг, С – 2,7 %, рН – 5,49.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 69,40 мг/кг; Zn – 61,4 мг/кг; Cd – 0,22 мг/кг; Pb – 6,6 мг/кг; Ni – 10 мг/кг; Co – 6 мг/кг; Mn – 493 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: топсин-М – 0,32 мг/кг почвы; ровраль – 0,05 мг/кг почвы; фтапан – 0,22 мг/кг почвы; зупарен – 0,17 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: ацетальдегид – 9,1 мг/кг почвы; севин – 0,04 мг/кг почвы; метатион – 0,36 мг/кг почвы; ГХЦГ (линдан) – 0,03 мг/кг почвы; зенкор – 0,13 мг/кг почвы.

Вариант 7. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 234,0 мг/кг, K_2O – 154,1 мг/кг, С – 1,8 %, рН – 6,1.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 11,60 мг/кг; Zn – 52,5 мг/кг; Cd – 1,19 мг/кг; Pb – 39,1 мг/кг; Ni – 3,8 мг/кг; Co – 3 мг/кг; Mn – 235 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: трихлорбифенилы – 0,05 мг/кг почвы; сульфазин – 0,01 мг/кг почвы; тиллам – 0,41 мг/кг почвы; офунак – 0,02 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: базудин – 0,02 мг/кг почвы; семерон – 0,003 мг/кг почвы; метафос – 0,1 мг/кг почвы; ГХЦГ (гексахлоран) – 0,01 мг/кг почвы; изатрин – 0,07 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 217,9 мг/кг, K_2O – 106,3 мг/кг, С – 1,45 %, рН – 5,67.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 9,80 мг/кг; Zn – 183,4 мг/кг; Cd – 1,3 мг/кг; Pb – 5,6 мг/кг; Ni – 90,2 мг/кг; Co – 3,5 мг/кг; Mn – 1226 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: декстрел – 0,4 мг/кг почвы; которан – 0,01 мг/кг почвы; солан – 0,69 мг/кг почвы; карагард – 0,31 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений составило: изопропилбензол – 0,24 мг/кг почвы; симазин – 0,17 мг/кг почвы; мирал – 0,02 мг/кг почвы; ГХБД (гексахлорбутадиен) – 0,17 мг/кг почвы; (изопропилбензол – 0,38 мг/кг почвы).

Пастбище: P₂O₅ – 194,1 мг/кг, K₂O – 98,3 мг/кг, С – 1,23 %, рН – 5,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 8,28 мг/кг; Zn – 66,25 мг/кг; Cd – 1,33 мг/кг; Pb – 16,90 мг/кг; Ni – 16,30 мг/кг; Co – 9,90 мг/кг; Mn – 1057,0 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитрофор – 0,09 мг/кг почвы; дигидрел – 0,28 мг/кг почвы; промед – 0,1 мг/кг почвы; реглон – 0,15 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: акрекс – 0,08 мг/кг почвы; 2М-4ХП – 0,36 мг/кг почвы; кельтан – 0,95 мг/кг почвы; бензин – 0,05 мг/кг почвы; фозалон – 0,11 мг/кг почвы.

Вариант 8. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая

Пашня: P₂O₅ – 370,1 мг/кг, K₂O – 149,6 мг/кг, С – 3,5 %, рН – 6,12.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 17,75 мг/кг; Zn – 111,40 мг/кг; Cd – 0,45 мг/кг; Pb – 17,50 мг/кг; Ni – 25,50 мг/кг; Co – 12,50 мг/кг; Mn – 1342,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: рамдон – 0,18 мг/кг почвы; каптан – 0,4 мг/кг почвы; сутан – 0,12 мг/кг почвы; тепоран – 0,58 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,28 мг/кг почвы; 2М-4ХМ – 0,87 мг/кг почвы; ксилолы (орто-, мета-, пара-) – 0,35 мг/кг почвы; бензол – 0,39 мг/кг почвы; фосфамид – 0,29 мг/кг почвы.

Сенокос: P₂O₅ – 327,9 мг/кг, K₂O – 118,4 мг/кг, С – 3,1 %, рН – 5,78.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 25,35 мг/кг; Zn – 68,95 мг/кг; Cd – 0,95 мг/кг; Pb – 24,70 мг/кг; Ni – 21,95 мг/кг; Co – 10,10 мг/кг; Mn – 556,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: полихлорбифенилы – 0,01 мг/кг почвы; метоксихлор – 1 мг/кг почвы; хлорат магния – 0,89 мг/кг почвы; тиодан – 0,04 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,01 мг/кг почвы; ДДТ и его метаболиты – 0,1 мг/кг почвы; купроцин – 0,5 мг/кг почвы; бетанол – 0,14 мг/кг почвы; формальдегид – 4,8 мг/кг почвы.

Пастбище: P₂O₅ – 280,1 мг/кг, K₂O – 88,8 мг/кг, С – 2,4 %, рН – 5,98.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 35,00 мг/кг; Zn – 29,75 мг/кг; Cd – 0,89 мг/кг; Pb – 20,90 мг/кг; Ni – 17,50 мг/кг; Co – 8,60 мг/кг; Mn – 315,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: сангор – 0,02 мг/кг почвы; бромфос – 0,01 мг/кг почвы; ТХАН – 0,1 мг/кг почвы; препарат А-1 – 0,3 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: альфаметилстирол – 0,14 мг/кг почвы; децис – 0,1 мг/кг почвы; линурон – 0,1 мг/кг почвы; валексон – 5,8 мг/кг почвы; диурон – 0,3 мг/кг почвы.

Вариант 9. Почва дерново-подзолистая песчаная

Пашня: P₂O₅ – 249,7 мг/кг, K₂O – 176,0 мг/кг, С – 2,6 %, рН – 6,21.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 25,79 мг/кг; Zn – 28,85 мг/кг; Cd – 0,40 мг/кг; Pb – 9,80 мг/кг; Ni – 16,85 мг/кг; Co – 8,35 мг/кг; Mn – 413,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: тетрахлорбифенилы – 0,04 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,05 мг/кг почвы; ТХМ – 0,02 мг/кг почвы; тербацил – 0,15 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: атразин – 0,28 мг/кг почвы; дилор – 0,24 мг/кг почвы; мезоранил – 0,36 мг/кг почвы; гардона – 2,1 мг/кг почвы; дурсбан – 0,51 мг/кг почвы.

Сенокос: P₂O₅ – 220,4 мг/кг, K₂O – 154,1 мг/кг, С – 2,4 %, рН – 5,78.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 75,74 мг/кг; Zn – 127,90 мг/кг; Cd – 0,41 мг/кг; Pb – 9,10 мг/кг; Ni – 16,65 мг/кг; Co – 8,80 мг/кг; Mn – 510,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: топсин-М – 0,04 мг/кг почвы; ровраль – 0,04 мг/кг почвы; фтапан – 0,03 мг/кг почвы; зупарен – 0,17 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: ацетальдегид – 11 мг/кг почвы; севин – 0,03 мг/кг почвы; метатион – 0,47 мг/кг почвы; ГХЦГ (линдан) – 0,01 мг/кг почвы; зенкор – 0,01 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 200,9 мг/кг, K_2O – 113,6 мг/кг, С – 1,91 %, рН – 5,50.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 75,62 мг/кг; Zn – 128,70 мг/кг; Cd – 1,37 мг/кг; Pb – 10,35 мг/кг; Ni – 15,65 мг/кг; Co – 8,65 мг/кг; Mn – 465,00 мг/кг.

Земельный объект был обработан в разные годы пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: трихлорбифенилы – 0,06 мг/кг почвы; сульфазин – 0,02 мг/кг почвы; тиллам – 0,21 мг/кг почвы; офунак – 0,01 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: базудин – 0,06 мг/кг почвы; семерон – 0,3 мг/кг почвы; метафос – 0,8 мг/кг почвы; ГХЦГ (гексахлоран) – 0,1 мг/кг почвы; изатрин – 0,04 мг/кг почвы.

Вариант 10. Почва пойменная среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 145,4 мг/кг, K_2O – 127,5 мг/кг, С – 2,98 %, рН – 6,42.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 12,57 мг/кг; Zn – 30,80 мг/кг; Cd – 1,31 мг/кг; Pb – 10,30 мг/кг; Ni – 13,55 мг/кг; Co – 7,95 мг/кг; Mn – 473,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: декстрел – 0,5 мг/кг почвы; которан – 0,03 мг/кг почвы; солан – 0,51 мг/кг почвы; карагард – 0,66 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: изопрропилбензол – 0,34 мг/кг почвы; симазин – 0,23 мг/кг почвы; мирал – 0,03 мг/кг почвы; ГХБД (гексахлорбутадиен) – 0,1 мг/кг почвы; (изопрропилбензол – 0,39 мг/кг почвы).

Сенокос: P_2O_5 – 176,1 мг/кг, K_2O – 119,4 мг/кг, С – 2,13 %, рН – 6,11.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 63,95 мг/кг; Zn – 47,70 мг/кг; Cd – 0,85 мг/кг; Pb – 25,20 мг/кг; Ni – 46,85 мг/кг; Co – 8,30 мг/кг; Mn – 1006,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: абат – 0,45 мг/кг почвы; гидрел – 0,41 мг/кг почвы; пиратин – 0,36 мг/кг почвы; декстрел – 0,84 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фенурон – 1,52 мг/кг почвы; политриазин – 0,03 мг/кг почвы; далапон – 0,36 мг/кг почвы; агелон – 0,2 мг/кг почвы; изопропилбензол + альфаметилстирол – 0,17 мг/кг почвы.

Пастбище: P₂O₅ – 118,3 мг/кг, K₂O – 123,1 мг/кг, C – 1,79 %, pH – 5,87.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 60,75 мг/кг; Zn – 151,65 мг/кг; Cd – 0,88 мг/кг; Pb – 22,70 мг/кг; Ni – 44,30 мг/кг; Co – 9,15 мг/кг; Mn – 990,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: байтекс – 0,3 мг/кг почвы; пликтран – 0,05 мг/кг почвы; метагин – 0,01 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,05 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фозалон – 0,24 мг/кг почвы; полихлоркамфен – 0,4 мг/кг почвы; 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота – 0,1 мг/кг почвы; акрекс – 0,015 мг/кг почвы; йодофенфос – 0,82 мг/кг почвы.

Вариант 11. Почва светло-серая среднесуглинистая

Пашня: P₂O₅ – 224,7 мг/кг, K₂O – 124,9 мг/кг, C – 2,48 %, pH – 6,10.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 20,45 мг/кг; Zn – 160,30 мг/кг; Cd – 0,31 мг/кг; Pb – 7,75 мг/кг; Ni – 15,15 мг/кг; Co – 9,05 мг/кг; Mn – 456,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: арозин – 0,94 мг/кг почвы; плондрел – 0,03 мг/кг почвы; трэфлан – 0,06 мг/кг почвы; ровраль – 0,6 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фосфамид – 0,98 мг/кг почвы; полихлорпинен – 0,2 мг/кг почвы; 2,4-дихлорфенол – 0,08 мг/кг почвы; актеллик – 0,32 мг/кг почвы; карбофос – 0,9 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 209,4 мг/кг, K_2O – 136,4 мг/кг, С – 1,7 %, рН – 5,79.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 32,95 мг/кг; Zn – 54,05 мг/кг; Cd – 1,27 мг/кг; Pb – 12,40 мг/кг; Ni – 13,60 мг/кг; Co – 6,95 мг/кг; Mn – 365,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитропирин + 6 ХПК – 0,04 мг/кг почвы; поликарбацин – 0,51 мг/кг почвы; ялан – 0,4 мг/кг почвы; сульфазин – 0,02 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: формальдегид – 8,1 мг/кг почвы; прометрин – 0,44 мг/кг почвы; 2,4-Д-аминная соль – 0,48 мг/кг почвы; актеллик – 0,14 мг/кг почвы; сумицидин – 0,01 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 198,3 мг/кг, K_2O – 95,7 мг/кг, С – 1,5 %, рН – 5,57.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 34,55 мг/кг; Zn – 27,55 мг/кг; Cd – 1,36 мг/кг; Pb – 12,25 мг/кг; Ni – 6,20 мг/кг; Co – 6,50 мг/кг; Mn – 433,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: БМК – 0,2 мг/кг почвы; дифенамид – 0,08 мг/кг почвы; цианокс – 0,2 мг/кг почвы; которан – 0,07 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фталофос – 0,07 мг/кг почвы; пропанид – 2,1 мг/кг почвы; диурон – 0,98 мг/кг почвы; альфаметилстирол – 0,98 мг/кг почвы; стирол – 0,38 мг/кг почвы.

Вариант 12. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 313,2 мг/кг, K_2O – 197,6 мг/кг, С – 2,49 %, рН – 5,93.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 18,7 мг/кг; Zn – 29,15 мг/кг; Cd – 0,87 мг/кг; Pb – 10,50 мг/кг; Ni – 10,60 мг/кг; Co – 8,55 мг/кг; Mn – 487,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гексахлорбензол – 0,01 мг/кг почвы; дропп – 0,01 мг/кг почвы; цидиал – 0,2 мг/кг почвы; гербан – 0,59 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фурадан – 0,003 мг/кг почвы; ридомил – 0,02 мг/кг почвы; дурсбан – 0,35 мг/кг почвы; атразин – 0,5 мг/кг почвы; толуол – 0,2 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 250,3 мг/кг. K_2O – 131,9 мг/кг, С – 2,12 %, рН – 5,78.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 73,19 мг/кг; Zn – 26,40 мг/кг; Cd – 1,27 мг/кг; Pb – 9,70 мг/кг; Ni – 12,20 мг/кг; Co – 7,65 мг/кг; Mn – 890,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гексетрел – 0,1 мг/кг почвы; зеллек – 0,3 мг/кг почвы; этафос – 0,3 мг/кг почвы; кампозан – 0,23 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фурфурол – 2,4 мг/кг почвы; ринкорд – 0,03 мг/кг почвы; зенкор – 0,21 мг/кг почвы; ацетальдегид – 7,4 мг/кг почвы; монурон – 0,11 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 243,9 мг/кг, K_2O – 127,7 мг/кг, С – 2,19 %, рН – 5,01.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 93,35 мг/кг; Zn – 19,30 мг/кг; Cd – 1,78 мг/кг; Pb – 9,25 мг/кг; Ni – 8,30 мг/кг; Co – 5,30 мг/кг; Mn – 928,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гербан – 0,3 мг/кг почвы; кампозан – 0,45 мг/кг почвы; сапроль – 0,02 мг/кг почвы; дактал – 0,03 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: хлорофос – 0,78 мг/кг почвы; ронит – 0,21 мг/кг почвы; изатрин – 0,09 мг/кг почвы; базудин – 0,02 мг/кг почвы; отходы флотации угля – 1020 мг/кг почвы.

Вариант 13. Почва серая лесная тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 307,4 мг/кг, K_2O – 186,3 мг/кг, С – 3,6 %, рН – 6,12.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 57,35 мг/кг; Zn – 39,05 мг/кг; Cd – 1,27 мг/кг; Pb – 8,25 мг/кг; Ni – 8,20 мг/кг; Co – 5,40 мг/кг; Mn – 473,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: бронокот – 0,04 мг/кг почвы; дактал – 0,01 мг/кг почвы; триаллат – 0,01 мг/кг почвы; антио – 0,15 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: хлорамп – 0,02 мг/кг почвы; бутиловый эфир группы 2,4-Д – 0,14 мг/кг почвы; изопропилбензол – 0,1 мг/кг почвы; байлетон + метаболит – 0,01 мг/кг почвы; пиримор – 0,15 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 236,7 мг/кг, K_2O – 155,4 мг/кг, С – 2,45 %, рН – 5,79.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 40,50 мг/кг; Zn – 56,95 мг/кг; Cd – 0,71 мг/кг; Pb – 22,85 мг/кг; Ni – 6,90 мг/кг; Co – 4,50 мг/кг; Mn – 364,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: ДДВФ – 0,03 мг/кг почвы; антио – 0,3 мг/кг почвы; хостаквик – 0,1 мг/кг почвы; амбуш – 0,08 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: Циклофос – 0,004 мг/кг почвы; кротиловый эфир группы 2,4-Д – 0,3 мг/кг почвы; изопропилбензол + альфаметилстирол – 0,48 мг/кг почвы; байфидан – 0,01 мг/кг почвы; гептахлор – 0,01 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 164,1 мг/кг, K_2O – 110,9 мг/кг, С – 2,16 %, рН – 5,67.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 10,70 мг/кг; Zn – 117,95 мг/кг; Cd – 1,25 мг/кг; Pb – 22,35 мг/кг; Ni – 47,00 мг/кг; Co – 3,25 мг/кг; Mn – 730,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: бенлат – 0,12 мг/кг почвы; амибен – 0,2 мг/кг почвы; лонтрел – 0,08 мг/кг почвы; ленацил – 0,63 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: цинеб – 0,01 мг/кг почвы; октиловый эфир группы 2,4-Д – 0,25 мг/кг почвы; йодофенфос – 0,98 мг/кг почвы; банвел Д – 0,1 мг/кг почвы; гетерофос – 0,02 мг/кг почвы.

Вариант 14. Почва пойменная тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 269,1 мг/кг, K_2O – 140,6 мг/кг, С – 2,2 %, рН – 6,11.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 9,04 мг/кг; Zn – 124,83 мг/кг; Cd – 1,31 мг/кг; Pb – 11,25 мг/кг; Ni – 53,25 мг/кг; Co – 6,70 мг/кг; Mn – 1141,5 0 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: биферан – 0,35 мг/кг почвы; байлетон – 0,32 мг/кг почвы; стомп – 0,09 мг/кг почвы; морфонол – 0,2 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: энтам – 0,25 мг/кг почвы; малолетучие эфиры группы 2,4-Д – 0,35 мг/кг почвы; карбофос – 2,3 мг/кг почвы; бенз(а)пирен – 0,001 мг/кг почвы; глифосат – 0,29 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 216,9 мг/кг, K_2O – 137,0 мг/кг, С – 2,12 %, рН – 5,69.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 13,01 мг/кг; Zn – 88,83 мг/кг; Cd – 0,89 мг/кг; Pb – 17,20 мг/кг; Ni – 20,90 мг/кг; Co – 11,20 мг/кг; Mn – 1199,75 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитрофор – 0,1 мг/кг почвы; дигидрел – 0,1 мг/кг почвы; промед – 0,1 мг/кг почвы; реглон – 0,23 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: акрекс – 0,01 мг/кг почвы; 2М-4ХП – 0,35 мг/кг почвы; кельтан – 0,7 мг/кг почвы; бензин – 0,12 мг/кг почвы; фозалон – 0,15 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 201,7 мг/кг, K_2O – 112,9 мг/кг, С – 2,10 %, рН – 5,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 21,55 мг/кг; Zn – 90,18 мг/кг; Cd – 0,70 мг/кг; Pb – 21,10 мг/кг; Ni – 23,73 мг/кг; Co – 11,30 мг/кг; Mn – 949,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: рамдон – 0,15 мг/кг почвы; каптан – 0,54 мг/кг почвы; сутан – 0,3 мг/кг почвы; тепоран – 0,89 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений составило: актеллик – 0,36 мг/кг почвы; 2М-4ХМ – 0,68 мг/кг почвы; ксилолы (орто-, мета-, пара-) – 0,2 мг/кг почвы; бензол – 0,12 мг/кг почвы; фосфамид – 0,1 мг/кг почвы.

Вариант 15. Почва светло-серая тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 379,8 мг/кг, K_2O – 361,1 мг/кг, С – 2,27 %, рН – 5,82.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 30,18 мг/кг; Zn – 49,35 мг/кг; Cd – 0,92 мг/кг; Pb – 22,80 мг/кг; Ni – 19,73 мг/кг; Co – 9,35 мг/кг; Mn – 435,75 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: полихлорбифенилы – 0,01 мг/кг почвы; метоксихлор – 1,1 мг/кг почвы; хлорат магния – 0,5 мг/кг почвы; тиодан – 0,09 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,01 мг/кг почвы; ДДТ и его метаболиты – 0,35 мг/кг почвы; купроцин – 0,78 мг/кг почвы; бетанол – 0,17 мг/кг почвы; формальдегид – 3,8 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 231,0 мг/кг, K_2O – 186,4 мг/кг, С – 2,13 %, рН – 5,67.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 30,40 мг/кг; Zn – 29,30 мг/кг; Cd – 0,64 мг/кг; Pb – 15,35 мг/кг; Ni – 17,18 мг/кг; Co – 8,48 мг/кг; Mn – 364,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: сангор – 0,3 мг/кг почвы; бромфос – 0,09 мг/кг почвы; ТХАН – 0,2 мг/кг почвы; препарат А-1 – 0,38 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: альфаметилстирол – 0,47 мг/кг почвы; децис – 0,1 мг/кг почвы; линурон – 0,96 мг/кг почвы; валексон – 9,7 мг/кг почвы; диурон – 0,18 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 200,9 мг/кг, K_2O – 94,1 мг/кг, С – 1,86 %, рН – 5,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 50,77 мг/кг; Zn – 78,38 мг/кг; Cd – 0,40 мг/кг; Pb – 9,45 мг/кг; Ni – 16,75 мг/кг; Co – 8,58 мг/кг; Mn – 462,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: тетрахлорбифенилы – 0,03 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,05 мг/кг почвы; ТХМ – 0,03 мг/кг почвы; тербацил – 0,47 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: атразин – 0,16 мг/кг почвы; дилор – 0,31 мг/кг почвы; мезоранил – 0,3 мг/кг почвы; гардона – 0,3 мг/кг почвы; дурсбан – 0,34

Вариант 16. Почва серая лесная среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 235,1 мг/кг, K_2O – 140,4 мг/кг, С – 3,7 %, рН – 6,47.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 75,68 мг/кг; Zn – 128,30 мг/кг; Cd – 0,89 мг/кг; Pb – 9,73 мг/кг; Ni – 16,15 мг/кг; Co – 8,73 мг/кг; Mn – 487,75 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: топсин-М – 0,04 мг/кг почвы; ровраль – 0,07 мг/кг почвы; фтапан – 0,12 мг/кг почвы; эупарен – 0,26 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: ацетальдегид – 3,1 мг/кг почвы; севин – 0,03 мг/кг почвы; метатион – 0,28 мг/кг почвы; ГХЦГ (линдан) – 0,02 мг/кг почвы; зенкор – 0,1 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 250,9 мг/кг, K_2O – 117,9 мг/кг, С – 3,0 %, рН – 5,79.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 44,10 мг/кг; Zn – 79,75 мг/кг; Cd – 1,34 мг/кг; Pb – 10,33 мг/кг; Ni – 14,60 мг/кг; Co – 8,30 мг/кг; Mn – 469,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: трихлорбифенилы – 0,02 мг/кг почвы; сульфазин – 0,01 мг/кг почвы; тиллам – 0,39 мг/кг почвы; офунак – 0,03 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: Базудин – 0,01 мг/кг почвы; семерон – 0,001 мг/кг почвы; метафос – 0,36 мг/кг почвы; ГХЦГ (гексахлоран) – 0,1 мг/кг почвы; изатрин – 0,02 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 119,1 мг/кг, K_2O – 72 мг/кг, С – 2,47 %, рН – 5,64.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 38,26 мг/кг; Zn – 39,25 мг/кг; Cd – 1,08 мг/кг; Pb – 17,75 мг/кг; Ni – 30,20 мг/кг; Co – 8,13 мг/кг; Mn – 739,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: декстрел – 0,1 мг/кг почвы; которан – 0,009 мг/кг почвы; солан – 0,49 мг/кг почвы; карагард – 0,25 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: изопропилбензол – 0,34 мг/кг почвы; симазин – 0,01 мг/кг почвы; мирал – 0,07 мг/кг почвы; ГХБД (гексахлорбутадиеп) – 0,1 мг/кг почвы; (изопропилбензол – 0,39 мг/кг почвы).

Вариант 17. Почва пойменная среднесуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 117,4 мг/кг, K_2O – 140,1 мг/кг, С – 2,4 %, рН – 3,58.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 62,35 мг/кг; Zn – 99,68 мг/кг; Cd – 0,86 мг/кг; Pb – 23,95 мг/кг; Ni – 45,58 мг/кг; Co – 8,73 мг/кг; Mn – 998,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: декстрел – 0,5 мг/кг почвы; которан – 0,03 мг/кг почвы; солан – 0,51 мг/кг почвы; карагид – 0,66 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: изопропилбензол – 0,34 мг/кг почвы; симазин – 0,23 мг/кг почвы; мирал – 0,03 мг/кг почвы; ГХБД (гексахлорбутадиен) – 0,1 мг/кг почвы; изопропилбензол – 0,39 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 110,9 мг/кг, K_2O – 103,4 мг/кг, С – 2,6 %, рН – 2,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 40,60 мг/кг; Zn – 155,98 мг/кг; Cd – 0,59 мг/кг; Pb – 15,23 мг/кг; Ni – 29,73 мг/кг; Co – 9,10 мг/кг; Mn – 723,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: тетрахлорбифенилы – 0,04 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,05 мг/кг почвы; ТХМ – 0,02 мг/кг почвы; тербацил – 0,15 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: атразин – 0,28 мг/кг почвы; дилор – 0,24 мг/кг почвы; мезоранил – 0,36 мг/кг почвы; гардона – 2,1 мг/кг почвы; дурсбан – 0,51 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 120,3 мг/кг, K_2O – 90,9 мг/кг, С – 2,12 %, рН – 2,49.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 26,70 мг/кг; Zn – 107,18 мг/кг; Cd – 0,79 мг/кг; Pb – 10,08 мг/кг; Ni – 14,38 мг/кг; Co – 8,00 мг/кг; Mn – 410,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: рамдон – 0,18 мг/кг почвы; каптан – 0,4 мг/кг почвы; сутан – 0,12 мг/кг почвы; тепоран – 0,58 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,28 мг/кг почвы; 2М-4ХМ – 0,87 мг/кг почвы; ксилолы (орто-, мета-, пара-) – 0,35 мг/кг почвы; бензол – 0,39 мг/кг почвы; фосфамид – 0,29 мг/кг почвы.

Вариант 18. Почва дерново-подзолистая супесчаная

Пашня: P_2O_5 – 340,1 мг/кг, K_2O – 200,7 мг/кг, С – 2,6 %, рН – 6,42.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 33,75 мг/кг; Zn – 40,80 мг/кг; Cd – 1,31 мг/кг; Pb – 12,33 мг/кг; Ni – 9,90 мг/кг; Co – 6,73 мг/кг; Mn – 399,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: тетрахлорбифенилы – 0,04 мг/кг почвы; пентахлорбифенил – 0,09 мг/кг почвы; ТХМ – 0,01 мг/кг почвы; тербацил – 0,29 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: атразин – 0,18 мг/кг почвы; дилор – 0,29 мг/кг почвы; мезоранил – 0,1 мг/кг почвы; гардона – 1,3 мг/кг почвы; дурсбан – 0,61 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 284,9 мг/кг, K_2O – 123,4 мг/кг, С – 2,4 %, рН – 5,74.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 26,67 мг/кг; Zn – 28,35 мг/кг; Cd – 1,11 мг/кг; Pb – 11,38 мг/кг; Ni – 8,40 мг/кг; Co – 7,53 мг/кг; Mn – 460,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: полихлорбифенилы – 0,02 мг/кг почвы; метоксихлор – 1,1 мг/кг почвы; хлорат магния – 0,98 мг/кг почвы; тиодан – 0,07 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,02 мг/кг почвы; ДДТ и его метаболиты – 0,2 мг/кг почвы; купроцин – 0,9 мг/кг почвы; бетанол – 0,2 мг/кг почвы; формальдегид – 5,1 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 181,3 мг/кг, K_2O – 100,9 мг/кг, С – 1,6 %, рН – 5,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 45,99 мг/кг; Zn – 27,78 мг/кг; Cd – 1,07 мг/кг; Pb – 10,10 мг/кг; Ni – 11,40 мг/кг; Co – 8,10 мг/кг; Mn – 688,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: бенлат – 0,2 мг/кг почвы; амибен – 0,12 мг/кг почвы; лонтрел – 0,09 мг/кг почвы; ленацил – 0,84 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: цинеб – 0,15 мг/кг почвы; октиловый эфир группы 2,4-Д – 0,14 мг/кг почвы; йодофенфос – 0,48 мг/кг почвы; банвел Д – 0,2 мг/кг почвы; гетерофос – 0,03 мг/кг почвы.

Вариант 19. Почва серая лесная тяжелосуглинистая

Пашня: P_2O_5 – 298,1 мг/кг, K_2O – 139,7 мг/кг, С – 1,78 %, рН – 5,59.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 83,27 мг/кг; Zn – 22,85 мг/кг; Cd – 1,52 мг/кг; Pb – 9,48 мг/кг; Ni – 10,25 мг/кг; Co – 6,48 мг/кг; Mn – 909,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: гербан – 0,39 мг/кг почвы; кампозан – 0,3 мг/кг почвы; сапроль – 0,01 мг/кг почвы; дактал – 0,01 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: хлорофос – 0,23 мг/кг почвы; ронит – 0,28 мг/кг почвы; изатрин – 0,04 мг/кг почвы; базудин – 0,01 мг/кг почвы; отходы флотации угля – 1590 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 249,9 мг/кг, K_2O – 117,8 мг/кг, С – 1,56 %, рН – 5,45.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 75,35 мг/кг; Zn – 29,18 мг/кг; Cd – 1,52 мг/кг; Pb – 8,75 мг/кг; Ni – 8,25 мг/кг; Co – 5,35 мг/кг; Mn – 700,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитропирин + 6 ХПК – 0,03 мг/кг почвы; поликарбацин – 0,65 мг/кг почвы; ялан – 0,56 мг/кг почвы; сульфазин – 0,01 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: формальдегид – 6,9 мг/кг почвы; прометрин – 0,23 мг/кг почвы; 2,4-Д-аминная соль – 0,36 мг/кг почвы; актеллик – 0,32 мг/кг почвы; сумицидин – 0,01 мг/кг почвы.

Пастбище: P_2O_5 – 200,4 мг/кг, K_2O – 102,9 мг/кг, С – 1,14 %, рН – 5,36.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 48,93 мг/кг; Zn – 48,00 мг/кг; Cd – 0,99 мг/кг; Pb – 15,55 мг/кг; Ni – 7,55 мг/кг; Co – 4,95 мг/кг; Mn – 418,50 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: абат – 0,42 мг/кг почвы; гидрел – 0,4 мг/кг почвы; пирамин – 0,6 мг/кг почвы; декстрел – 0,23 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: фенурон – 1,32 мг/кг почвы; политриазин – 0,2 мг/кг почвы; далапон – 0,23 мг/кг почвы; аге-лон – 0,23 мг/кг почвы; изопропилбензол + альфаметилстирол – 0,45 мг/кг почвы.

Вариант 20. Почва светло-серая супесчаная

Пашня: P_2O_5 – 217,1 мг/кг, K_2O – 146,9 мг/кг, С – 1,7 %, рН – 5,69.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 25,60 мг/кг; Zn – 87,45 мг/кг; Cd – 0,98 мг/кг; Pb – 22,60 мг/кг; Ni – 26,95 мг/кг; Co – 3,88 мг/кг; Mn – 547,25 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: нитрофор – 0,1 мг/кг почвы; дигидрел – 0,32 мг/кг почвы; промед – 0,009 мг/кг почвы; реглон – 0,12 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: акрекс – 0,08 мг/кг почвы; 2М-4ХП – 0,34 мг/кг почвы; кельтан – 0,8 мг/кг почвы; бензин – 0,2 мг/кг почвы; фозалон – 0,37 мг/кг почвы.

Сенокос: P_2O_5 – 209,9 мг/кг, K_2O – 112,7 мг/кг, С – 1,56 %, рН – 5,49.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 9,87 мг/кг; Zn – 121,39 мг/кг; Cd – 1,28 мг/кг; Pb – 16,80 мг/кг; Ni – 50,13 мг/кг; Co – 4,98 мг/кг; Mn – 936,00 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: декстрел – 0,4 мг/кг почвы; которан – 0,01 мг/кг почвы; солан – 0,69 мг/кг почвы; карагارد – 0,31 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: изопропилбензол – 0,24 мг/кг почвы; симазин – 0,17 мг/кг почвы; мирал – 0,02 мг/кг почвы; ГХБД (гексахлорбутадиен) – 0,17 мг/кг почвы; (изопропилбензол – 0,38 мг/кг почвы).

Пастбище: P_2O_5 – 178,4 мг/кг, K_2O – 98,1 мг/кг, С – 1,18 %, рН – 5,51.

Агроэкологическое состояние (содержание ТМ): Cu – 11,03 мг/кг; Zn – 106,83 мг/кг; Cd – 1,10 мг/кг; Pb – 14,23 мг/кг; Ni – 37,08 мг/кг; Co – 8,95 мг/кг; Mn – 1170,63 мг/кг.

Земельный объект в разные годы был обработан пестицидными препаратами. Анализ показал следующее содержание пестицидов: полихлорбифенилы – 0,01 мг/кг почвы; метоксихлор – 1 мг/кг почвы; хлорат магния – 0,89 мг/кг почвы; тиодан – 0,04 мг/кг почвы.

Содержание органических соединений: актеллик – 0,01 мг/кг почвы; ДДТ и его метаболиты – 0,1 мг/кг почвы; купроцин – 0,5 мг/кг почвы; бетанол – 0,14 мг/кг почвы; формальдегид – 4,8 мг/кг почвы.

Темы докладов и сообщений

1. Деграция и восстановление нефтезагрязненных почв.
2. Загрязнение и детоксикация почв.
3. Загрязнение почв биоцидами.
4. Загрязнение почв гербицидами.

5. Загрязнение почв нефтепродуктами.
6. Загрязнение почв пестицидами.
7. Загрязнение почв радионуклидами.
8. Загрязнение почв тяжелыми металлами.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо рассчитывать ПЭИ?
2. Как можно интерпретировать значения ПЭИ с точки зрения деградации почв?
3. Почему климатические условия являются фактором экологического состояния почв?
4. Почему на основе анализа связей между почвенно-климатическими условиями и урожайностью сельскохозяйственных культур можно использовать величину ПЭИ?

Практическая работа № 16

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Цель работы: научиться рассчитывать и анализировать величину суммарного показателя загрязнения почв.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

При санитарно-гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова территории применяется показатель Z_c – суммарный показатель загрязнения, который представляет собой сумму коэффициентов концентрации K_c токсикантов (загрязнителей) I, II и III классов токсикологической опасности по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_c \right) - (n - 1),$$

где n – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию; K_c – коэффициент концентрации элемента (вещества), определяемый отношением его содержания в загрязненной почве к фоновому.

Коэффициент концентрации K_c рассчитывается по формуле

$$K_c = C_i / C_{\text{фон}},$$

где C_i – фактическое содержание элемента; $C_{\text{фон}}$ – геохимический фон.

Практическая часть

Задание 1. Используя данные табл. 16.1, подсчитайте суммарный показатель загрязнения почв Z_c предложенных участков и профилей. Определите уровни загрязнения почв, результаты представьте в виде таблиц:

Участок, профиль	Коэффициент концентрации элементов K_c									
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr

Участок, профиль	Суммарный показатель загрязнения Z_c	Уровень суммарного загрязнения почв

Таблица 16.1. Исходные данные для расчета показателя Z_c

Вариант	Содержание ТМ, мг/кг							
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Mn	Cr
1	5,9	18,1	0,25	7	8,7	6,2	185	11,5
2	9	114,4	0,4	15,9	23,9	13,6	929	34,5
3	11	108,4	0,49	19,1	27,1	11,4	756	52,1
4	13,2	29,5	0,4	10,5	16,8	8,8	357	16,4
5	15,5	30	0,38	11,5	18,2	8,4	273	17,6
6	12,6	27,7	0,41	8,1	15,5	8,3	554	16,5
7	11,3	28,1	0,41	10,1	17,8	9,3	467	17,8
8	6,4	29,3	0,32	10,6	13,5	8	463	10,6
9	6	32,3	0,3	10	13,6	7,9	483	14,6
10	8,2	63,1	0,39	10,8	20,1	8,7	529	30,5
11	4,9	41,3	0,35	5	8,5	9,6	452	14,6
12	7,7	80,4	0,27	10,5	21,8	8,5	460	52,3

Окончание табл. 16.1

Вариант	Содержание ТМ, мг/кг							
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Mn	Cr
13	5	27,7	0,26	14,3	5,4	5,4	270	8,5
14	6,1	27,4	0,45	10,2	7	7,6	597	14,5
15	7,3	30,9	0,28	10,8	14,2	9,5	377	23,4
16	4,8	21,9	0,25	8,6	10,2	5,8	403	9,8
17	2,3	16,7	0,31	9,9	6,4	4,8	453	6,4
18	3,8	61,4	0,22	6,6	10	6	493	17,7
19	1,8	52,5	0,19	4,1	3,8	3	235	13,1
20	3,1	18,3	0,3	5,6	6,2	3,5	226	8,4

Задание 2. Используя знания по физической и социально-экономической географии Владимирской области, сделайте выводы о факторах, определяющих уровень загрязнения почвенного покрова согласно табл. 16.2 – 16.13.

Таблица 16.2. Классы опасности (токсичности) элементов

Класс опасности	Элементы
I	As, Cd, Hg, Pb, Zn, F
II	B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr
III	Ba, V, W, Mn, Sr

Таблица 16.3. Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами

Уровень загрязнения	Суммарный показатель загрязнения почв Z_c	Воздействие на здоровье человека
Низкий	8 – 16	Наиболее низкие показатели заболеваемости детей, частота встречаемости функциональных отклонений минимальна
Средний	16 – 32	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Высокий	32 – 128	Высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Уровень загрязнения	Суммарный показатель загрязнения почв Z_c	Воздействие на здоровье человека
Очень высокий	> 128	Высокий уровень заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (рост признаков токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Таблица 16.4. Группировка почв для эколого-токсикологической оценки по содержанию валовых форм тяжелых металлов и мышьяка

Элемент	Группы почв					ПДК (ОДК)
	1	2	3	4	5	
<i>Песчаные и супесчаные почвы</i>						
As	< 1,0	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	> 6,0	2,0
Pb	< 16,0	16,0 – 32,0	32,1 – 64,0	64,1 – 96,0	> 96	32,0
Zn	< 27,0	27,1 – 55,0	55,1 – 110,0	110,1 – 165	> 165	55,0
Cd	< 0,25	0,25 – 0,5	0,6 – 1,0	1,1 – 1,5	> 1,5	0,5
Cu	< 16,0	16,1 – 33,0	33,1 – 165	165,1 – 330	> 330	33,0
Ni	< 10,0	10,1 – 20,0	20,1 – 100	100,1 – 200	> 200	20,0

As	< 2,5	2,5 – 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 15,0	> 15,0	5,0
Pb	< 32,0	32 – 65	66 – 130	131 – 195	> 195,0	65
Zn	< 55,0	55 – 100	101 – 220	221 – 330	> 330,0	100
Cd	< 0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	> 3,0	1,0
Cu	< 33,0	33 – 66	67 – 330	331 – 660	> 660,0	66
Ni	< 20,0	20 – 40	41 – 200	201 – 400	> 400,0	40

<i>Суглинистые и глинистые почвы с рН более 5,5</i>						
As	< 5	5 – 10	11 – 20	21 – 30	> 30	10
Pb	< 65	65 – 130	131 – 260	261 – 390	> 390	130
Zn	< 110	110 – 220	221 – 400	401 – 660	> 660	220
Cd	< 1,0	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	> 6	2,0
Cu	< 66	66 – 132	133 – 660	661 – 1320	> 1320	132
Ni	< 40	40 – 80	81 – 400	401 – 800	> 800	80

Примечание. 1 – концентрация элементов в почвах ниже 0,5 ПДК (ОДК); 2 – численное значение верхней границы соответствует ПДК (ОДК) данного элемента в почве; 3 – почвы территорий с неудовлетворительной экологической ситуацией; 4 – почвы зоны чрезвычайной экологической ситуации; 5 – почвы зоны экологического бедствия.

Таблица 16.5. Значения показателя Z_c

Значение показателя Z_c	Степень загрязнения	Коэффициент Z_c
< 2	Допустимая	0
2 – 8	Слабая	0,3
8 – 32	Средняя	0,6
32 – 64	Сильная	1,0
> 64	Очень сильная	2,0

Таблица 16.6. ПДК химических веществ в почвах

Элемент, химическое вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
<i>Валовые формы</i>	
Ванадий	150
Марганец	1500
Марганец + ванадий	1000 + 100
Мышьяк	2,0
Олово	4,5
Ртуть	2,1
Свинец	32
Сурьма	4,5
Хром (+3)	90
Сернистые соединения (*)	160
Сероводород	0,4
Нитраты	130
<i>Водорастворимая форма</i>	
Фтор	10
<i>Подвижные формы</i>	
Свинец	6
Никель	4
Хром	6
Медь	3
Цинк	23
Кобальт	5
Марганец:	
– для черноземов	700
– для дерново-подзолистых почв при pH 4,0	300
– для дерново-подзолистых почв при pH 5,1 – 6,0	400
– для дерново-подзолистых почв при pH 6,0	500

Таблица 16.7. ПДК органических соединений в почвах

Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы	Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
Агелон	0,15	Диурон	0,5
Акрекс	1,0	Дурсбан	0,2
Актеллик	0,5	Зенкор	0,2
Актеллик	0,1(*)	Изатрин	0,05
Альфа-метилстирол	0,5	Изопропилбензол	0,5
Атразин	0,5	Изопропилбензол + + Альфа-метилстирол	0,5
Ацетальдегид	10,0	Йодофенфос	0,5
Базудин	0,1	Карбофос	2,0
Байлетон + метаболит	0,03	Кельтан	1,0
Байфидан	0,02	Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	0,3
Банвел Д	0,25	Купроцин	1,0
Бенз(а)пирен	0,02	Линурон	1,0
Бензин	0,1	Мезоранил	0,1
Бензол	0,3	Метатион	1,0
Бетанол	0,25	Метафос	0,1
Валексон	1,0	Мирал	0,03
Гардона	1,4	Монурон	0,3
ГХЦГ (линдан)	0,1	Отходы флотации угля	3000
ГХЦГ (гексахлоран)	0,1	Пиримор	0,3
ГХБД (гексахлорбутадиен)	0,5	Политриазин	0,1
Гептахлор	0,05	Полихлоркамфен	0,5
Гетерофос	0,05	Полихлорпинен	0,5
Глифосат	0,5	Прометрин	0,5
Далапон	0,5	Пропанид	1,5
2,4-дихлорфеноксиуксус- ная кислота	0,1	Ридомил	0,05
2,4-дихлорфенол	0,05	Ринкорд	0,02
2,4-Д-аминная соль	0,25	Ронит	0,8
Бутиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	Севин	0,05
Кротиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	Семерон	0,1
Октиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	Симазин	0,2
Малолетучие эфиры группы 2,4-Д	0,15	Сумицидин	0,02
		Стирол	0,1
		Толуол	0,3
		Фенурон	1,8

Окончание табл. 16.7

Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы	Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
2М-4ХП	0,4	Фозалон	0,5
2М-4ХМ	0,6	Фосфамид	0,3
ДДТ и его метаболиты (суммарные количества)	0,1	Формальдегид	7,0
Децис	0,01	Фталофос	0,1
Дилор	0,5	Фурадан	0,01
		Фурфурол	3,0
		Хлорофос	0,5
		Хлорамп	0,05
		Циклофос	0,03
		Цинеб	0,2
		Энтам	0,9

(*) – рекомендуется для почв с рН 5,5.

Таблица 16.8. ОДК пестицидов в почвах

Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы	Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
Абат	0,6	Пирамин	0,7
Амбуш	0,05	Пликтран	0,1
Амибен	0,5	Плондрел	0,15
Антио	0,2	Поликарбацин	0,6
Арозин	0,7	Полихлорбифенилы (суммарно)	0,06
Байлетон	0,4	Препарат А-1	0,5
Байтекс	0,4	Промед	0,01
Бенлат	0,1	Рамдон	0,2
Биферан	0,5	Реглон	0,2
БМК	0,1	Ровраль	0,15
Бромфос	0,2	Сангор	0,04
Бронокот	0,5	Сапроль	0,03
Гексахлорбензол	0,03	Солан	0,6
Геметрел	0,5	Стомп	0,15
Гербан	0,7	Сульфазин	0,1
Гидрел	0,5	Сутан	0,6
Дактал	0,1	Тепоран	0,4
ДДВФ	0,1		

Окончание табл. 16.8

Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы	Вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
Декстрел	0,5	Тербацил	0,4
Дигидрел	0,5	Тиллам	0,6
Дифенамид	0,25	Тиодан	0,1
Дропп	0,05	Топсин-М	0,4
Зеллек	0,15	Тетрахлорбифенилы	0,06
Кампозан	0,5	Трефлан	0,1
Каптан	1,0	Триаллат	0,05
Карагард	0,4	Трихлорбифенилы	0,03
Которан	0,03	ТХАН	0,2
Ленацил	1,0	ТХМ	0,1
Лонтрел	0,1	Фтапан	0,3
Метазин	0,1	Хлорат магния	1,0
Метоксихлор	1,6	Хостаквик	0,2
Морфонол	0,15	Цианокс	0,4
Нитропирин + 6 ХПК	0,2	Цидиал	0,4
Нитрофор	0,2	Этафос	0,1
Офунак	0,05	Зупарен	0,2
Пентахлорбифенил	0,1	Ялан	0,9

Таблица 16.9. Уровень загрязнения земель химическими веществами

Элемент, соединение	Содержание, соответствующее уровню загрязнения, мг/кг				
	1-й уро- вень (до- пустимый)	2-й уровень (низкий)	3-й уровень (средний)	4-й уровень (высокий)	5-й уро- вень (очень высокий)
<i>Неорганические соединения</i>					
Кадмий	< ПДК	ПДК – 3	3 – 5	5 – 20	> 20
Свинец	< ПДК	ПДК – 125	125 – 250	250 – 600	> 600
Ртуть	< ПДК	ПДК – 3	3 – 5	5 – 10	> 10
Мышьяк	< ПДК	ПДК – 20	20 – 30	30 – 50	> 50
Цинк	< ПДК	ПДК – 500	500 – 1500	1500 – 3000	> 3000
Медь	< ПДК	ПДК – 200	200 – 300	300 – 500	> 500
Кобальт	< ПДК	ПДК – 50	50 – 150	150 – 300	> 300
Никель	< ПДК	ПДК – 150	150 – 300	300 – 500	> 500
Молибден	< ПДК	ПДК – 40	40 – 100	100 – 200	> 200
Олово	< ПДК	ПДК – 20	20 – 50	50 – 300	> 300
Барий	< ПДК	ПДК – 200	200 – 400	400 – 2000	> 2000

Элемент, соединение	Содержание, соответствующее уровню загрязнения, мг/кг				
	1-й уровень (допустимый)	2-й уровень (низкий)	3-й уровень (средний)	4-й уровень (высокий)	5-й уровень (очень высокий)
Хром	< ПДК	ПДК – 250	250 – 500	500 – 800	> 800
Ванадий	< ПДК	ПДК – 225	225 – 300	300 – 350	> 350
Фтор водорастворимый	< ПДК	ПДК – 15	15 – 25	25 – 50	> 50
<i>Органические соединения</i>					
Хлорированные углеводороды	< ПДК	ПДК – 5	5 – 25	25 – 50	> 50
Хлорфенолы	< ПДК	ПДК – 5	1 – 5	5 – 10	> 10
Фенолы	< ПДК	ПДК – 5	1 – 5	5 – 10	> 10
Полихлор бифенилы	< ПДК	ПДК – 5	2 – 5	5 – 10	> 10
Циклогексан	< ПДК	ПДК – 5	6 – 30	30 – 60	> 60
Пиридины	< ПДК	ПДК – 5	0,1 – 2	2 – 20	> 20
Тетрагидрофуран	< ПДК	ПДК – 5	0,1 – 2	2 – 40	> 40
Стирол	< ПДК	ПДК – 5	5 – 20	20 – 50	> 50
Нефть и нефтепродукты	< ПДК	1000 – 2000	2000 – 3000	3000 – 5000	> 5000
Бенз(а)пирен	< ПДК	ПДК – 0,1	0,1 – 0,25	0,25 – 0,5	> 0,5
Бензол	< ПДК	ПДК – 1	1 – 3	3 – 10	> 10
Толуол	< ПДК	ПДК – 10	10 – 50	50 – 100	> 100
Альфа-метил стирола	< ПДК	ПДК – 3	3 – 10	10 – 50	> 50
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	< ПДК	ПДК – 3	3 – 30	30 – 100	> 100
Сернистые соединения	< ПДК	ПДК – 180	180 – 250	250 – 380	> 380

Таблица 16.10. Фоновые содержания элементов в почвах

Тип почв	Содержание элементов, мг/кг										
	V	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Sn	Pb	Cr	Zn
Перегноино-карбонатные, желтоземы, красноземы	73	–	–	440	22	–	31	2,5	–	55	–
Дерново-подзолистые	72	–	–	650	23	1,5	51	–	19	140	49

Тип почв	Содержание элементов, мг/кг										
	V	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Sn	Pb	Cr	Zn
Каштановые	120	–	25	800	28	1,7	58	6	30	120	70
Сероземы	–	–	–	–	–	–	12	–	25	–	–
Черноземы	–	0,3	–	–	18	–	54	–	18	–	37
Серые черноземы	–	0,6	–	–	14	–	37	–	17	–	45
Бурые	80	0,25	12	860	13	2	14	13	23	54	52
Сероземы	30	–	–	300	19	–	16	14	20	31	69
Почвы мира	50	0,5	10	850	20	2	40	10	10	200	50
Черноземы	–	–	–	300 – 360	12 – 13	–	37 – 54	–	–	440	30 – 80

Таблица 16.11. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах, мг/кг

Элемент	Группа почв	ОДК*	Агрегатное состояние вещества в почвах	КО*	Особенности действия на организм
Ni	а) песчаные и супесчаные	20	Твердое: в виде солей, в сорбированном виде, в составе минералов	2	Для теплокровных и человека малотоксичен. Ингибитор оксидаз. Обладает мутагенным действием
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	40			
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	80			
Cu	а) песчаные и супесчаные	33	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	2	Повышает клеточную проницаемость, ингибирует глутатионредуктазу, нарушает метаболизм, взаимодействуя с $-SH$, $-NH_2$ и $-COOH$ группами
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	66			
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	132			

Продолжение табл. 16.11

Элемент	Группа почв	ОДК*	Агрегатное состояние вещества в почвах	КО*	Особенности действия на организм
Zn	а) песчаные и супесчаные	55	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Недостаток или избыток вызывают отклонения в развитии, отравления при нарушении технологии внесения цинксодержащих пестицидов
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	110			
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	220			
As	а) песчаные и супесчаные	2	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Ядовитое вещество, ингибирующее различные ферменты; имеет особенное воздействие на процессы метаболизма. Возможно канцерогенное действие
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	5			
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	10			
Cd	а) песчаные и супесчаные	0,5	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Сильно ядовитое вещество, блокирует сульфгидрильные группы ферментов, нарушает обмен железа и кальция, нарушает синтез ДНК
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	1			
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	2			

Элемент	Группа почв	ОДК*	Агрегатное состояние вещества в почвах	КО*	Особенности действия на организм
Pb	а) песчаные и супесчаные	32	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Разностороннее негативное действие. Блокирует –SH группы белков, ингибирует ферменты, вызывает отравления, поражения нервной системы
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \leq 5,5$	65	Твердое: в виде солей, органоминеральных соединений, в сорбированном виде, в составе минералов	1	Разностороннее негативное действие. Блокирует –SH группы белков, ингибирует ферменты, вызывает отравления, поражения нервной системы
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} \geq 5,5$	130			

Таблица 16.12. ПДК тяжелых металлов в почвах, мг/кг

Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента	Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента
Мышьяк	2	Валовое содержание	Марганец + ванадий	1000 + 100	Валовое содержание
Ртуть	2,1	То же	Сурьма	4,5	То же

*ОДК с учетом фона. КО – класс опасности

Окончание табл. 16.12

Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента	Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента
Свинец	32	>>	Медь	3	Подвижное соединение
Свинец + ртуть	20,1 + 1,0	>>	Никель	4	Валовое содержание
Хром (VI)	0,05	>>	Цинк	23	То же
Марганец	1500	>>	Кобальт	5	>>
Ванадий	150	>>	Хром	6	>>

Таблица. 16.13. *Фоновое содержание тяжелых металлов
в почвах*

Тип почвы	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг						
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Mn
Дерново-подзолистая супесчаная	3,0	16,0	0,20	4,0	5,0	3,0	250
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	5,0	26,0	0,30	7,0	9,0	6,0	430
Дерново-подзолистая песчаная	3,0	16,0	0,20	4,0	5,0	3,0	250
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	5,0	26,0	0,30	7,0	9,0	6,0	430
Пойменная тяжелосуглинистая	10,0	44,0	0,50	11,0	18,0	10,0	610
Пойменная среднесуглинистая	10,0	44,0	0,50	11,0	18,0	10,0	610
Светло-серая легкосуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Светло-серая среднесуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Светло-серая супесчаная	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510

Тип почвы	Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг						
	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Mn
Светло-серая тяжелосуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Серая лесная среднесуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Серая лесная тяжелосуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Темно-серая лесная среднесуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	11,0	35,0	0,40	9,0	17,0	8,0	510

Темы докладов и сообщений

1. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения.
2. Радиоактивное загрязнение почв.
3. Размер ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов.
4. Дегградация химических свойств почв.
5. Дегградация болотных почв.
6. Дегградация почв в условиях изменения гидрологического режима.
7. Дегградация почв на вырубках и при пожарах.
8. Дегградация прилегающих к фермам территорий под влиянием отходов животноводства.
9. Дегумификация пахотных почв.
10. Нарушение почв и почвенного покрова под влиянием выпаса.
11. Нарушения почв при добыче полезных ископаемых.

Контрольные вопросы

1. Какие уровни загрязнения почвы существуют?
2. Каковы величины полуудаления из почвы химических поллютантов?
3. Почему различаются величины ПДК для почвы и других природных объектов?
4. С чем связано разделение содержания вещества на ПДК и ОДК?
5. С чем связана неоднородность содержания загрязнителей в почве и почвенном покрове?

Практическая работа № 17

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ И ЭЛЕМЕНТОВ РЕЛЬЕФА. КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛОНОВ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИГОДНОСТЬ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Цель работы: научиться пользоваться картографическим материалом для анализа территорий исследования, определения площадей и проведения агроэкологического деления территории; научиться выделять элементы рельефа и территории карты в целом.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Сущность изображения рельефа местности горизонталями заключается в следующем. Поверхность участка земли пересекается горизонтальными плоскостями через определенные равные промежутки. Пересечение секущих плоскостей с поверхностью Земли образует замкнутые линии, которые называются горизонталями (рис. 17.1).

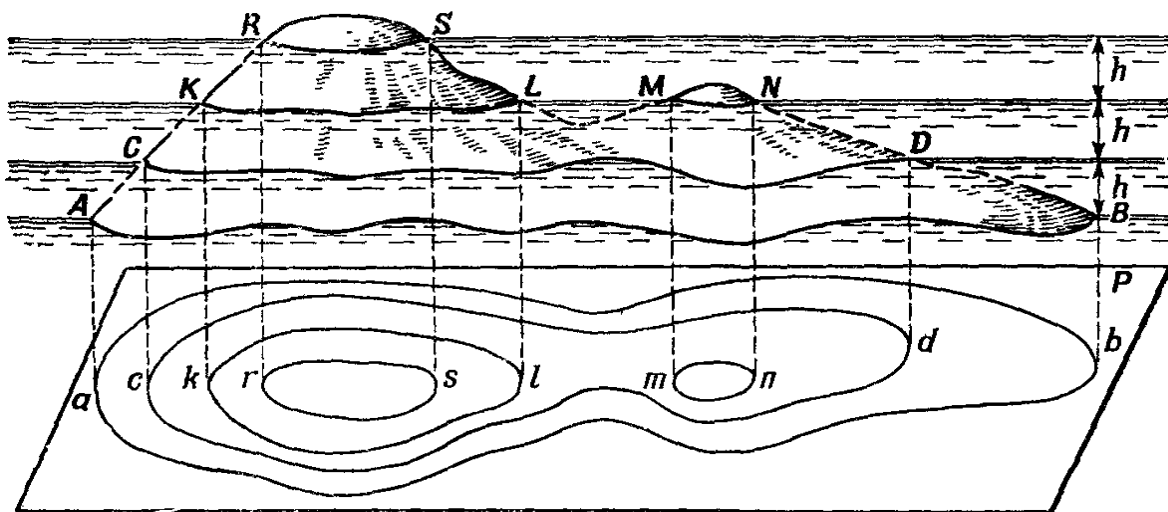


Рис. 17.1. Сущность изображения рельефа горизонталями

Горизонталь – линия равных высот. Расстояние между горизонтальными секущими плоскостями по вертикали называется **высотой сечения рельефа h** (табл. 17.1), а расстояние между соседними горизонталями на плане – **заложением d** (рис. 17.2).

Таблица 17.1. Высота сечения рельефа для различных масштабов

Территория	Высота сечения рельефа для различных масштабов, м					
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
Плоскоравнинная открытая	2,5	2,5	10	20	20	50
Плоскоравнинная, залесенная, равнинная пересеченная, холмистая, а также песчаная пустыня	5	5	10	20	20	50
Предгорная и горная	5	5	10	20	40	100
Высокогорная	–	10	20	40	40	100

К формам рельефа линейного расчленения относятся: речные **долины, овраги, балки, ложбины, лоцины**. **Долина реки** имеет постоянный водоток и плоскую поверхность днища – пойму, а также серию плоских надпойменных террас. Другие формы линейного расчленения могут состоять из двух противоположных склонов (плоское дно либо отсутствует, либо не выражается в масштабе карты). **Ложбины** –

форма микрорельефа, расположенная в верхних частях водосборов, протяженностью несколько десятков метров и более и глубиной до 1 м. Крутизна склонов ложбин составляет, как правило, 3 – 8°. **Лощины** отличаются более резкими очертаниями, глубиной и крутизной склона 8 – 15°. **Овраги** имеют протяжённость до 0,5 – 2,5 км, глубину до 30 м, ширину до 50 м; продольный профиль отличается от профиля склона. **Балка** характеризуется значительной крутизной склона – 10 – 15° и выше, ширина составляет 50 – 200 м, глубина 6 – 20 м. **Водораздельная территория** – междуречная форма, состоящая из плакоров – выровненных участков территории и поверхностей с незначительными уклонами. Для водораздельной части типичны положительные (холмы, гряды) и отрицательные (западины, котловины) формы рельефа. Для выделения условно горизонтальных участков определяют территории, где крутизна склонов составляет менее 1°. Крутизну склона определяют по шкале заложений, находящейся в нижней части карты.

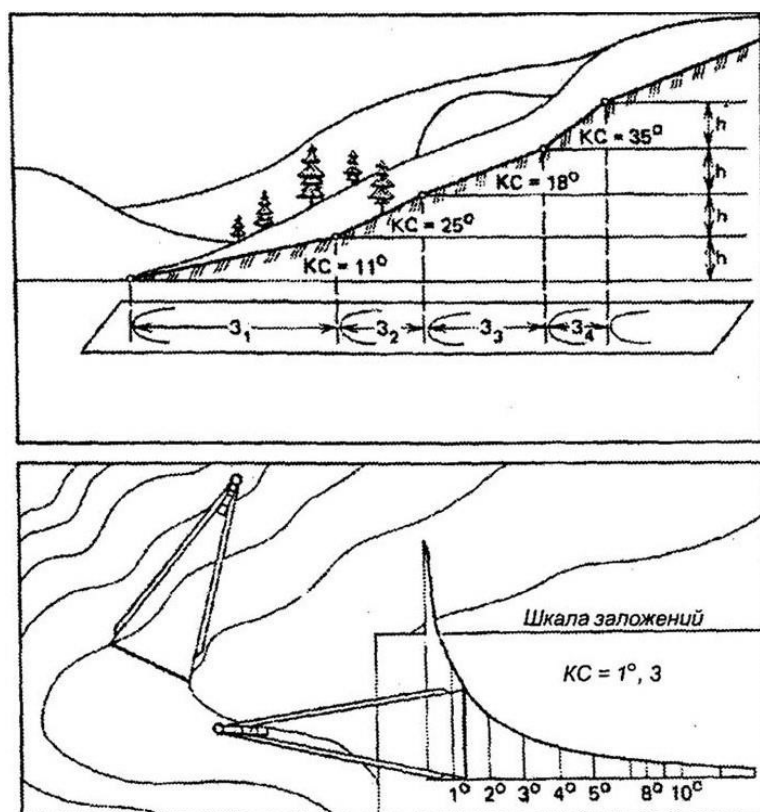


Рис. 17.2. Использование шкалы заложений для определения крутизны склона

Для определения крутизны измеряют длину кратчайшего расстояния между основными горизонталями, затем соотносят полученное расстояние со шкалой заложений (см. рис. 17.2). Приблизительно можно считать, что при крутизне склона 1° заложение горизонталей составляет 11 мм.

Экспозиция склонов определяется при анализе топографической карты (рис. 17.3). Верх карты всегда обращен к северу, низ – к югу, левая кромка – к западу, а правая – к востоку. У склона северной экспозиции будет наблюдаться понижение высоты местности с юга на север, а у склона южной экспозиции – повышение.

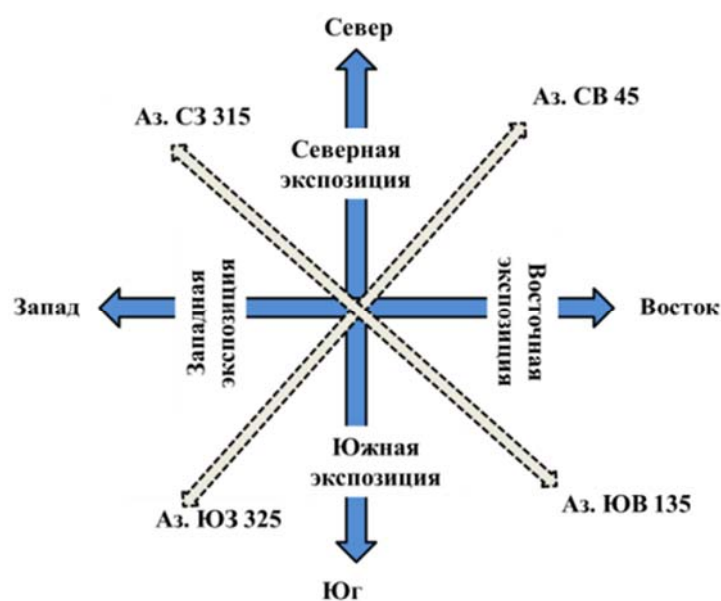


Рис. 17.3. Экспозиция склонов

Если высота снижается как на север, так и на восток – это склон северо-восточной экспозиции. При выделении секторов, ограниченных азимутами через 90° , выделяют северную, восточную, южную и западную экспозиции. В этом случае северной экспозиции соответствуют склоны, ограниченные азимутами СЗ 15° – СВ 45° . При проведении азимутов через 45° возможно выделение восьми секторов, с дополнительным выделением северо-восточных, северо-западных, юго-восточных и юго-западных склонов. Для определения экспозиции от каждой из вершин холма, найденных на карте, проводят линии для выделения четырех либо восьми секторов и закрашивают определенным цветом склоны одной экспозиции (рис. 17.4).



Рис. 17.4. Склоны холма различной экспозиции.

Практическая часть

Задание 1. На фрагменте топографического плана (кальке) территории земельного участка, выданном преподавателем, выделите: а) комплекс форм линейного расчленения (долинно-балочную сеть); б) комплекс форм водораздельной части; в) горизонтальные вершины холмов – склоны различной экспозиции. Укажите условные обозначения.

Задание 2. На основании выделения склонов различной крутизны произведите агроэкологическую группировку земель. Для группировки используйте классификацию агроландшафтов на основе форм рельефа:

1-я группа – пахотные земли универсального назначения; неэродированные земли дренированных водоразделов, склоны до 3° . Рельеф, почвенная и агрохимическая характеристики подходят для всех культур;

2-я группа – исключение возделывания отдельных культур по агрофизическим и физико-химическим свойствам; тяжелосуглинистые и глинистые почвы, слабодренированные, переувлажняемые, каменистые;

3-я группа – пахотные земли на склонах с уклонами от 3 до 5° , с преимущественно слабо- и среднесмытыми почвами. Исключается возможность возделывания пропашных культур и размещения паров. Размещают культуры, обладающие почвозащитными свойствами, т. е. культуры сплошного сева: зерновые, зернобобовые, однолетние травы, смешанные посевы зерновых культур, пожнивные посевы озимых культур;

4-я группа – пахотные земли ограниченного использования, расположенные на склонах с уклонами от 5 до 8°, преимущественно со средне- и сильноэродированными почвами. Возделывают культуры со средними и высокими почвозащитными свойствами (зерновые, травы) с использованием специальных приемов почвозащитной технологии обработки;

5-я группа – малопригодные пахотные земли на склонах с уклонами более 8°, преимущественно со средне- и сильноэродированными почвами, с комплексами смытых и намывных почв, а также почвами с неудовлетворительными физико-химическими и агрохимическими свойствами для большинства районированных культур, имеющими неблагоприятный водный режим и агротехнологические свойства. Размещаются почвозащитные севообороты с 75 % многолетних трав.

Задание 3. По результатам анализа карты, выданной преподавателем, выделите неблагоприятные факторы для ведения земледелия и дайте рекомендации по рациональному использованию элементов рельефа.

Задание 4. Выделите линии тальвегов и водоразделов.

В первую очередь на карту наносятся **тальвеги** – линии, соединяющие самые низкие точки на дне долины, балки, оврага – линейных отрицательных форм рельефа. Положение тальвегов постоянных водотоков (ручьев, рек) совпадает с центральной линией русла. Тальвеги временных водотоков (оврагов, балок, ложбин) определяются по вогнутым перегибам горизонталей. Линии, пересекающие горизонталю в точках наибольшего перегиба, будут тальвегами временных водотоков. После нанесения на карту всех тальвегов выделяют линии водоразделов. **Водоразделы** – это линии, разделяющие разнонаправленные склоны, с которых вода стекает в разные тальвеги. Водораздельные линии проводят по оси положительного перегиба горизонталей. На карте вычерчивают водораздельные линии между всеми горизонтальями, используя для этого их выпуклые изгибы. Линии водоразделов получают извилистые и строго следуют по оси выпуклых участков горизонталей.

При нанесении линий водоразделов следует помнить: между двумя тальвегами должно быть не меньше одной линии водораздела. Трудность в выделении водоразделов заключается в том, что наиболее определенно водораздельные линии проводятся в случае резко расчлененного рельефа. Чем более пологий рельеф, тем более широкие и

уплощенные водораздельные пространства, тем труднее определить положение водораздельных линий.

Задание 5. Определите длину наиболее протяженных склонов (расстояние от водораздела до тальвега (в метрах) и экспозиции этих склонов).

Определение положения любой водораздельной линии исходит из правила, что вода всегда течет от водораздельной линии к тальвегу по самому крутому уклону, т. е. по направлению наименьших заложений, перпендикулярно основному направлению горизонталей (рис. 17.5). Это даёт возможность сравнить длины склонов между выделенными тальвегами и водоразделами и выбрать три наиболее протяжённых склона, указав определённую ранее экспозицию.

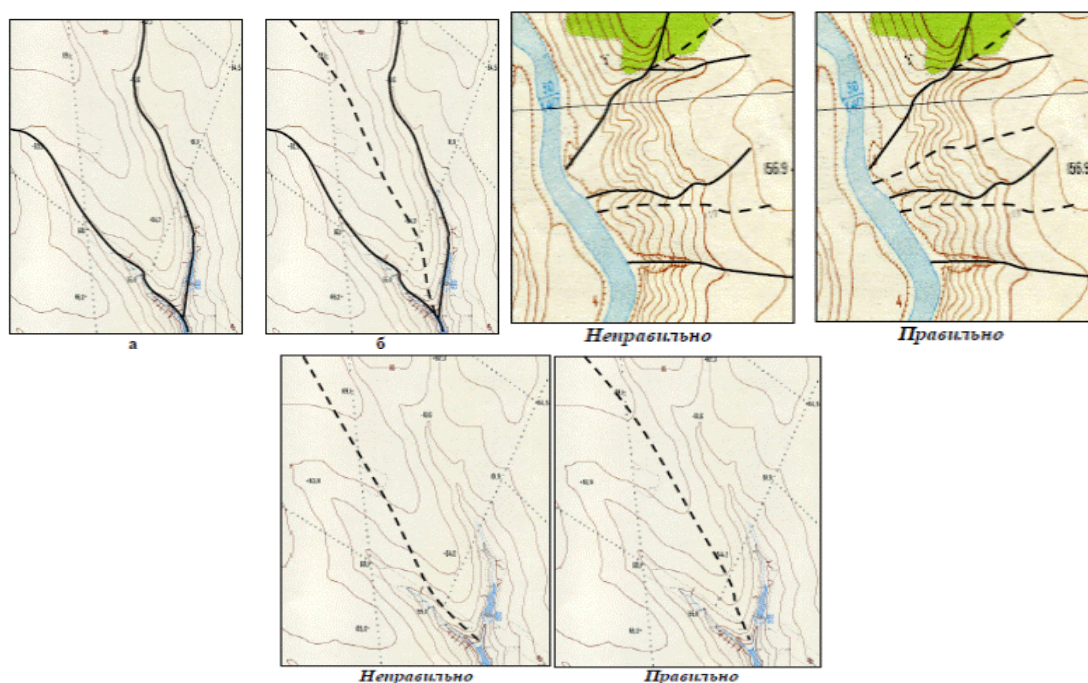


Рис. 17.5. Правильность выделения водораздельной линии:
а – тальвегов; б – водораздела

Задание 6. Для трех вершин ложбин покажите сплошной линией границы водосборов.

Водораздельная линия ограничивает территорию, с которой вода стекает в понижения по рельефу. Такую территорию называют **водосборной площадью**, или **водосбором**. Границы водосборной площади проходят по водораздельным линиям, через вершины холмов и середины седловин. Для выделения водосбора на карте нужно выбрать

точку в вершине ложбины и нарисовать замкнутую площадь по выделенным водораздельным линиям, ограниченным внизу горизонталью.

Задание 7. Определите уклоны по направлениям для трех выбранных отрезков.

Крутизна отрезка характеризуется углом наклона α или уклоном i , значения которых вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = i = h/d,$$

где h – разность высот конечной и начальной точек отрезка; d – заложение отрезка.

Угол наклона – это угол, расположенный в вертикальной плоскости и образованный горизонтальной плоскостью и линией местности. **Уклон** – это тангенс угла наклона линии местности. При определении уклона вначале измеряется абсолютное значение высот точек каждого отрезка – отметка точек. При определении отметок возможны два положения точек относительно горизонталей: точка находится на горизонтали и точка находится между горизонталями.

При решении задач на карте, в том числе определении отметок, важным моментом является **определение направления склона**. Этот вопрос решается на основе следующих признаков: по направлению бергштрихов – они показывают направление склона; по подписи горизонтали – верх подписи направлен в сторону повышения склона; по объектам гидрографии – местность понижается к рекам, озерам; по форме оврагов и промоин – вершина оврагов и промоин всегда направлена в сторону повышения местности; точка лежит на скате между горизонталями – чтобы найти высоту точки, через нее проводят кратчайшее заложение, масштабной линейкой измеряют длину отрезков a и b и подставляют в выражение

$$H_B = C + \frac{a}{a + b} h,$$

где C – отметка горизонтали с меньшей высотой; h – высота сечения рельефа.

Отрезок a измеряют от точки до горизонтали с меньшей высотой. Уклон определяется как отношение превышения h_{AB} к заложению d_{AB} . Уклон может быть положительным или отрицательным, его выражают в промиллях (‰) или в процентах (%). Например: $i = 0,020 = 20 \text{ ‰} = 2 \%$.

Пример. Высоты точек: $H_A = 75$ м, $H_B = 72,08$ м. Расстояние между точками A и B на карте равно 2,3 см. Масштаб карты 1:25 000, т. е. 1 см на карте соответствует 250 м на местности. Тогда $d_{AB} = 2,3 \cdot 250 = 575$ м. Вычисляем уклон отрезка, % (рис. 17.6):

$$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{d_{AB}}.$$

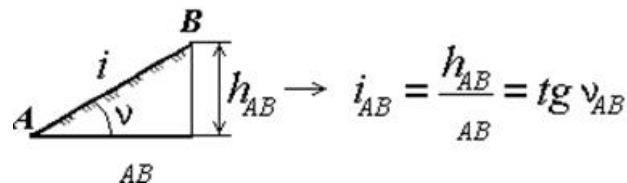


Рис. 17.6. Вычисление уклона отрезка

Графическое определение площади фигуры

Задание 8. Определите площадь категорий земель по результатам измерений на карте при помощи графического определения площади фигуры и методом палетки.

Площадь многоугольника определяется путем деления его на простейшие фигуры (треугольники, четырехугольники и т. п.) и измерением их элементов по карте. В каждой фигуре измеряют высоту и основание, по которым вычисляют площади треугольников по формуле

$$S = 0,5 ha,$$

где h – высота треугольника; a – основание треугольника.

Общая площадь участка определяется суммированием площадей отдельных фигур

$$S_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n S_i.$$

Правильность определения площади многоугольника проверяется в комбинациях. Точность этого способа зависит от масштаба карты: чем он крупнее, тем выше точность, относительная погрешность равна 1/100. Основным источником ошибок при определении площадей – ошибки измерения длин линий на карте. Поэтому этим способом невыгодно определять площади небольших участков, так как короткие линии измеряются с меньшей точностью, чем длинные.

Пример. Определим площадь участка $ABCD$, снятого с карты масштабом 1:10 000. Заданную фигуру делим на два треугольника (1 и 2), в каждом из которых измеряем основание a и высоту h (рис. 17.7), записывая результаты в табл. 17.2. В эту же таблицу заносим результаты вычислений для остальных треугольников. Для контроля вычислений выбираем другие треугольники. Для контроля вычислений выбираем другие основания и высоты (показаны на рис. 17.7 тонкими линиями) в треугольниках.

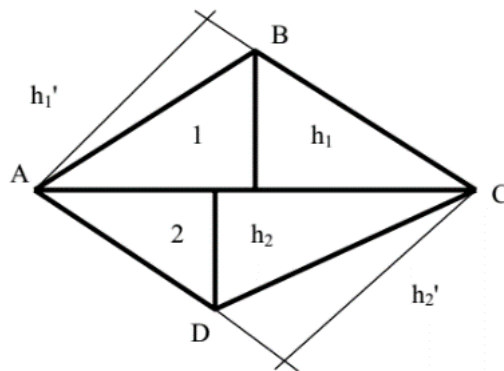


Рис. 17.7. Графическое определение площади фигуры

Таблица 17.2. Пример вычисления площади по карте

Номер треуголь- ника	Результаты измерений			Результаты вычислений		
	Основание a		Высота h , м	S , м ²	$S_{\text{ср}}$, м ²	S , га
	Сторона тре- угольника	Основа- ние, м				
1	AC	1482	472	349 752	343 973,5	34,4
	BC	715	946	338 195		
2	AC	1439	524	377 018	343 973,5	34,4
	DC	1107	897	496 489,5		
<i>Итого</i>						68,8

Определение площади с помощью палетки

Вместо разбивки участка на отдельные фигуры и если участок имеет криволинейные очертания, площадь быстрее определить с помощью палетки (рис. 17.8).

Палетка состоит из сетки мелких квадратов 2×2 мм, нанесенной на прозрачную основу (калька, плексиглас, целлулоид). Малые квадраты образуют большие квадраты размером 1×1 см, обозначенные утолщенными линиями. Па-

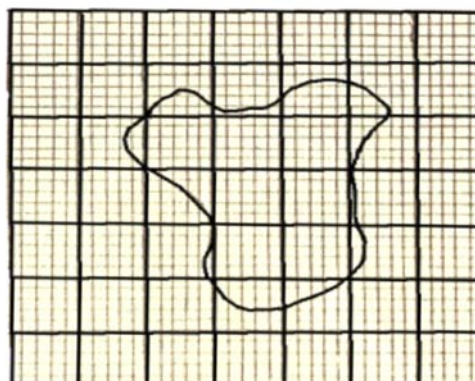


Рис. 17.8. Определение площади с помощью палетки

летку накладывают на фигуру, площадь которой должна быть определена, и подсчитывают число больших квадратов (m_1) и полных малых квадратов (m_2), закрывающих фигуру. Затем суммируют неполные малые квадраты (m_3). Площадь фигуры равна произведению цены деления палетки (t) на полную сумму делений:

$$S = \left(m_1 n + m_2 + \frac{m_3}{2} \right) t,$$

где n – число малых квадратов в большом.

Пример. С помощью палетки определим площадь фигуры, снятой с карты масштабом 1:10 000 (табл. 17.3). Цена наименьшего деления палетки (2×2 мм) для карты масштабом 1:10 000 будет равна $t = 20 \cdot 20 \text{ м} = 400 \text{ м} = 0,04 \text{ га}$. Результаты подсчета числа квадратов палетки, содержащихся в заданной фигуре, следующие: $m_1 = 6 \cdot 28 = 168$, $m_2 = 59$, $m_3 = 67$. Таким образом, общая площадь фигуры

$$S = \left(168 + 59 + \frac{67}{2} \right) 0,04 = 10,16 \text{ га}.$$

Таблица 17.3. Масштабы карт

Масштаб	1 см расстояния на карте	1 см ² площади на карте
1:5000	50 м	0,25 га
1:10 000	100 м	1 га
1:25 000	250 м	6,25 га
1:50 000	500 м	25 га
1:100 000	1 км	1 км ²
1:200 000	2 км	4 км ²
1:500 000	4 км	25 км ²
1:1 000 000	10 км	100 км ²

Задание 9. Определите крутизну ската путем измерения расстояния между горизонталями (заложение).

Крутизна ската определяется по шкале заложений или глазомерно. Для определения крутизны ската по шкале заложений необходимо отмерить циркулем, линейкой или полоской бумаги отрезок между двумя смежными основными или утолщенными горизонталями, приложить его к шкале и прочесть число градусов у основания шкалы. Крутизну ската между смежными утолщенными горизонталями определяют по шкале, соответствующей пятикратному сечению.

При глазомерном определении крутизны ската оценивают в миллиметрах заложение d (промежуток между основными горизонталями) и определяют крутизну α (в градусах) по формуле $\alpha = 12/d$, где α – крутизна ската в градусах; d – расстояние между двумя смежными горизонталями, мм. Этот способ применим при высоте сечения рельефа на картах масштабом 1:25 000 – 5 м, 1:50 000 – 10 м, 1:100 000 – 20 м, 1:200 000 – 40 м.

Наиболее точно крутизну ската можно определить по формуле, $\text{tg}\alpha = h/d$, где h – высота сечения рельефа, м; d – расстояние между двумя смежными горизонталями, м.

Мерой крутизны может также служить уклон заложения i , выраженный в процентах (%) или в промилле (‰). Вычисления ведут: в первом случае – по формуле $i = \frac{h}{d} 100$; во втором случае – по формуле $i = \frac{h}{d} 1000$, где h соответствует превышению на расстояние d .

Чем ближе друг к другу на карте расположены горизонталы, тем скат круче; чем больше расстояние между двумя соседними горизонталями, тем скат положе.

Темы докладов и сообщений

1. Современная концепция защиты почв от эрозии и дефляции в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.
2. Организация и конструирование адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов.
3. Формирование высоких агротехнологий и точных систем земледелия на эродированных землях.
4. Моделирование и информационное обеспечение системы защиты почв от эрозии.
5. Общее представление о почвозащитном проектировании с использованием моделирования.
6. Основы методологии эрозионного моделирования.
7. Краткий обзор эволюции и современный уровень эрозионного моделирования.
8. Противоэрозионное устройство территории землепользования.

9. Основные принципы проектирования почвозащитных мероприятий на склоновых землях.

10. Противоэрозионное устройство территории землепользования при проявлении водной эрозии.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо знать геоморфологическую характеристику территории?

2. На чем основана агроэкологическая типизация земель?

3. Что такое элементарные геохимические ландшафты?

4. Что такое ландшафт и устойчивость агроландшафта?

5. На чем основана ландшафтно-экологическая оценка территории?

Практическая работа № 18

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АГРОЛАНДШАФТОВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ТЕРРИТОРИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И СЕВООБОРОТОВ

Цель работы: научиться составлять систему землепользования, систему почвозащитных севооборотов и мелиоративных противоэрозионных мероприятий.

Материалы и оборудование: теоретический материал, представленный в работе; презентационный материал; материал, выданный преподавателем.

Теоретическая часть

Система землепользования – это сложная социо-эколого-экономическая система, обеспечивающая процесс использования и оборота земель.

Рельеф включает горизонтальные, наклонные поверхности (склоны) либо объединённые горизонтальные и наклонные поверхности в соответствии с легендой карты.

Характеристика форм рельефа для горизонтальных поверхностей (с крутизной ската до 1°) подразумевает протяженность, высоту для положительных форм или глубину для отрицательных форм; характеристика склонов – характеристику продольного и поперечного профилей, длину, классификацию по крутизне и протяженности (длине).

По крутизне используется следующая классификация: склоны с крутизной ската $1 - 3^\circ$ – пологие, $3 - 5^\circ$ – покатые, $5 - 8^\circ$ – сильнопокатые, больше 8° – крутые. По протяженности склоны бывают: до 100 м – очень короткие, 100 – 200 м – короткие, 200 – 500 м – средней длины, 500 – 1000 м – повышенной длины, больше 1000 м – длинные.

Склоны группируют по типам, подтипам, видам и разновидностям (рис. 18.1). Совокупность вариаций по профилям склонов позволяет выделить комбинации.

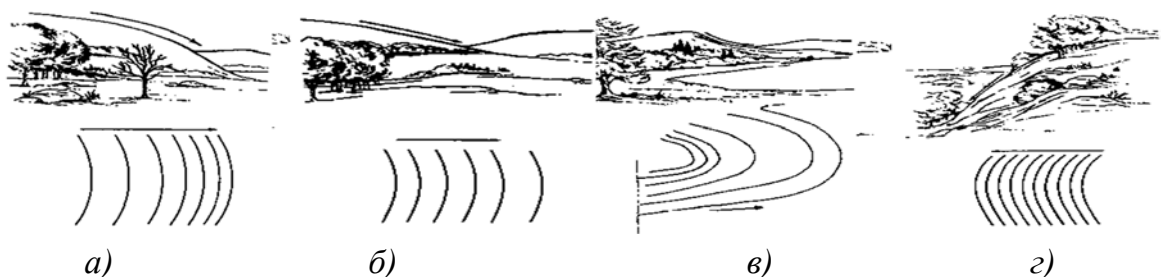


Рис. 18.1. Примеры элементарных склонов и их изображений горизонталями:
а – продольно-вогнутый склон; *б* – прямой крутой склон;
в – продольно-выпуклый склон; *г* – прямой пологий склон

Выделяют три типа склонов в зависимости от вариаций поперечного профиля и три вида склонов в зависимости от вариаций продольного профиля (рис. 18.2). Стрелки обозначают направление горизонтального стока воды по склону.

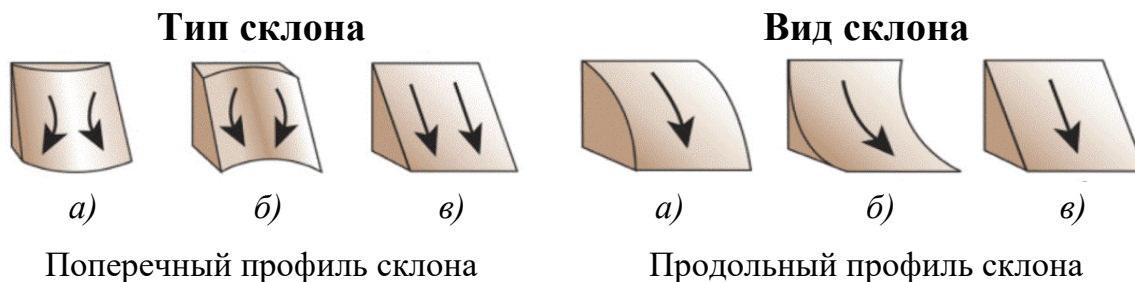


Рис. 18.2. Типы и виды элементарных склонов: *а* – выпуклый;
б – вогнутый; *в* – прямой

Скат – это наклонная поверхность форм рельефа.

К основным характеристикам скатов относятся:

- крутизна, т. е. угол наклона ската к горизонтальной плоскости;
- высота – превышение высшей точки ската над низшей;
- длина – протяженность ската.

Направление, по которому расстояние от верхней точки ската до его подошвы является кратчайшим, называется направлением ската, а проекция ската на горизонтальную плоскость – его заложением.

Крутизна скатов обычно измеряется в градусной мере и считается основным показателем их доступности (проходимости). Классификация скатов по крутизне и примерный вид представлены на рис. 18.3.

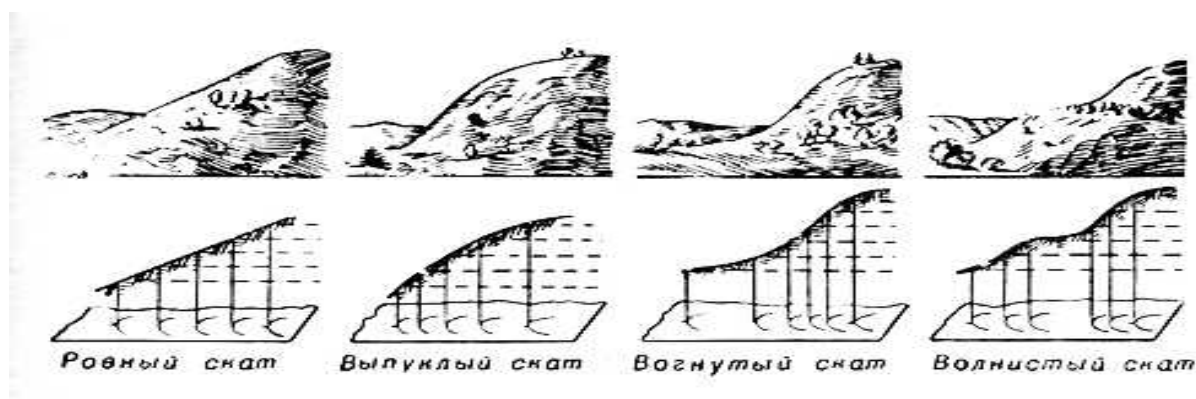


Рис. 18.3. Типы скатов на картах

Ровный скат на всем протяжении имеет одинаковую крутизну; вогнутый скат круче к вершине и положе к подошве; выпуклый скат, наоборот, положе к вершине и круче к подошве.

Волнистый скат представляет собой сочетание скатов различной формы; в профиль он имеет вид извилистой линии. Разновидность волнистого ската – ступенчатый скат. Такие скаты свойственны, главным образом, горному рельефу. Они отличаются значительной крутизной отдельных участков и резкими перегибами, образующими уступы. Волнистый скат может иметь участки всех трех форм скатов.

Почвозащитные севообороты вводят на почвах, подверженных водной и ветровой эрозии. Их главная задача – защита почв от водной эрозии на склонах более 5° (смыв почвы – более 15 т/га в год)

и от ветровой эрозии в открытой степи, с постоянно дующими сильными ветрами (при скорости ветра над поверхностью почвы более 3 – 4 м/с).

Основой почвозащитных севооборотов считается эффективное использование почвозащитного действия сельхозкультур. Наибольшей почвозащитной способностью обладают многолетние травы.

Большое значение для защиты почв от эрозии имеет также масса корней сельхозкультур. Корневая масса у многолетних трав составляет 50 – 60 % от массы надземной части, у озимых культур – до 40 %, у однолетних культур – 28 – 30 %, картофеля, корнеплодов – 18 – 20 %.

Предшественники основных сельскохозяйственных культур представлены в табл. 18.1.

Таблица 18.1. *Предшественники основных культур*

Культура	Предшественники (от лучших к удовлетворительным)
Озимые зерновые (рожь, пшеница)	Пары чистые (в засушливой зоне) и пары занятые бобово-злаковыми смесями, картофелем ранним, кукурузой на зеленый корм и др. (в зоне достаточного увлажнения), многолетние травы и их смеси (клевер, люцерна, эспарцет, тимофеевка, овсяница, ежа сборная и др.), однолетние травы зерновые бобовые (горох, вика, люпин, чечевица, соя и др.)
Яровая пшеница	Озимые зерновые, зернобобовые, пропашные (картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла, кукуруза и др.), многолетние травы, чистые пары (в засушливой зоне)
Ячмень, овес, гречиха	Пропашные, зернобобовые, озимые и яровые зерновые
Зерновые бобовые	Озимые и яровые зерновые, пропашные
Просо	Пропашные, зернобобовые, пласт многолетних трав, озимые по парам
Кукуруза	Озимые зерновые, зернобобовые, пропашные
Сахарная свекла	Озимые зерновые по парам и многолетним травам, кукуруза, зернобобовые

Окончание табл. 18.1

Культура	Предшественники (от лучших к удовлетворительным)
Лен-долгунец, конопля	Многолетние травы, пропашные, озимые зерновые, зернобобовые
Подсолнечник	Озимая пшеница
Картофель и кормовые корнеплоды	Озимые зерновые, зернобобовые, многолетние травы, кукуруза, картофель
Многолетние травы	Подсевают под яровые зерновые, вико-овсяную смесь, озимые зерновые
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Промежуточные культуры	Высевают после раноубираемых культур

Величины оптимального периода возврата основных сельскохозяйственных культур на прежнее место выращивания представлены в табл. 18.2.

Таблица 18.2. *Оптимальный период возврата основных сельскохозяйственных культур на прежнее место выращивания*

Культура	Период, год
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха)	1 – 2
Просо	2 – 3
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Люпин	3 – 5 (при наличии инфекций фузариоза в почве)
Картофель	1 – 2
Сахарная свекла, кормовые корнеплоды	3 – 4
Кукуруза	1
Лен	5 – 6
Подсолнечник	6 – 7
Многолетние травы	3

Принцип совместимости и самосовместимости предусматривает размещение культур по предшественникам из одной и той же хозяйственно-биологической группы или возделывание повторной культуры.

Схема алгоритма выбора вида севооборота на склоновых землях представлена в табл. 18.3.

Таблица 18.3. *Схема выбора вида севооборота на склоновых землях*

Крутизна склона, град	Степень проявления эрозии и смыв почвы, т/га в год	Способ использования земель	Вид севооборота
0 – 1	Незначительная (до 2,5)	Интенсивный	Зернопропашные, пропашные
1,1 – 3	Слабая (2,6 – 5)	Интенсивный	Плодосменные, зернопропашные, зерновые
3,1 – 5	Умеренная (5,1 – 10)	Умеренный	Зернотравяные
5,1 – 7	Средняя (10,1 – 15)	Ограниченный	Травянозерновые
7,1 – 9	Сильная (15,1 – 20)	Особо ограниченный	Травопольные
9,1 – 15	Очень сильная (более 20)	Залужение, консервация	–

Практическая часть

Задание 1. На основании анализа карты составьте таблицу, характеризующую элементы рельефа, указав их тип, вид, форму, крутизну в соответствии с классификациями и условными обозначениями.

Каждый элемент рельефа характеризуется набором показателей. По возвышению над уровнем моря и степени расчлененности земной поверхности различают два основных **типа рельефа** – горный и равнинный. Горный рельеф складывается из линейно вытянутых горных цепей и хребтов с их отрогами, разделенных продольными долинами и другими межгорными понижениями. Глубина расчленения достигает следующих величин: в низких горах – до 500 м, в средних – до 1000 м, в высоких – более 1000 м. Равнинный рельеф (равнины) характеризуется формами поверхности с малыми (в пределах 200 м) колебаниями высот. Чем выше над уровнем моря, тем сильнее может быть расчленена поверхность.

Задание 2. На основании классификации агроландшафтов сгруппируйте охарактеризованные элементы рельефа по пригодности для сельскохозяйственного использования.

Задание 3. Для каждой группы агроландшафтов предложите и составьте возможную систему севооборотов с учетом ограничений для возделывания культур.

Темы докладов и сообщений

1. Контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур на склоновых землях.
2. Почвозащитная способность культур и их роль в снижении интенсивности водной эрозии.
3. Почвозащитные севообороты, их разработка и освоение.
4. Агротехнические требования, предъявляемые к обработке склоновых земель.
5. Факторы, определяющие систему обработки почвы в севообороте.
6. Принципы проектирования системы обработки почвы в севооборотах.
7. Особенности системы почвозащитной обработки почвы в севооборотах на склоновых землях.
8. Применение удобрений на эродированных и эрозионно опасных землях.
9. Методологические подходы к разработке системы применения удобрений на склоновых землях.
10. Эффективность удобрений на склоновых землях.

Контрольные вопросы

1. Что такое севооборот и какова его роль в регулировании процессов деградации почв?
2. Что такое почвозащитные севообороты?
3. Какие требования предъявляют к культурам, применяемым при разработке севооборотов?
4. На основании каких принципов разрабатывают меры по почвозащитной организации территории?
5. Что такое морфологическая структура ландшафта?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сохранение земельных ресурсов как основного средства производства в сельском хозяйстве – важнейшая задача всех руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, несмотря на сложные экономические условия.

Процесс деградации почв и ландшафтов в настоящее время представляет собой глобальное явление и стоит в ряду главных проблем экологии и почвоведения. Усиление агро- и техногенных воздействий, сопровождающееся прогрессирующим ухудшением свойств и режимов почвы, создает реальную угрозу сокращения или полной утраты ее экологических и производительных функций. На протяжении последних десятилетий ведущим фактором деградации почв и почвенного покрова остается бессистемное сельскохозяйственное использование.

В результате хозяйственной деятельности почва часто теряет свое плодородие, деградирует или даже полностью разрушается. Это происходит, когда деятельность человека – нерациональна, экологически необоснованна. Для предотвращения негативных экологических последствий воздействия человека на почву необходимо самое пристальное внимание уделять вопросам рационального использования и охраны почв.

Деградационные явления приводят к изменению морфологии почвенного профиля, влияют на интенсивность тех или иных элементарных почвенных процессов, следствие этого – изменение классификационного положения почв, структуры почвенного покрова, а также снижение плодородия почв.

В процессе хозяйственной деятельности человек коренным образом изменяет соотношение факторов эрозии почв, причем окончательный эффект этого воздействия часто бывает неблагоприятным, что сопровождается ускорением развития эрозии почв.

Ускоренная эрозия почв в современных условиях чаще всего – следствие нерациональной хозяйственной деятельности. Ее причинами могут служить как отсутствие научно обоснованных рекомендаций по рациональной хозяйственной деятельности, так и невыполнение имеющихся рекомендаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. *Акопян, А. В.* Интегральная оценка степени деградации черноземов Ростовской области / А. В. Акопян, А. С. Козликина / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия : сб. ст. Рос. науч.-исслед. ин-та проблем мелиорации. – Новочеркасск : Геликон, 2010. – Вып. 43. – С. 52 – 58. – ISBN 5-93542-031-7.
2. *Габбасова, И. М.* Деградация и рекультивация почв Южного Приуралья : автореф. дис. д-ра биол. наук : 03.00.2.7 / Габбасова Илюся Масгутовна. – М. : ТСХА, 2001. – 45 с.
3. *Гендугов, В. М.* Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха / В. М. Гендугов, Г. П. Глазунов. – М. : Физматлит, 2007. – 238 с. – ISBN 978-5-9221-0750-1.
4. *Гогмачадзе, Г. Д.* Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / Г. Д. Гогмачадзе. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2011. – 272 с. – ISBN 978-5-211-05960-3.
5. *Голованов, А. И.* Оценка воздействия осушения на окружающую среду : учеб. пособие / А. И. Голованов, Ю. И. Сухарев, В. В. Шабанов. – М. : МГУП, 2009. – 46 с.
6. Деградация и охрана почв / под общ. ред. акад. РАН Г. В. Добровольского. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
7. *Дербенцева, А. М.* Эрозия и охрана почв. Механическая деградация почв : курс лекций / А. М. Дербенцева. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2006. – 85 с.
8. *Звонков, В. В.* Водная и ветровая эрозия земли / В. В. Звонков. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 175 с.
9. *Иванов, Д. А.* Практикум по агроландшафтоведению / Д. А. Иванов, В. А. Тюлин, В. П. Сутягин. – М. – Тверь : Чудо, 2005. – 164 с.
10. *Ивлев, А. М.* Деградация почв и их рекультивация : учеб. пособие / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева ; науч. ред. В. И. Ознобихин. – Владивосток : Изд-во ДВГУ, 2002. – 78 с.
11. *Ивлев, А. М.* Лабораторно-практические работы по охране почв / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева. – Владивосток : ДГУ, 1993. – 94 с.
12. *Каштанов, А. Н.* Эрозия почв / А. Н. Каштанов. – М. : Россельхозакадемия, 2007. – 324 с.

*Приводится в авторской редакции.

13. *Комаров, В. И.* Агрохимическая и агроэкологическая характеристика почв сельскохозяйственного назначения Владимирской области / В. И. Комаров, К. Е. Барина. – Владимир : ФГБУ ЦАС «Владимирский», 2008. – 179 с.

14. *Кузнецов, М. С.* Эрозия и охрана почв : учебник / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 335 с. – ISBN 5-211-03381-7.

15. Ландшафтоведение : метод. указания для проведения практ. занятий и выполнения курсовой работы по специальностям 120301 – «Землеустройство» и 120302 – «Земельный кадастр» / сост.: И. В. Ламекин, Р. Р. Ахмеров. – Саратов : Саратов. гос. аграр. ун-т, 2011. – 52 с.

16. О методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель [Электронный ресурс] : письмо Роскомзема от 29 июля 1994 года № 3-14-2/1139. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9014048> (дата обращения: 21.08.2020).

17. О методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель [Электронный ресурс] : письмо Роскомзема от 27 марта 1995 года № 3-15/582. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6629/ (дата обращения: 21.08.2020).

18. Методы оценки степени деградации сельскохозяйственных земель / ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна : Воробьев О. М., 2015. – 32 с. – ISBN 978-5-9906549-5-2.

19. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. – М. : Колос, 1973. – 48 с.

20. Методические указания по выполнению лабораторно-практических работ по курсу «Экология агроландшафтов» для студентов агрономического факультета по специальности «Агрономия», специализация «Экологическое земледелие» / сост.: И. Г. Платонов, П. И. Гречин, О. Е. Ефимов. – М. : РГАУ-МСХА, 2006. – 38 с.

21. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. акад. Россельхозакадемии А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. – М. : Росинформротех, 2008. – 67 с.

22. *Романенков, В. А.* Ландшафтное земледелие : учеб. пособие / В. А. Романенков. – М. : РГАУ – МСХА, 2015. – 119 с.

23. Федотов, Н. С. Измерение площадей на планах и картах : метод. указания / Н. С. Федотов, Ю. Н. Пильник. – Ухта : УГТУ, 2009. – 12 с.

24. Щепашенко, Г. Л. Ливневая эрозия почв и методы борьбы с ней / Г. Л. Щепашенко. – М. : Почв. ин-т, 1991. – 177 с.

25. Экологическое почвоведение : лаб. занятия для студентов-экологов (бакалавров) / сост.: И. Н. Волкова, Г. В. Кондакова. – Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2002. – 35 с.

СПИСОК РЕФЕРАТОВ ПО КУРСУ

1. Агрогенные аккумулятивные почвы.
2. Агрогенные почвы.
3. Антропогенно-измененные почвы в земельном фонде мира.
4. Антропогенно-измененные почвы в земельном фонде России.
5. Антропогенно-измененные почвы под травянистыми и лесными сообществами, используемые в сельском и лесном хозяйстве.
6. Биологическая деградация почвы.
7. Виды антропогенных воздействий.
8. Влияние полезащитных лесных полос на почвы.
9. Влияние эрозии на основные функции почвы.
10. Геохимическое влияние газовых потоков на почвенный покров газоносных территорий.
11. Гидрологический фактор антропогенной деградации почв и способы их защиты.
12. Городские почвы.
13. Группы техногенных почв и почвоподобных тел.
14. Деградация и восстановление нефтезагрязненных почв.
15. Деградация почв и микробное образование газов.
16. Деградация почв на вырубках и при пожарах.
17. Деградация почв под влиянием кислых осадков.
18. Деградация химических свойств почв.
19. Деградация химического состояния почв.
20. Дегумификация пахотных почв.
21. Естественное и антропогенное почвообразование.
22. Загрязнение и детоксикация почв.
23. Загрязнение почв гербицидами.
24. Загрязнение почв тяжелыми металлами и почвенная биота.

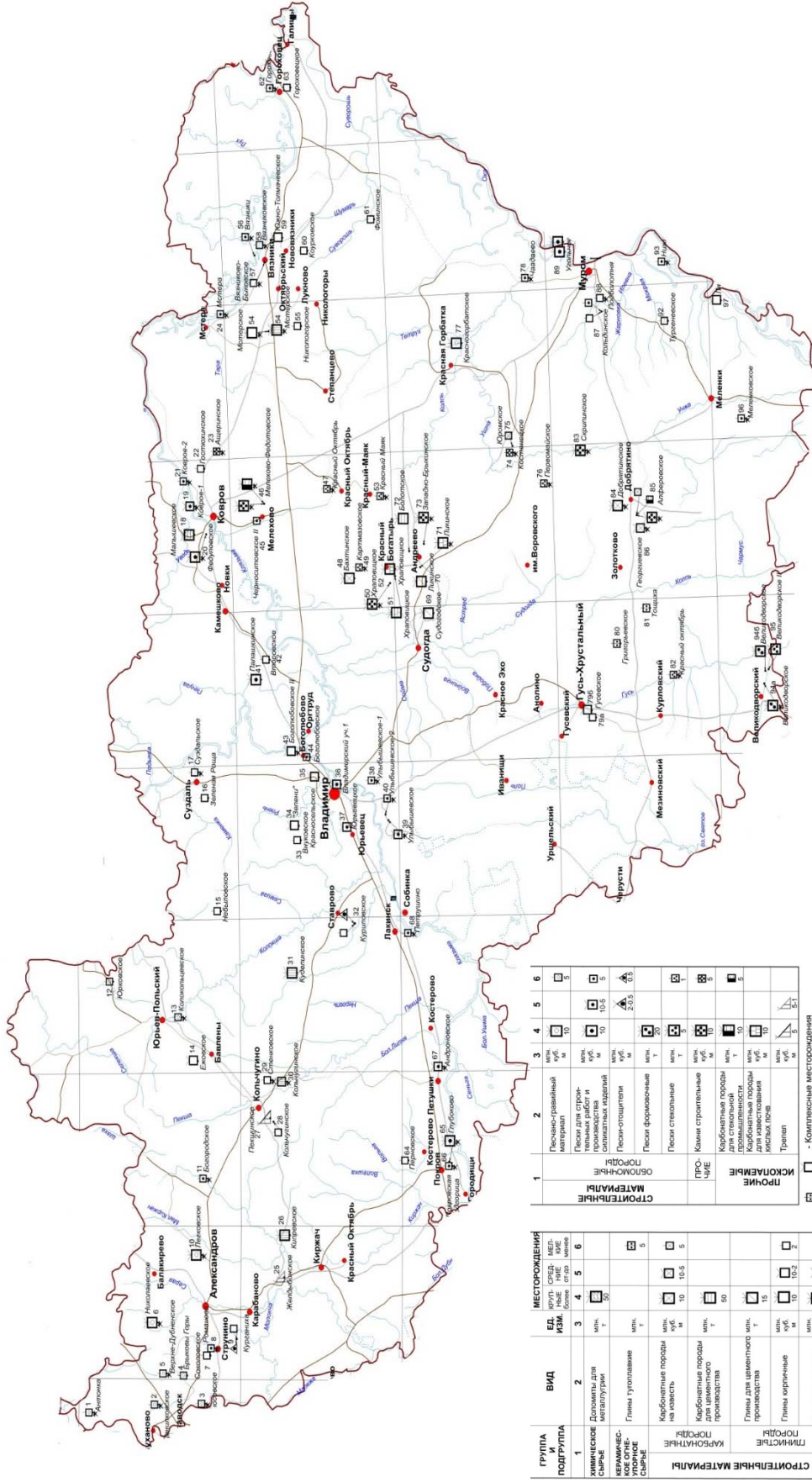
25. Законодательные и иные нормативные правовые акты в области охраны почв.
26. Ландшафтное земледелие.
27. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения.
28. Искусственные почвоподобные образования и почвы рекультивируемых земель.
29. Масштабы и особенности техногенных воздействий на почву.
30. Математическое моделирование процессов эрозии почв.
31. Мероприятия по совершенствованию почвозащитных систем.
32. Механические нарушения почв.
33. Механическое нарушение почв при добыче, хранении и транспортировке природного газа.
34. Микробные сообщества и их функционирование в процессах деградации и самовосстановления почв.
35. Молодые аккумулятивные почвы на рыхлых техногенных породах.
36. Нарушения почв и почвенного покрова под влиянием выпаса скота.
37. Нарушения почв при добыче полезных ископаемых.
38. Неблагоприятные экологические процессы и их влияние на почвенный покров городов.
39. Негативные изменения микробных комплексов при деградации почв.
40. Общие факторы трансформации почв.
41. Опустынивание, засухи и деградация почв.
42. Основные источники загрязнения почв и свойства загрязнителей.
43. Оценка устойчивости и деградации почвенно-растительного покрова тундр при антропогенных нагрузках.
44. Параметры физического состояния почв.
45. Педогенетические концепции.
46. Последствия физической деградации почв.
47. Потенциальная опасность слитизации и актуальная слитость почвы.
48. Почвы в районах добычи и транспортировки нефти.
49. Почвы вырубок и лесных посадок.

50. Почвы газоносных территорий.
51. Почвы и почвенный покров в районах горных разработок.
52. Почвы малоинтенсивного использования – под пастбищами, сенокосами, лесами с посадкой деревьев и выпасом.
53. Почвы нерекультивируемых территорий.
54. Почвы рекультивируемых территорий.
55. Почвы, нарушенные механическими воздействиями.
56. Принципы классификации антропогенно-измененных и антропогенных почв.
57. Природно-городская система и почвы.
58. Радиоактивное загрязнение почв.
59. Разработка научных основ проектирования противоэрозионных мероприятий.
60. Распространение антропогенно-измененных почв.
61. Распространение эрозии почв.
62. Рекультивация нарушенных земель.
63. Свойства агрогенных почв и подходы к их классификации.
64. Синэкологические показатели состояния микробных сообществ при деградации почв.
65. Скорость почвообразования при вмешательстве человека.
66. Слитизация почв как выражение физической деградации.
67. Специфика факторов почвообразования на газоносных территориях.
68. Техногенные почвы в районах горных разработок.
69. Техногенные почвы: общая характеристика.
70. Трансформация выщелоченных черноземов.
71. Трансформация дерново-подзолистых почв.
72. Трансформация почв в скважинных зонах газоносных территорий.
73. Трансформация почв под воздействием нефти и нефтепродуктов.
74. Трансформация почв под воздействием солей буровых растворов и пластовых вод.
75. Условия и факторы формирования городских почв.
76. Факторы и виды деградации почв.
77. Факторы почвообразования на пахотных землях.

78. Факторы, вызывающие нарушения почв на газоносных территориях.
79. Физическая деградация почв.
80. Формирование и эволюция городских почв.
81. Химически-преобразованные почвы в районах добычи сернистых углей.
82. Химическое загрязнение и охрана почв.
83. Целевая направленность оценки экологического состояния почв.
84. Частные случаи деградации почв в меняющихся гидрологических условиях.
85. Экологические функции городских почв.
86. Экологический контроль и рекультивация почв газоносных территорий.
87. Экологический контроль и рекультивация почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.
88. Эрозия как основной фактор деградации почв.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Карта полезных ископаемых Владимирской области



ГРУППА И ПОДГРУППА	ВИД	МЕСТОРОЖДЕНИЯ					
		1	2	3	4	5	6
1 ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ УГЛЕРОДНОЕ СЫРЬЕ	2 Дополнительно для металлургии Глины угловатые	1	2	3	4	5	6
		мг	куб. м	м	м	м	м
		т	м	м	м	м	м
2 КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ	3 Карбонатные породы на известь Карбонатные породы для производства	1	2	3	4	5	6
		мг	т	т	т	т	т
		т	м	м	м	м	м
3 ГИПСЫ И СУЛЬФАТЫ	4 Глины для цементного производства	1	2	3	4	5	6
		мг	куб. м	м	м	м	м
		т	м	м	м	м	м
4 ГЛИНЫ КИРПИЧНЫЕ	5 Глины на керамзит	1	2	3	4	5	6
		мг	т	т	т	т	т
		м	м	м	м	м	м

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	ПОДГРУППА	МЕСТОРОЖДЕНИЯ					
		1	2	3	4	5	6
1 ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПОРОДЫ	2 Песчано-гравийный материал Пески для строительства и промышленных целей Пески-отложения	1	2	3	4	5	6
		мг	куб. м	м	м	м	м
		мг	куб. м	м	м	м	м
2 ПЕСКИ ФОРМОВАННЫЕ	3 Пески ствольные	1	2	3	4	5	6
		мг	т	т	т	т	т
		т	м	м	м	м	м
3 КАМНИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ	4 Кварцевые породы для производства	1	2	3	4	5	6
		мг	куб. м	м	м	м	м
		т	м	м	м	м	м
4 КАМНИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ	5 Гранит	1	2	3	4	5	6
		мг	куб. м	м	м	м	м
		т	м	м	м	м	м

⊠ - Комплексные месторождения
⊙ - Эксплуатируемые месторождения
⊕ - Центры месторождений

Учебное издание

РАГИМОВ Александр Олегович
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович
ШЕНТЕРОВА Екатерина Михайловна

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

Практикум

Редактор Е. А. Лебедева
Технический редактор Е. В. Невская
Корректор О. В. Балашова
Компьютерная верстка Е. А. Кузьминой
Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 30.12.20.
Формат 60 × 84/16. Усл. печ. л. 9,30. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.