

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Т.Д. АСАЕВА

БОНИТИРОВКА ПОЧВ

учебно-методическое пособие
для лабораторно-практических занятий
для студентов по направлению подготовки
21.03.02 - «Землеустройство и кадастры»

Владикавказ, 2021

Составитель:

Асаева Т.Д.

Рецензент:

С.С. Басиев, д.с.-х.н., профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Асаева Т.Д. Бонитировка почв: учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий. Т.Д.Асаева /– Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021, – 104 с.

Рассматриваются общие принципы бонитировки почв, дан анализ современным методам оценки почв, определены наиболее удобные методики бонитировки почв для различных почвенно-климатических условий. Имеются разделы: общее положение бонитировки почв, методология оценки почв и земельный фонд и экономическая оценка почв.

Обозначенные в пособии учебно-методические установки позволяют систематизировать знания по бонитировке почв. Каждая тема снабжена вопросами для самопроверки. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 - «Землеустройство и кадастры», его можно рекомендовать и специалистам, самостоятельно изучающим вопросы бонитировки почв. Данное издание подготовлено по дисциплине «Бонитировка почв» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 21.03.02 - «Землеустройство и кадастры», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.08.2020 г. № 978.

Рекомендовано Центральным учебно-методическим советом ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве учебно-методического пособия для лабораторно-практических занятий (протокол № 8 от 29 апреля 2020).

ВВЕДЕНИЕ

Правильное решение вопросов бонитировки почв возможно только после всестороннего изучения почв с естественно-исторической точки зрения, что почвы сами по себе представляют прочные основания для определения относительной ценности земли. Но, как известно, почва – зеркало природы. Отсюда понятна тесная связь бонитировки почв с такими смежными с почвоведением науками, как агрохимия, земледелие, экономика и организация социалистического сельского хозяйства, физическая и экономическая география.

Академик К.П. Горшенин отмечал, что бонитировка почв является не только обобщающим этапом в познании сельскохозяйственной значимости почв, но как бы и ключевой позицией, с которой определяются задачи, стоящие перед другими сельскохозяйственными науками. Вот почему бонитировка почв – одна из наиболее сложных проблем науки о почве.

Бонитировка почв, по существу, новая проблема, поэтому в учебном пособии рассматриваются также принципы и методы бонитировки почв, применявшиеся в дореволюционной России, и методика оценки земель в некоторых зарубежных странах. Чем лучше почвовед, агрохимик, агроном, землеустроитель или экономист будет знать достоинства и недостатки оценки земель прошлых лет, тем быстрее и лучше он сможет оценить современные принципы и методы бонитировки почв и земельных угодий, применяемых в настоящее время в РФ.

Главной задачей государственного земельного кадастра является изучение и учет количества и качества земельных ресурсов страны в целом, а также оценка земли той или иной области, района, хозяйства в сравнении с землей других областей, районов, колхозов или совхозов. Важнейшие составные части земельного кадастра – бонитировка почв и экономическая оценка земли.

Бонитировка почв (лат. *bonitas* – доброкачественность) – это сравнительная оценка качества почв, их производительной способности, специализированная генетико-производственная классификация почв, плодородие которых выражено в баллах.

Бонитет почв – показатель качества почв, их продуктивности, добротности.

При бонитировке почв учитываются, прежде всего, свойства, заложенные в самой почве, устойчиво коррелирующие с урожайностью сельскохозяйственных культур и на этой основе устанавливаются балл бонитета почв, их сравнительную ценность, добротность. Только на основе двойного контроля (учета свойств самой почвы и урожайности) определяется балл бонитета почв.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа 1.

Общая методика бонитировки почв

Первый вариант методики бонитировки почв был составлен в 1958 г. академиком С.С. Соболевым и рассмотрен на Первом съезде почвоведов в Москве (1958 г.), а затем на Первом всесоюзном совещании по бонитировке и агрохимической характеристике почв, состоявшемся при Почвенном институте им. В.В. Докучаева в 1959 г. В дальнейшем методика была одобрена на расширенном заседании ученого совета Почвенного института им. В.В. Докучаева в 1963 г. и утверждена Министерством сельского хозяйства СССР для опытной проверки в условиях с.-х. производства. После проверки методики бонитировки почв в ряде областей и получения на нее отзывов и пожеланий с мест от почвоведов исследовательских и учебных учреждений в 1967 г. была составлена под руководством С.С. Соболева «Общесоюзная инструкция по бонитировке (качественной оценке) почв». Так как эта инструкция имела целью помочь почвоводам провести в намеченные сроки бонитировку почв и по существу является основной, то ниже она приводится с незначительными сокращениями и дополнениями.

Работы по бонитировке почв подобно тому, как и при почвенных и агрохимических исследованиях, подразделяются на три периода:

- 1) подготовительно-камеральный,
- 2) полевой,
- 3) камерально-аналитический.

Основной задачей подготовительно-камерального периода является изучение литературы о почвах области, края, их бонитировке, сбор материалов об урожайности сельскохозяйственных культур, установление корреляции между природными признаками почв и урожайностью и составление на этой основе предварительной бонитировочной шкалы главнейших почв области, края или республики.

1.1. Подготовительно-камеральный период

В подготовительно-камеральный период составляются областные (краевые) и республиканские бонитировочные шкалы по объективным признакам или свойствам почв. Составление

шкал проводится Гипроземами под непосредственным научным руководством и при участии республиканских научно-исследовательских почвенных институтов и кафедр почвоведения. К этой работе кроме почвоведов привлекаются статистики для сбора исходных статистических материалов и их обработки методом современной математической (вариационной) статистики.

Для составления бонитировочных шкал по свойствам почв и по урожайности необходимы следующие исходные данные.

1. Почвенная карта или карта агропочвенного районирования области (края) с нанесенными границами землепользования колхозов, совхозов, госсортоучастков, экспериментальных хозяйств (баз); материалы крупномасштабной почвенной съемки хозяйств, почвенные карты в масштабах 1:10000-1:25000, реже 1:50000 и 1:5000; агрохимические картограммы, карты и картограммы для борьбы с эрозией почв и для мелиорации; почвенные отчеты с аналитическими данными, агропроизводственными группировками почв; таблицы площадей угодий, таблицы площадей почв по видам угодий: пашни, сенокосы, пастбища, леса, болота и пр. (в гектарах); литературные данные о почвах и других природных условиях области, края.

2. Климатические данные, в том числе средняя многолетняя температура, сумма температур выше +10 °С и +15 °С; среднее годовое количество осадков и среднее количество осадков за вегетационный период; длина безморозного периода и др. данные применительно к местным условиям; климатические справочники.

3. Материалы по государственной регистрации землепользователей, учету количества и качества земель.

4. Литературные данные по оценке земель области, края (земский кадастр, кадастр Министерства государственных имуществ и пр.).

5. Годовые отчеты колхозов, совхозов, госсортоучастков и др. хозяйств за последние 5 лет.

6. Данные многолетней урожайности на госсортоучастке с разными почвами, а также на опытных станциях высших учебных заведений и стационарные (последние трех- и пятилетние) наблюдения для уточнения бонитировочных шкал в колхозах и совхозах.

Урожайные данные для составления бонитировочных таблиц нужно брать только по тем хозяйствам, в которых одна почвенная разновидность занимает не менее 70% пашни.

Перед началом работ по бонитировке почв в области (крае) нуж-

но тщательно ознакомиться с качеством почвенных карт, отчетов, агрохимических, мелиоративных и эрозионных картограмм и карт. В случае низкого качества почвенных карт и необходимых для бонитировки картограмм и аналитических данных не приступать к работам по бонитировке почв до окончания корректировки или пересоставления почвенных карт и картограмм.

Для установления ведущих диагностических свойств и признаков почв, которые будут положены в основу их бонитировки, материалы собираются по всем без исключения хозяйствам. Из имеющихся почвенных отчетов по всем колхозам, совхозам и другим хозяйствам выписывают для почв, включенных в местный номенклатурный (систематический) список почв, морфологические, агрохимические, агрофизические и прочие данные, которые предположительно могут быть диагностическими признаками почв. На каждый почвенный разрез с аналитическими данными заполняется отдельная карточка, изготовленная типографским способом. При этом в графу таблицы «Диагностические признаки, предположительно коррелирующие с урожайностью» вписывают из почвенных отчетов по обследованию отдельных хозяйств и из литературных источников следующие данные:

1. Тип и подтип почвы и площадь им занимаемая.
2. Механический состав; содержание частиц 0,05-0,01, <0,01 и <0,001 мм; каменистость ($m^3/га$ или слабая, средняя, сильная по имеющимся материалам).
3. Материнская и подстилающая порода (генезис, лёссовидность, двучленность песчаных и глинистых наносов, наличие глинистых прослоек в песке в пределах корнеобитаемой толщи, щебнистость, глубина подстилания плотными породами и пр.).
4. Мощность окрашенных гумусом горизонтов (A_1 и $A+B$) и мощность пахотного слоя.
5. Содержание гумуса (%) и запас его ($m/га$).
6. Степень окультуренности (целинные, освоенные, сильноокультуренные, среднеокультуренные, слабоокультуренные, ухудшенные, искусственные и преобразованные).
7. Степень эродированности (слабая, средняя, сильная, очень сильная).
8. Степень солонцеватости или засоления (глубина залегания солонцеватого горизонта; концентрация и глубина залегания вредных солей; их запасы в слое 0,5 м, 0 - 1 м и пр.).

9. Степень оглеения, глубина глееватого горизонта и горизонта сплошного оглеения; мощность слоя торфа, степень разложения торфа, тип торфа (верховой, переходный, низинный, пойменный).

10. Глубина грунтовых вод или верховодки, степень осушенности мелиорированных болот; химизм и степень минерализации грунтовых вод в районе вторичного засоления.

11. Глубина вскипания и степень выщелоченности.

12. рН солевой вытяжки.

13. Гидролитическая кислотность.

14. Содержание РК (валовые и подвижные запасы ($m/га$)).

15. Сумма поглощенных оснований или емкость поглощения; степень насыщенности почв основаниями.

16. Содержание поглощенного натрия и др.

17. Физические свойства: плотность почвы, плотность твердой фазы почвы, влажность, порозность, водопроницаемость (если имеются).

Если на почвенную карту хозяйства не нанесены окультуренные или эродированные в разной степени почвы, производят корректировку карт.

Для каждой почвенной разновидности на отдельной карте методами вариационной статистики выводятся средние данные с указанием, из скольких разрезов они выведены.

При математической обработке необходимо вычислять не менее двух показателей: точность опыта и показатель достоверности различий между вариантами. При этом в примечании указывается метод анализа, которым определялись различные признаки и свойства (например, гумус по Тюрину, подвижная P_2O_5 по Кирсанову и т.п.).

По каждой почве выписывается площадь общая и по главным угодиям (пашни, сенокосы, пастбища, леса); площадь выписывается в гектарах и в процентах от общей площади хозяйства и данного угодия.

Из выписанных данных для каждой почвы с применением вариационной статистики на отдельной сводной карточке по той же форме выводят средние с указанием, из скольких разрезов эти средние выведены.

Для каждого из диагностических признаков вычисляют бонитировочный балл, подписывая его красным карандашом под средним значением признака; для этого за балл, равный 100, временно прини-

мают признаки лучшей по своим свойствам и урожайности почвы изучаемой области, края, республики (для этой почвы должны быть найдены многолетние данные по урожайности); почвы в списке располагают по мере убывания баллов, т.е. от лучших к худшим.

В основу бонитировки почв нужно отбирать из весьма многочисленных почвенных признаков только те признаки (свойства), которые коррелируют с урожайностью. Такие признаки (свойства) почв нужно устанавливать на местах в зависимости от зональных и местных природных и агроэкономических условий. Так, например, в пределах типа и подтипа почвы механический состав, степень эродированности, характер материнской породы коррелируют с урожайностью во всех почвенных зонах и провинциях. Такие признаки, как количество гумуса в черноземах, мощность окрашенных гумусом горизонтов (А+В), содержание гумуса в пахотном слое незаболоченных дерново-подзолистых почв или в черноземах Поволжья, Западной Сибири или Казахстана, глубина залегания прослоев суглинка в песчаных почвах в пределах корнеобитаемого слоя, мощность корнеобитаемого рыхлого слоя почвы над плотной породой, надглеевым горизонтом или над солонцовым горизонтом и т.д., как правило, имеют местный, областной (региональный) или зональный характер. В каждом отдельном случае из комплекса коррелирующих с урожайностью свойств почв нужно выделить и умело использовать ведущие в местных условиях, не забывая, что продуктивность почв можно сопоставлять при прочих равных условиях, так как урожай зависит от ряда (комплекса) как природных, так и организационно-хозяйственных и экономических факторов.

Опытные работы по бонитировке почв, развернувшиеся с 1955 г. более чем в 50 областях, краях и республиках, установили ряд диагностических признаков. Повсеместно установлено, что корреляция между урожайностью зерновых культур, типами и подтипами почв, их механическим составом, почвенными группами по материнской породе, почвенными вариантами по эродированности (т.е. между теми, что содержит областной или краевой номенклатурный список почв, а значит, и между почвами, которые выделяются на крупномасштабных почвенных картах колхозов и совхозов) существует во всех основных зонах, подзонах и провинциях РФ.

Типы, подтипы и виды почв с присущими им свойствами отражают основные природные условия различных зон, провинций, районов,

от которых зависит и урожайность. Поэтому урожайность (относительная) хорошо коррелирует с типами, подтипами, видами почв. Однако, учитывая, как все еще не устойчива и нередко спорна номенклатура почв, как часто меняются систематические списки почв, недостаточно использовать только названия почв из областного (краевого) номенклатурного списка почв для объективной бонитировки почв. Решая ряд сложных и спорных вопросов при бонитировке почв отдельных хозяйств колхозов и совхозов, необходимо, чтобы каждый тип, подтип, вид, разновидность почвы имели бы точные диагностические признаки, причем нужно отобрать из множества свойств и признаков почв только коррелирующие в данных (местных) условиях с урожайностью, по которым легко в поле или в лаборатории проверить правильность определения почвы и отнесения ее к тому или иному бонитету.

Бонитировочные баллы вычисляются по формуле:

$$B = \frac{Z_{\phi}}{Z_{\text{м}}} \cdot 100$$

где B - балл почвы; Z_{ϕ} - фактическое значение какого-либо признака (запас гумуса, азота, фосфора, калия или др.); $Z_{\text{м}}$ - максимальное или оптимальное при сложных зависимостях значение данного признака, соответствующее его содержанию в почве, принимаемой за 100 баллов.

Валовые запасы гумуса, фосфора и калия определяются по формуле:

$$P = \% \cdot H \cdot d,$$

где P - запасы, $m/2a$; H - мощность слоя, cm ;

d - средняя плотность слоя, g/cm^3 ;

$\%$ - средний процент содержания гумуса, фосфора, кальция, калия и т.д.

Вычисленные бонитировочные баллы отдельных признаков сопоставляют между собой и устанавливают, какие из этих признаков находятся в коррелятивной связи (прямой или обратной) между собой и с урожайностью и какие являются исключением. Затем вычисляют средний бонитировочный балл по свойствам почв и составляют бонитировочную шкалу области по свойствам почв.

После составления бонитировочных шкал приступают к определению средней многолетней относительной урожайности главнейших

почв для установления корреляции между диагностическими признаками почв и относительной урожайностью на главнейших почвах и составлению бонитировочной шкалы почв по урожайности. Для составления шкалы бонитировки почв по урожайности на основании собранных материалов выделяют в пределах области или края агропочвенные районы с примерно одинаковой природно-экономической обстановкой (однородные по почвенным, климатическим и экономическим условиям).

На почвенную карту и на карту агропочвенных районов наносят границы землепользования колхозов и совхозов, опытных станций, экспериментальных хозяйств и госсортоучастков. При мелком масштабе областной (краевой) карты сортоучастки и даже землепользования наносятся кружками или точками. Можно при отсутствии областной почвенной карты использовать сводную ведомость структуры почвенного покрова по колхозам и совхозам области (края) в пределах каждого района.

Для определения урожайности главнейших сельскохозяйственных культур на основных почвах собирают данные по всем хозяйствам области (края), затем отбирают колхозы и совхозы с однородным, судя по областной почвенной карте или же по карте агропочвенных районов (или по сводной ведомости структуры почвенного покрова), почвенным покровом (с последующим уточнением правильности выбора по детальным крупномасштабным почвенным картам этих колхозов и совхозов), при этом отбираются все хозяйства, в которых одна почва (одного бонитета) занимает не менее 70% пашни. В районах с комплексным почвенным покровом (например, каштановая зона или заболоченные районы Северо-Запада) подбирают хозяйства с примерно одинаковой долей основных почв, составляющих почвенные комплексы или сочетания в общей площади пашни, проводя в дальнейшем исследования в натуре для определения урожайности на отдельных почвах, составляющих комплексы, сочетания или математически определяя урожайность отдельных почв. Из годовых отчетов отобранных колхозов, совхозов и сортоучастков для каждой почвы выписывают: 1) средний сбор зерна с 1 га в центнерах всех зерновых и бобовых; 2) средний сбор зерна ведущих зерновых культур (пшеница озимая, пшеница яровая, рожь, кукуруза и др.); 3) средний сбор технических и кормовых культур (сахарная свекла, лен, подсолнечник, многолетние и однолетние травы, кукуруза на силос и др.),

картофеля и др.; 4) средний сбор сена на естественных сенокосах. Все эти данные выписываются за 5-10 лет.

Из годовых отчетов выписываются также по годам данные, характеризующие уровень ведения хозяйства, размер основных средств производства в расчете на 100 га пашни и с.-х. угодий (в том числе стоимость машин), количество вносимых удобрений, себестоимость продукции, количество гектаров пашни на одного трудоспособного и т.д. Эти данные необходимы, как уже неоднократно говорилось, потому, что урожай отражает естественное плодородие почвы только при определенных и притом, равных прочих условиях, т.е. в первую очередь при равном уровне с.-х. производства, при равной культуре и интенсификации земледелия.

При бонитировке почв определяется урожайность на различных почвах (до наиболее мелких разновидностей и вариантов) как при среднем, так и при высоком (в передовых хозяйствах) уровне культуры земледелия и учитываются прямые затраты по агротехнике, зависящие от свойства почвы. Эта работа должна выполняться почвоведом, агрономами, статистиками и экономистами в тесном контакте. Кроме того, по возможности, выясняют: 1) степень освоенности севооборота, т.е. определенное чередование культур по лучшим предшественникам и проведение комплекса мероприятий, которые из года в год повышают урожай сельскохозяйственных культур, 2) площади сортовых посевов и порядковый номер репродукции семян.

При сборе сведений по урожайности приходится иметь дело с укрупненными колхозами и совхозами. В этих случаях для одного укрупненного хозяйства заполняются параллельно два, три или более бланков: на хозяйство, к которому присоединились колхозы, и на хозяйство, которые присоединились; отдельный бланк заполняется на укрупненное хозяйство. Два или более бланков по укрупненным хозяйствам сшиваются вместе, и их показатели обрабатываются.

Вычисляют многолетнюю средневзвешенную урожайность сельскохозяйственных культур. Эти вычисления ведут сначала для последних 10 лет для каждого в отдельности хозяйства - колхоза, совхоза, сортоучастка, а затем для групп хозяйства с однородным (судя по областной или краевой почвенной карте или карте агропочвенных районов, уточненной по крупномасштабным почвенным картам хозяйств) почвенным покровом, причем обработка ведется отдельно для каждого уровня земледельческой культуры при одинаковом уровне

агротехники: а) для госсортоучастка, б) для передовых хозяйств, в) для всех остальных колхозов и совхозов.

При малом количестве госсортоучастков и передовых хозяйств данные по этим передовым хозяйствам, как указывалось выше, обобщают (т.е. обработка ведется для двух уровней культуры земледелия).

На основании многолетней средневзвешенной урожайности с.-х. культур вычисляют относительные урожаи (баллы), причем для того чтобы областные и краевые шкалы можно было объединить в зональную, республиканскую, общесоюзную бонитировочную шкалу, при вычислении относительных урожаев, характеризующих плодородие отдельных почв, за 100 баллов повсеместно условно принимают:

а) для колхозов и совхозов урожайность зерновых культур 10 ц/га, т.е. цена 1 балла бонитировочной шкалы соответствует 0,1 ц зерна с 1 га;

б) для госсортоучастков и передовых хозяйств урожайность зерновых, равную 20 ц/га (т.е. цена 1 балла бонитировочной шкалы соответствует для этих хозяйств 0,2 ц зерна с 1 га).

Аналогичным способом вычисляются относительные урожаи, т.е. баллы для сопоставления с бонитетами почв (определенными по свойствам этих почв), применительно к ведущим зерновым, техническим и кормовым культурам республики, края, области (например, к пшенице яровой и озимой, кукурузе, ржи, рису, зернобобовым, хлопчатнику, сахарной свекле, подсолнечнику, льну и др., в зависимости от местных природно-экономических условий), а также вычисляют относительный урожай (баллы) естественных кормовых угодий (с учетом урожайности в кормовых единицах или ц/га) для основных почв. При вычислении относительных урожаев, характеризующих плодородие отдельных почв при возделывании отдельных культур, за 100 баллов повсеместно условно принимают среднюю урожайность в этих с.-х. культур во всех категориях хозяйств (в ц/га) за последние 10 лет.

Все показатели должны быть математически обработаны и достоверны; только в этом случае их можно использовать для сопоставления и проверки бонитировочной шкалы, составленной по свойствам почв.

Сопоставляя бонитет различных почв при трех (или двух) уровнях культуры земледелия, устанавливают следующее:

1. Неиспользованные резервы повышения плодородия почв, т.е. что можно получить с каждого гектара данной почвы при высокой агротехнике, применяемой в передовых хозяйствах на таких же почвах.

2. Характер изменения различных почв (диагностических признаков почв, коррелирующих с урожайностью) под влиянием окультуривания и изменение продуктивности различных почв при разном уровне агротехники (окультуривание в ряде случаев сближает почвы по их плодородию, меняя положение почв в бонитировочной шкале).

3. Эффективное плодородие почв в результате применения более высокой агротехники, лучшего освоения севооборотов, посева сортовыми семенами, известкования, большего применения органических и минеральных удобрений, лучшей механизации и меньших потерь при уборке.

Необходимо учитывать, что на почвах, различных по качеству, можно получить близкие по величине урожаи с.-х. культур при различных затратах, причем в ряде случаев затраты будут тем больше, чем ниже качество почвы.

Сопоставлением и увязкой двух бонитировочных шкал - по внутренним свойствам почв и по урожайности - заканчивается первый этап работ.

Таким образом, основной задачей первого периода работ является составление предварительной бонитировочной шкалы почв области или края камеральным способом, т.е. на основании изучения существующих почвенно-картографических материалов, литературных источников, результатов почвенных обследований прежних лет, многолетних данных об урожайности ведущих зерновых с.-х. культур сортоучастков, колхозов и совхозов, а также других материалов, в которых освещаются природно-экономические условия края или области, - климатические справочники, геоботанические и другие карты, характеризующие природу данной области, края и т.п.

В итоге первого периода работы почвовед представляет: 1) предварительную бонитировочную (оценочную) шкалу почв республики, области, края и 2) картограмму бонитета земель области или края по административным районам.

1.2. Полевой период

Основной задачей полевого периода бонитировки почв является:

а) уточнение и проверка в опытном порядке в типичных колхозах и совхозах правильности составленной в камеральный период предварительной областной или краевой бонитировочной шкалы почв;

б) сбор недостающих материалов и бонитировка малораспространенных почв и почв, встречающихся в сочетаниях и комплексах с плакорными почвами и для характеристики плодородия которых нет многолетних статистических данных по урожайности.

Во второй (полевой) этап работы проводится крупномасштабная почвенная съемка. При наличии почвенных карт колхозов и совхозов и отчетов к ним работы ведутся на основе этих карт, но имеющийся почвенно-картографический материал уточняется.

На основании почвенно-картографических материалов, данных по урожайности, необходимо составлять, уточнять, т.е. совершенствовать применительно к местным условиям, бонитировочные шкалы плакорных почв, разработанные в Почвенном институте им. В.В. Докучаева С.С. Соболевым, совершенствовать поправочные коэффициенты на степень солонцеватости, эродированности, механический состав и др. признаки, отражающие особенности почв.

Урожайные данные относятся к преобладающей почве, занимающей в хозяйствах, выбранных для составления бонитировочной шкалы, как правило, не менее 70% площади пашни (или пастбищ). Бонитировка почв, входящих в комплексы и сочетания, составляется по свойствам этих почв, а проверяется в поле путем определения урожайности почв непосредственно в натуре в условиях производства, так как для характеристики их плодородия нет многолетних статистических данных по урожайности, а без урожайности нельзя установить, правильно ли выбраны диагностические признаки почв для их бонитировки, и нельзя включать эти почвы в областную и общесоюзную бонитировочные шкалы.

Для этой цели на полях в сравнимых производственных условиях собирают данные об урожайности главнейших зерновых, технических культур, картофеля и трав, а также данные по урожайности естественных кормовых угодий на почвах в различной степени солонцеватых, солончаковатых, осолоделых, эродированных, оглеенных, с различной глубиной залегания грунтовых вод, а на песчаных и супесчаных почвах - с различной глубиной залегания и с различной мощностью суглинистых прослоек и т.п.

На таких почвах в хозяйственных посевах выбирается участок, однородный во всех природных и производственных отношениях, кроме одного - диагностического признака почвы (или комплекса признаков почвы), например степени эродированности или солонцеватости, солончаковатости, оглеенности и т.д. На таком участке для установления корреляции данного диагностического признака с урожаем должна возделываться одна сельскохозяйственная культура при одинаковых предшественниках, агротехнике, сроках сева, сорте, норме высева, глубине заделки семян и т.д., т.е. чтобы на урожай оказывал влияние только изучаемый диагностический признак или комплекс взаимно связанных признаков. Например, среднеэродированные почвы содержат меньше гумуса, меньший запас питательных веществ, имеют ухудшенные физические свойства, иной водный режим. Если это дерново-подзолистые, серые лесные или же солонцеватые почвы, то определенная степень эродированности влечет за собой и изменение механического состава и т.п. Однако все эти признаки сопряжены и составляют единый комплекс диагностических признаков, характеризующих среднеэродированную почву; то же мы наблюдаем и в солонцеватых, заболоченных, солончаковатых почвах и т.д.

Выбирают не менее трех участков, на каждом закладывают почвенные ямы и полуямы, буровые скважины, возле которых с повторностью, обеспечивающей достоверность результатов, учитывают урожай с.-х. культур крупными производственными участками (с механизированной уборкой) или, если контуры не позволяют (комплексный покров), учетными площадками в 1-5 м² (а на пропашных - 20 м² и более) с 5-10 кратной повторностью и уборкой ручным способом. Из почвенных ям отбирают почвенные образцы для уточнения полевого определения и для изучения агрохимических, агрофизических и биологических свойств этих почв, коррелирующих с урожайностью.

Полученные полевые и лабораторные данные математически обрабатывают, обобщают и используют для уточнения и дополнения областной или краевой бонитировочной шкалы. В отдельных случаях (напр., в Белоруссии) в бонитировочные шкалы вводится поправочный коэффициент на климат. Обычно широтные климатические различия хорошо отражаются в почвенном покрове сменой подтипов почв.

Бонитировочная шкала для сенокосов и пастбищ по объективным признакам и свойствам почв составляется так же, как и для с.-х. культур. Она составляется по данным прямого определения урожайности сенокосов и пастбищ отдельных почв, на основании специальных исследований в натуре и пробных укосов, проводимых геоботаником путем закладки учетных площадок с необходимой для достоверных выводов повторностью. Определяются типы и группировки травянистой растительности. При этом пользуются классификацией основных типов лугов, болот и степей («Указания по агрохозяйственному обследованию естественных кормовых угодий колхозов и совхозов РСФСР», утвержденные МСХ РСФСР 3 июня 1966 г.). Указывается хозяйственная ценность травостоя, его состояние (засоренность вредными, ядовитыми и непоедаемыми скотом растениями, наличие различных мхов, образование дернистых кочек, наличие ценных в кормовом отношении трав и т.д.), изучаются почвы; описывается рельеф (водораздел, склон, пойма центральная или притеррасная т.д.), увлажнение по степени (нормальное, избыточное, недостаточное) и характеру (атмосферное, грунтовое, пойменное); определяется культурнотехническое (закустаренность, залесенность, закочкаренность, наличие камней, пней и пр.) и хозяйственное состояние (сбитость, обводненность и т.п.). Производятся пробные укосы и в необходимых случаях обмеры стогов, опрос и использование имеющихся в хозяйстве записей по урожайности сенокосов.

При составлении шкалы учитывается средняя урожайность и качество сена местных (областных, республиканских) луговых угодий с указанием цены балла в *ц/га* кормовых единиц. Это позволит потом полученные цифры сопоставить с баллами страны.

При бонитировке почв лесных угодий (с учетом возможной трансформации угодий) бонитировочная шкала составляется по объективным признакам и свойствам почв. Бонитировочная шкала по продуктивности лесных насаждений на этих почвах составляется путем прямого определения продуктивности насаждений на отдельных почвах на основании пробных площадей, закладываемых лесоводами в соответствии с правилами таксации леса, с обязательной закладкой на каждой пробной площади почвенных ям, с взятием образцов для анализов, а также модельных деревьев.

1.3. Заключительный камерально-аналитический период

Заключительный период работ (камерально-аналитический) имеет целью систематизацию, оценку полевых и лабораторных исследований почв и данных урожайности и составление окончательной бонитировочной шкалы почв области или края на основе природных свойств почв, связанных с урожайностью. Позже проводят обобщение областных шкал в зональные шкалы с включением почв, для которых собран экспедиционным путем материал по характеристике их урожайности; установление диагностических признаков главнейших почв для точного определения их в поле; составление для этих почв списка диагностических признаков - морфогенетических, агрохимических, агрофизических и других, коррелирующих с урожайностью; проведение в отобранных типичных колхозах и совхозах повторных наблюдений за устойчивостью установленных бонитетов почв в засушливые, влажные и средние по увлажнению годы.

Заканчивая описание методики бонитировки почв, заметим, что проблема бонитировки почв не менее сложна, чем проблема классификации почв или почвенного районирования. Поэтому при решении данной проблемы, так же как для решения проблемы классификации почв или почвенного районирования, необходимо установить основные принципы и уже на основе принятых принципов бонитировки следует устанавливать бонитет зональных почв. Имея бонитет зональных почв, можно разрабатывать более подробные бонитировочные шкалы края, области применительно к местным почвенно-климатическим условиям.

Необходимо также учитывать многообразие свойств почв, которые по своему характеру могут быть как чисто природными, так и приобретенными в результате их использования в сельском хозяйстве. Например, степень окультуренности почв напрямую зависит от характера их использования и уровня техногенного воздействия на почвы.

Таблица 1 – Поправочные коэффициенты к бонитету почв на их гранулометрический состав

Почвы	Поправочные коэффициенты к бонитету почв на их гранулометрический состав						
	Глинистый	Тяжелосуглинистый	Среднесуглинистый	Легкосуглинистый	Супесчаный	Песчаные мелкозернистые	Песчаные крупнозернистые
Подзолистая зона							
ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВЫЕ	0,4	0,6	0,8	1,0	0,8	0,5	0,3
Подзолистые	0,5	0,6	0,8	1,0	0,7	0,5	0,3
Дерново-подзолистые	0,6	0,7	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Черноземная зона и полупустыня							
Серые лесные	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,2
Черноземы тучные, мощные, обыкновенные	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,3	0,1
Черноземы южные, предкавказские	0,9	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1
Темно-каштановые	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,3	0,1
Каштановые, светло-каштанов.	0,7	0,9	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1
БУРЫЕ	0,7	0,8	1,0	0,7	0,5	0,2	0,1

На качество почв и уровень их плодородия оказывают огромное влияние содержание в них тяжелых металлов, радионуклидов, биогенных и техногенных загрязнителей, процессы эрозии и дефляции.

Таблица 2 – Бонитировочная шкала почв, подверженных водной эрозии (поправочные коэффициенты по С.С.Соболеву)

Почвы	Поправочные коэффициенты на степень смытости		
	несмытые	слабосмытые	среднесмытые
Дерново-подзолистые, слабо- и среднекультуренные	1,0	0,5	0,2
Серые лесные почвы	1,0	0,5	0,3
Выщелоченные (тучные и мощные) черноземы	1,0	0,5	0,2
Обыкновенные черноземы	1,0	0,5	0,2
Южные черноземы	1,0	0,5	0,2
Каштановые почвы	1,0	0,6	0,3

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить задачи, стоящие перед бонитировкой почв.
2. Охарактеризовать диагностические признаки почв, подлежащих бонитировке.
3. Охарактеризовать особенности природно-сельскохозяйственного зонирования территории.
4. Какие исходные данные необходимы для составления бонитировочных шкал по свойствам почв и по урожайности?
5. Что положено в основу земельно-оценочного районирования?
6. Охарактеризовать признаки бонитировки почв.
7. Объяснить признаки определения форм тесноты и связи между признаками.
8. Описать последовательность проведения работ по бонитировке почв.
9. Описать случаи построения шкалы бонитировки почв по принципу замкнутой шкалы.
10. Объяснить, когда при вычислении баллов бонитировки используется разомкнутая шкала.
11. Объяснить значение коэффициентов корреляции и детерминации.
12. Раскрыть принцип проверки достоверности данных бонитировочных шкал.

Лабораторная работа 2. Оценка почв по В.Д. Иванову

В основе построения оценки почв лежит учение В.В. Докучаева о почве как естественно-историческом теле природы, генетические особенности и свойства которой определяют ее плодородие.

Бонитировка почв необходима для агропроизводственной группировки почв и решения практических вопросов их рационального использования. Она является завершающим этапом интегрированной оценки материалов полевых и лабораторных исследований почв и начальным, отправным моментом в решении многочисленных проблем прикладного характера, является основой экономической оценки земель.

Бонитировочная шкала, используемая в этой методике, построена для закрытой 100-балльной системы по 10 группам показателей свойств и особенностей почв. Каждая группа показателей в целях упрощения расчетов и удобства практического пользования условно принята равнозначной по характеру влияния их на плодородие. Однако такие важнейшие показатели как содержание гумуса и мощность гумусового горизонта почв нашли свое отражение и через степень смывости почв, что усилило удельный вес их влияния на оценку качества почв. Оптимальные (максимальные) значения соответствующих показателей внутри каждой группы принимают равными 10. По мере изменения их значений изменяется (уменьшается) и количество баллов в той пропорциональности, в которой происходит снижение плодородия почв по данному признаку или свойству.

Отличительная особенность составления такой бонитировочной шкалы состоит в использовании нескольких признаков и характерных свойств почв внутри каждой группы показателей. Это дает возможность унифицировать бонитировочную шкалу и определять по каждой группе показателей усредненный балл, что позволяет сократить число ошибок и неточностей и повысить достоверность информации в случаях отсутствия того или иного конкретного, а чаще и единственного показателя.

В своей основе бонитировка отражает реальное и потенциальное плодородие почв. Чтобы перейти от баллов к фактической урожайности конкретной культуры и сорта, необходимо установить для них характер функциональных зависимостей и тесноту связей для раз-

личных уровней ведения сельского хозяйства. Этот вопрос выходит за рамки настоящих методических рекомендаций и требует выполнения дополнительных исследований.

Для определения бонитета группы почв применительно к исследуемому хозяйству, землепользованию или какому-либо земельному участку используют: 1) материалы почвенных исследований; 2) материалы агрохимических обследований; 3) материалы почвенно-мелиоративных и гидрогеологических изысканий; 4) справочную агрометеорологическую литературу; 5) зональную почвенно-агрохимическую литературу.

Определение бонитета почвы. На основании свойств и генетических особенностей почвы с помощью бонитировочной шкалы определяют усредненные баллы по каждой группе показателей (табл. 1), которые записывают затем в соответствующие графы таблицы 2.

Сумма баллов по 10 группам показателей и будет определять соответствующий бонитет конкретной почвы.

1. Гранулометрический состав почвы (по Н.А. Качинскому)

Механический состав почвы	Содержание частиц <0,01 мм в %	Количество баллов				
		подзолистые	серые лесные	черноземы	темно-каштановые	каштановые
Песок рыхлый	0-5	5,2	2,0	2,0	2,0	2,0
Песок связный	5-10	6,2	4,0	4,0	4,0	4,0
Супесь	10-20	7,2	6,0	5,0	6,0	6,0
Суглинок легкий	20-30	10	7,0	7,0	7,0	8,0
Суглинок средний	30-40	10	9,0	8,0	9,0	10
Суглинок тяжелый	40-50	9,0	10	10	10	9,0
Глина легкая	50-65	7,5	9,0	9,5	9,0	8,0
Глина средняя	65-80	6,0	8,0	9,0	8,0	7,0
Глина тяжелая	>80	5,0	7,0	8,5	7,0	6,0

Определение бонитета группы почв. При определении бонитета конкретного поля, участка, севооборота и т.д. возникает необходимость вычисления средневзвешенного бонитета земельного массива, который рассчитывается по формуле:

$$B_{зм} = \frac{B_1 \cdot S_1 + \dots + B_n \cdot S_n}{S_1 + \dots + S_n},$$

где $B_{зм}$ - средневзвешенный бонитет земельного массива;

$B_1 \dots B_n$ - бонитет конкретных почвенных разностей;

$S_1 \dots S_n$ - площадь или удельный вес почв в земельном массиве.

Аналогичным путем определяют, если в этом возникает необходимость, и средневзвешенный бонитет конкретной почвы по различным обособленным контурам в пределах землепользования.

Ниже приводим оценочные шкалы свойств почв в баллах по 10 диагностическим группам показателей в закрытой 100-балльной шкале.

2. Агрофизические свойства

(берется один из известных показателей или средний из нескольких)

2.1. Структурное состояние

Оценка структурного состояния почв	Содержание агрегатов размером 0,25-10 мм в % к весу		Количество баллов
	воздушно-сухих	водопрочных	
Отличное	>80	>70	10
Хорошее	80-60	70-55	8,6
Удовлетворительное	60-40	55-40	6,5
Неудовлетворительное	40-20	40-20	3,9
Плохое	<20	<20	2,6

2.2. Водопроницаемость почвы

Качественная оценка водопроницаемости почвы	Коэффициент впитывания воды, мм/мин	Количество баллов
Очень высокая	>2,0	8,4
Высокая	2,0-0,5	10
Повышенная	0,5-0,1	8,4
Средняя	0,1-0,02	6,8
Пониженная	0,02-0,005	5,2
Низкая	0,005-0,001	3,6
Очень низкая	<0,001	2,8

2.3. Уплотненность почв

Степень уплотненности почв	Плотность сложения, г/см ³	Общая порозность в %	Количество баллов
Очень рыхлая	0,97/1,15	61/57	9
Рыхлая	0,97-1,15/1,15-1,27	61-55/57-52	10
Среднеплотная	1,15-1,30/1,27-1,39	55-50/52-47	8
Плотная	1,30-1,40/1,39-1,50	50-45/47-43	5
Очень плотная	>1,40/>1,50	<45/<43	2

Числитель - пахотный слой, знаменатель – подпахотный

1. Гидрологические условия

3.1. Уровень залегания почвогрунтовых вод

Оценка уровней почвогрунтовых вод	Глубина от поверхности в м	Количество баллов
Очень высокое	0-0,5	1,0
Высокое	0,5-1,0	3,0
Повышенное	1,0-2,0	6,0
Среднее	2,0-3,0	9,0
Пониженное	3,0-5,0	10
Низкое	5,0-10,0	7,0
Очень низкое	>10	4,0

3.2. Гидротермический коэффициент (ГТК)

Природные зоны	Среднегодовой ГТК	Баллы
Тайга	>1,6	3,5
Тайга и лиственные леса	1,6-1,3	5,5
Лесостепь	1,3-1,0	9,0
Типичная степь	1,0-0,7	8,5
Степь на южных черноземах и каштановых почвах	0,7-0,4	5,5
Полупустыня	0,4-0,2	3,0
Пустыня	<0,2	1,0

3.3. Условия увлажнения по отношению количества осадков к испаряемости

Группа климатов	Коэффициент увлажнения по Высоцкому-Иванову	Количество баллов
Очень влажные (экстрагумидные)	>1,33	6,0
Влажные (гумидные)	1,33-1	8,0
Полувлажные (семигумидные)	1-0,55	10
Полусухие (семиаридные)	0,55-0,33	8,0
Сухие (аридные)	0,33-0,12	5,0
Очень сухие (экстрааридные)	<0,12	2,0

3.4. Сумма среднесуточных температур >10 °С за вегетационный период

Группа климатов	Сумма температур воздуха >10 °С	Количество баллов
Холодные (полярные)	<600	1,0
Холодно-умеренные (бореальные)	600-2000	5,1
Тепло-умеренные (суббореальные)	2000-3800	10
Теплые (субтропические)	3800-8000	8,5
Жаркие (тропические)	>8000	1,0

3.5. Заболоченность почв

Градации	Количество баллов	
	песчаные и супесчаные	глинистые и суглинистые
Незаболоченные	10	10
Глееватые	9,5	8,8
Глеевые	8,4	7,5

4. Геоморфологические условия

4.1. Рельеф местности по крутизне склонов

Характер склонов	Крутизна, градусы	Баллы
Очень пологие	0-1	10
Пологие	1-3	7,5
Покатые	3-5	5,0
Сильнопокатые	5-10	2,5
Крутые	10-20	1,0
Очень крутые	20-45	0,5
Обрывистые	>45	0,3

4.2. Экспозиция склонов

Экспозиция	Уменьшение плодородия в %	Баллы
Водораздельное плато	100	10
Северная	85	8,5
Южная	61	6,1
Восточная	82	8,1
Западная	70	7,0

4.3. Степень каменистости почв

Градации степени каменистости	Объем камней, м ³ /га		Площадь, занятая камнями в %	Баллы
	районы с развитым земледелием	малоосвоенные землед. районы		
Некаменистые	-	-	-	10
Малокаменистые	5-20	100-200	До 10	9,0
Среднекаменистые	20-50	200-500	10-20	8,0
Сильнокаменистые	50-100	500-1000	20-40	6,0
Очень сильнокаменистые	>100	>1000	>40	4,0

4.4. Характер строения (сложения) верхней 2-метровой толщи почвогрунтов:

1) **ОДНОРОДНЫЕ** на всю глубину - глинистые, суглинистые, супесчаные, песчаные и т.д. – 10 баллов;

2) **ДВУЧЛЕННЫЕ** глинисто-песчаные, суглинисто-глинистые, суглинисто-супесчаные, песчано-суглинистые, песчаные на слоистых отложениях - 7,5 балла;

3) **МНОГОЧЛЕННЫЕ** глинисто-песчаные на галечниках, глинисто-песчаные на суглинках, суглинисто-глинистые на песках, песчано-суглинистые на глинах и супесях - 5 баллов.

5. Мощность гумусового горизонта почв

Градации	Мощность гор. А+В в см	Баллы
Мощные	>80	10
Среднемощные	60-80	7,0
Маломощные	40-60	5,0
Укороченной мощности	<40	3,0

6. Содержание гумуса в 0-20 см слое, %

Градации	Гумус, %	Баллы
Тучные	>9	10
Среднегумусные	6-9	8,0
Малогумусные	4-6	5,0
Слабогумусированные	<4	3,0

6.1. Оценка гумусового состояния почв

Признак	Уровень признака	Значения	Баллы
1	2	3	4
Содержание гумуса, %	Очень высокое	>10	10
	Высокое	6-10	8,0
	Среднее	4-6	5,0
	Низкое	2-4	3,0
	Очень низкое	<2	2,0
Запасы гумуса в слое 0-100 см, т/га	Очень высокие	>600	10
	Высокие	400-600	8,0
	Средние	200-400	6,0
	Низкие	100-200	4,0
	Очень низкие	<100	2,0

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
Обогащенность азотом, С:N	Очень высокая	<5	10
	Высокая	5-8	7,5
	Средняя	8-11	5,0
	Низкая	11-14	3,0
	Очень низкая	>14	2,0
Тип гумуса, С _{г.к.} :С _{ф.к.}	Гуматный	>2	10
	Фульватно-гуматный	2-1	7,0
	Гуматно-фульватный	1,0-0,5	5,0
	Фульватный	<0,5	3,0

7. Емкость поглощения, насыщенность почв основаниями, кислотность

7.1. Емкость поглощения и насыщенность почв основаниями

Емкость поглощения в мг-экв. на 100 г почвы		Степень насыщенности почв основаниями в %	
Градации	Баллы	Градации	Баллы
Высокая >45	10	Высокая 85-100	10
Средняя 30-45	8,0	Средняя 70-85	8,0
Низкая 15-30	6,0	Низкая 50-70	6,0
Очень низкая <15	4,0	Очень низкая <50	4,0

8. Обеспеченность основными элементами питания

8.1. Содержание в почве подвижных форм азота

Класс	Цвет на карте	N, мг/100 г почвы				Кол-во баллов
		по Тюрину-Кононовой			нитрификац. способность	
		pH < 5	pH 5-6	pH > 6		
1	Красный	< 4	< 3	< 3	< 0,5	2,5
2	Оранжевый	< 5	< 4	< 4	< 0,8	3,5
3	Желтый	5-7	4-6	4-5	0,8-1,5	4,5
4	Зеленый	7-10	6-8	5-7	1,5-3,0	6,0
5	Голубой	10-14	8-12	7-10	3,0-6,0	8,5
6	Синий	> 14	> 12	> 10	> 6,0	10

8.2. Содержание в почве подвижных фосфатов

Класс	P ₂ O ₅ в мг на 100 г почвы по:					Кол-во баллов
	Кирсанову	Чирикову	Труогу	Мачигину	Аррениусу	
1	< 3	< 2	< 3	< 1,0	< 8	1,0
2	< 8	< 5	< 7	< 1,5	< 15	3,0
3	8-12	5-10	7-12	1,5-3,0	15-30	5,0
4	12-20	10-15	12-18	3,0-4,5	30-45	7,0
5	20-30	15-20	18-25	4,5-6,0	45-60	9,0
6	> 30	> 20	> 25	> 6,0	> 60	10

8.3. Содержание в почвах обменного калия

Класс	K ₂ O, мг/100 г почвы по					Кол-во баллов
	Масловой	Пейве (ВИУА)	Бровкиной	Протасову	Гусейнову	
1	< 5	< 3	< 4	< 10	< 20	2,0
2	< 10	< 7	< 8	< 20	< 30	3,0
3	10-15	7-10	8-14	20-30	30-50	4,0
4	15-20	10-15	14-20	30-40	50-70	6,0
5	20-30	15-20	20-30	40-60	70-100	8,5
6	> 30	> 20	> 30	> 60	> 100	10

9. Степень смытости (эродированности) почв

9.1. Шкала степени смытости почв

Градации смытости почв	Мощность гумусового горизонта в %	Количество баллов
Несмытые	100	10
Слабосмытые	87,5	8,8
Среднесмытые	62,5	6,2
Сильносмытые	< 40	4,0
Намытые	>100	8,8

9.2. Степень смытости почв, балл бонитета и урожай с.-х. культур

Культуры	Степень смытости почв			
	несмытые	слабая	средняя	сильная
1	2	3	4	5
Озимая пшеница	10	7,3/8,1	6,3/6,0	4,7/4,3
Яровая пшеница	10	7,9/7,5	6,2/6,4	4,8/4,1
Ячмень	10	8,3/7,9	7,0/6,7	4,0/4,9

Продолжение таблицы 9.2

1	2	3	4	5
Озимая рожь	10	8,3/8,3	6,3/6,8	6,0/4,6
Горох	10	9,3/8,6	8,3/6,5	5,5/4,1
Овес	10	7,5/7,5	7,1/6,2	5,4/3,2
Кукуруза на зерно	10	8,4/7,6	6,6/6,0	5,0/4,7
Кукуруза на зел. корм	10	8,1/7,2	6,2/4,6	4,8/2,5
Сахарная свекла	10	7,1/7,6	5,4/6,5	2,5/3,7
Подсолнечник	10	8,5/8,8	6,3/6,0	3,1/3,1
Картофель	10	7,1/6,6	4,4/5,8	3,1/2,0
Кормовые травы (сено)	10	8,9/7,0	8,0/5,4	6,3/3,6

Примечание. В числителе - черноземные почвы, в знаменателе - серые лесные. При оценке влияния смытости почв по табл. 9.1 учитывают также и ведущие культуры по табл. 9.2. Из двух значений берут усредненные показатели.

10. Солонцеватость, солончаковатость, карбонатность и мелкоконтурность почвенного покрова

10.1 Процентное участие солонцов и солончаков в комплексе

Доля участия солонцов и солончаков в комплексе в %	Количество баллов
< 10	9,0
10-25	8,2
25-50	6,2
> 50	4,5

10.2. Содержание обменного натрия в солонцовом горизонте

Градации	Содержание поглощенного натрия в %	Баллы
Очень низкое	< 10	9,0
Малонатриевые	10-25	7,2
Средненатриевые	25-40	5,8
Многонатриевые	> 40	4,0

10.3. Степень солонцеватости пахотного слоя почв по содержанию обменного натрия от емкости поглощения

Градации	Содержание обменного натрия в %		Баллы
	>6% гумуса	< 6% гумуса	
Несолонцеватые	< 5	< 3	10
Слабосолонцеватые	5-10	3-5	8,5
Среднесолонцеватые	10-15	5-10	7,0
Сильносолонцеватые	15-20	10-15	5,5

10.4. Мощность надсолонцового горизонта

Названия солонцов	Мощность надсолонцового горизонта, см	Баллы
Корковые	A ₁ до 3	2
Мелкие	A ₁ 3-10	4
Средние	A ₁ 10-18	6
Глубокие	A ₁ >18	8

Примечание. По данным таблиц 10.1, 10.2 и 10.3 определяют средний балл.

10.5. По степени и типу засоления

Засоление почв	Тип засоления, плотный остаток, %				Баллы
	хлоридно-содовый	сульфатно-содовый	содово-хлоридный	содово-сульфатный	
Незасоленные	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	9
Слабозасоленные	0,15-0,25	0,15-0,3	0,15-0,25	0,15-0,25	7
Среднезасоленные	0,25-0,4	0,3-0,5	0,25-0,4	0,3-0,5	5
Сильнозасоленные	0,4-0,6	0,5-0,7	0,4-0,6	0,5-0,7	3
Солончаки	> 0,6	> 0,7	> 0,6	> 0,7	1

Продолжение таблицы 10.5

Засоление почв	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Хлоридный	Сульфатный	Баллы
Незасоленные	< 0,2	< 0,25	< 0,15	< 0,3	9
Слабозасоленные	0,2-0,3	0,25-0,4	0,15-0,3	0,3-0,6	7
Среднезасоленные	0,3-0,6	0,4-0,7	0,3-0,5	0,6-1,0	5
Сильнозасоленные	0,6-1,0	0,7-1,2	0,5-0,8	1,0-2,0	3
Солончаки	> 1	> 1,2	> 0,8	> 2	1

10.6. По глубине скопления водорастворимых солей

Степень солончаковатости	Глубина верхней границы солевых выделений в см	Баллы
Солончаковые	5-30	2
Высокосолончаковые	30-50	4
Солончаковатые	50-100	6
Глубокосолончаковатые	100-150	8
Несолончаковатые (глубокозасоленные)	150-200	9

10.7. Степень минерализации грунтовых вод и верховодки при глубине залегания их менее 3 метров

Градации	Плотный остаток в % или в г на 1 л воды	Количество баллов
Пресные	Менее 1	10
Слабоминерализованные	1-3	8,5
Среднеминерализованные	3-10	6,5
Сильноминерализованные	10-50	4,0
Рассолы	Более 50	1,0

10.8. Степень карбонатности и глубина скопления карбонатов

Степень карбонатности			Глубина залегания карбонатов		
Градации	содержание CO ₂ в %	балл	градации	глубина, см	балл
Некарбонатные	-	10	Поверхностно-окарбонатные	< 30	3
Слабокарбонатные	До 2	8	Высокоокарбонатные	30-60	6
Карбонатные	2-10	5	Неглубокоокарбонатные	60-100	8
Омергелеванные	>10-12	2	Глубокоокарбонатные	100-200	9
-	-	-	Глубинноокарбонатные	>200	10

10.9. Размер почвенного контура пашни и овражно-балочных земель и сенокосных угодий (ОБЗ) с учетом расчленения их оврагами и балками

Степень расчленения	Площадь контуров пашни, га	Баллы	Площадь контуров ОБЗ, га	Баллы
Слабая	>30	10	>10	9
Средняя	20-30	9	10-5	6
Сильная	10-20	8	5-2	3
Очень сильная	<10	7	<2	1

Примеры оценки почв

Таблица 1. Исходная информация по характеристике почв и количество баллов по каждому показателю

Номера пунктов	Чернозем типичный		Чернозем обыкновенный		Чернозем южный		Аллювиальные луговые		Луговые солончаки	
	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы
1	50	9,7	45	10,0	35	8,0	30	7,5	30	7,5
2.1	70	9,3	62	8,6	50	6,6	72	10,0	30	3,9
2.2	0,3	8,4	0,2	7,8	0,05	6,8	0,5	9,2	0,02	6,0
2.3	1,03	10,0	1,15	9,0	1,21	8,0	1,30	6,5	1,35	5,0
3.1	7,5	7,0	7,5	7,0	10	5,5	2,5	9,0	1,0	4,5
3.2	1,2	9,0	1,0	9,2	0,8	8,5	0,9	8,7	0,7	7,0
3.3	1,0	9,0	0,7	9,0	0,4	8,0	0,45	8,1	0,35	6,6
3.4	2600	9,0	2900	10,0	3800	9,2	3500	9,4	3600	9,3
Номера пунктов	Чернозем типичный		Чернозем обыкновенный		Чернозем южный		Аллювиальные луговые		Луговые солончаки	
	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы	значение	баллы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3.5	-	10	-	10,0	-	10,0	-	8,8	-	9,4
4.1	0-1	10	1-3	7,5	2-3	7,0	0-1	10	3-4	5,5
4.2	-	10	-	8,5	-	6,1	-	10	-	6,5
4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4.4	-	10	-	10,0	-	8,2	-	7,5	-	6,2
5	-	8,5	-	6,2	-	5,0	-	5,0	-	3,0
6	-	8,0	-	7,8	-	9,0	-	7,0	-	7,5
7.1	6,0	9,0	6-7	10,0	6-7	10,0	5,8	8,0	7,7	6,3
7.2	6-7	10,0	6-7	10,0	6-7	10,0	6-7	8,0	6-7	6,3
8.1	2,2	6,0	2,4	6,1	1,5	5,3	1,0	4,3	0,8	4,0
8.2	12	7,0	10	6,0	8	5,0	5	4,0	1,5	4,0
8.3	17	6,0	15	5,0	12	4,0	13	4,1	60	6,0
9.1	95	9,5	88	8,8	70	7,0	+	8,8	65	6,5
9.2	-	9,1	-	8,0	-	6,0	+	9,0	-	5,0
10.1	-	-	-	-	-	-	-	-	18	8,2
10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	9,5
10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.4	-	10,0	-	10,0	-	10,0	-	10,0	0,4	5,0
10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	60	5,8
10.6	-	-	-	-	-	-	2	8,5	4	7,0
10.7	-	-	-	-	-	6,8	-	-	-	4,2
10.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	15	8,0

Таблица 2 – Определение бонитета почв и землепользования

Баллы по группам показателей										Бонитет почвы
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Чернозем типичный										88,3
9,7	9,2	8,8	10,0	8,5	8,0	9,5	6,3	9,3	10,0	
Чернозем обыкновенный										84,3
10,0	8,5	9,0	8,7	6,2	7,8	10,0	5,7	8,4	10,0	
Чернозем южный										74,1
8,0	7,1	8,2	7,1	5,0	9,0	10,0	4,8	6,5	8,4	
Аллювиальные луговые										76,5
7,5	8,6	8,8	9,2	5,0	7,0	8,0	4,1	8,9	9,4	
Луговые солончаки										59,9
7,5	5,0	7,4	6,1	3,0	7,5	6,3	4,6	5,7	6,8	
Средневзвешенный бонитет землепользования										77,3

Таблица 3 – Интегрированная шкала оценки почв и земель

Класс бонитета почв и оценки земель	Балл бонитета почв и оценки земель	Общая характеристика качества почв и земель
X	91-100	Лучшие почвы и земли
IX	81-90	
VIII	71-80	
VII	61-70	Средние почвы и земли
VI	51-60	
V	41-50	
IV	31-40	
III	21-30	Худшие почвы и земли
II	11-20	
I	1-10	

В случаях необходимости оценки почв по отдельным полям освоенного севооборота можно использовать форму записи имеющегося материала по схеме, представленной в табл. 4. По этой же схеме можно оценивать качество почв по различным типам севооборотов – полевым, кормовым, почвозащитным, прифермским и др.

Опыт оценки почв по данной методике позволяет учитывать большую совокупность свойств почв с учетом удельного веса их основных показателей – содержания гумуса, мощности гумусового горизонта и др. Это позволяет уменьшить возможные ошибки и просчеты в оценке почв.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое агропроизводственная группировки почв?
2. Что такое бонитировочная шкала?
3. Что такое бонитет почв?
4. Определение бонитета одного типа почв.
5. Определение бонитета группы почв.
6. Как определять балл бонитета?

Лабораторная работа 3.

Методологические основы бонитировки почв. Современные методы оценки почв

3.1. Методологические основы

Различают *частную* (по отношению к отдельным культурам) и *общую* (с учетом структуры посевов и угодий) оценки земель, которые реализуются через систему оценочных показателей.

Внутрихозяйственную оценку земли проводят в трех аспектах: как средство труда, как предмет труда и как средство производства. И во всех аспектах оценка земли, как уже отмечалось, может быть частной и общей.

Как средство труда землю оценивают по свойствам и признакам, определяющим ее плодородие. Для этого последовательно проводят бонитировку почв, оценку земель по урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности кормовых угодий.

Как предмет труда землю оценивают по свойствам и признакам, определяющим удобство ее обработки и использования, а в итоге – затраты живого и овеществленного труда в земледелии. Для этого последовательно проводят оценку технологических свойств земли, ее местоположение относительно хозяйственного центра, урожайность (плодородие) как фактор затрат, благоприятность (удобства или сложности) выполнения полевых механизированных работ, а также оценку земли по затратам труда и средств производства в земледелии.

Как средство производства землю оценивают по совокупности свойств и признаков, определяющих производительность труда и эффективность затрат в земледелии. Для этого проводят оценку земли по производным от урожайности (продуктивности) и затрат показателям: производительности труда, окупаемости затрат, дифференциальному доходу и др.

Державин Л.М., Фрид А.С. (2001) рассмотрели вопросы оценки плодородия пахотных земель и научные подходы (модели) различных авторов для подбора наиболее приемлемого для агрохимической службы метода. В моделях использованы показатели химических, физико-химических, физических и биологических свойств почв.

Ценность земли как основного средства с.-х. производства в конкретной хозяйственной инфраструктуре определяется ее плодороди-

ем, то есть способностью обеспечить потребность растений в земных факторах их роста и развития. В соответствии с Федеральным законом РФ «О государственном земельном кадастре» от 2 января 2000 г. № 28-ФЗ при государственном кадастровом учете земельных участков каждый из них должен иметь качественную и экономическую оценку, свой кадастровый номер. Одной из основных целей создания и ведения Государственного земельного кадастра является информационное обеспечение государственного и муниципального управления земельными ресурсами, государственного контроля за использованием и охраной земель, мероприятий, направленных на сохранение и повышение плодородия земель, землеустройства, экономической оценки земель и учета стоимости земли в составе природных ресурсов, установления обоснованной платы за землю. Важнейшими сведениями о земельных участках являются их категория и разрешенное использование, а также качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия для отдельных категорий.

Задача государственного контроля - обеспечение соблюдения всеми предприятиями, учреждениями, землепользователями и землевладельцами, а также гражданами, иностранными юридическими и физическими лицами требований земельного законодательства Российской Федерации в целях рационального использования и охраны земель, своевременного и качественного выполнения мероприятий по повышению плодородия почв, предотвращению загрязнения их токсичными и радиоактивными веществами, заражению земель бактериально-паразитическими и карантинными вредными организмами, закислению, засолению, переуплотнению, эрозии и других процессов, вызывающих деградацию земель.

Правовые основы государственного регулирования сохранения плодородия земель с.-х. назначения определены Федеральным законом РФ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель с.-х. назначения» от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ. В соответствии с этим законом систематическое проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия земель с.х. назначения является основным направлением агрохимического обслуживания.

Научные исследования в этой области заключаются в разработке показателей состояния плодородия почв с учетом природного и

сельскохозяйственного районирования земель и методик оценки состояния земель с.-х. назначения и показателей состояния их плодородия.

В настоящее время комплексная оценка плодородия земель с.-х. назначения по результатам проводимого агрохимической службой мониторинга, как правило, не проводится из-за отсутствия соответствующих рекомендаций. Это затрудняет научно обоснованное распределение возделываемых в хозяйстве культур по полям (участкам), разработку рациональной структуры посевных площадей и с.-х. угодий, севооборотов.

Комплексная оценка плодородия почв и земель необходима для разработки и установления очередности проведения по контурам, полям (участкам) агрохимических, агротехнических, фитосанитарных, мелиоративных, противоэрозионных и других мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв, особенно при ограниченных финансовых возможностях. Она необходима и для стоимостной оценки с.-х. земель и оценки производственной деятельности хозяйств и растениеводческих подразделений с.-х. предприятий.

По ГОСТу 27593-88 под термином «плодородие почвы» следует понимать «способность почвы удовлетворить потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности» [1]. Различают естественное, искусственное, потенциальное, эффективное плодородие почвы [2-6].

Естественное плодородие обусловлено природными почвообразовательными процессами без антропогенного воздействия. В чистом виде оно проявляется на целинных землях и характеризуется продуктивностью произрастающих на них растений.

Искусственное плодородие обусловлено антропогенным воздействием на почву (обработка, внесение органических и минеральных удобрений, химические и водные мелиорации, культур технических работы и т.д.). В чистом виде искусственное плодородие почв возникает при создании субстратов для возделывания с.х. культур в защищенном грунте.

Потенциальное плодородие определяется валовыми запасами питательных элементов и другими стабильными показателями свойств почв, позволяющими в благоприятных условиях обеспечивать растения всеми необходимыми земными факторами жизни для их жизнедеятельности. Оно характеризует максимальную производи-

тельную способность почвы (суммарную продукцию за много лет) при благоприятных для конкретных культур средних многолетних метеорологических условиях и оптимальной агротехнике без привноса факторов жизни растений извне. От степени реализации потенциального плодородия зависит продуктивность растений.

Потенциальное плодородие зависит как от действия природных факторов, так и от хозяйственной деятельности человека. Антропогенное воздействие на почву может оказывать на потенциальное плодородие как положительное, так и отрицательное влияние.

Уровень его изменяется, как правило, медленно. В то же время, при интенсивной мелиорации (осушение, орошение, промывка солей, известкование кислых почв, химическая мелиорация солонцов, глинование песчаных и пескование глинистых почв), интенсивном применении удобрительных средств или по другим причинам (вторичное засоление, загрязнение токсичными веществами и др.) повышение или снижение потенциального плодородия почв происходит за более короткое время.

Продуктивность растений не является стабильным показателем потенциального плодородия. При высоком уровне агротехники и использовании прогрессивных технологий возделывания с.х. культур урожайность может быть выше на полях (участках), характеризующихся более низким уровнем потенциального плодородия. Напротив, при низкой культуре земледелия, нарушении технологической дисциплины на почвах с высоким потенциальным плодородием получают низкие урожаи.

Эффективное плодородие обусловлено естественным и искусственным плодородием. Оно зависит не только от природного плодородия и погодных условий, но и от способов использования почв в земледельческой практике, уровня агротехники, применения удобрительных средств, проведения мероприятий по защите посевов от сорняков, вредителей и болезней, водных и химических мелиораций, технической оснащенности, использования научных достижений, социально-экономических и других условий, влияющих на продуктивность земледелия. Эффективное плодородие характеризуется лабильными показателями химических, физико-химических, физических и биологических свойств почв, фактической урожайностью с.х. культур, качеством продукции растениеводства, экономическими и экологическими показателями. Оно, как правило, ниже или приближается к

потенциальному, или равно ему при благоприятных условиях в зависимости от уровня агротехники, культуры земледелия, технологии. Эффективное плодородие почвы более динамично, чем потенциальное, и изменяется под влиянием метеорологических условий как в многолетнем цикле, так и в течение периода вегетации растений.

Продуктивность растений является следствием реализации не только эффективного, но и потенциального плодородия, а также агроклиматических, производственных и других ресурсов.

Перечень показателей, характеризующих эффективное плодородие почв, зависит от почвенно-климатических условий и должен быть привязан к конкретным природно-сельскохозяйственным районам [7].

Важнейшая задача при производстве с.-х. товаров - сочетание стабильного роста урожаев высокого качества и расширенного воспроизводства эффективного плодородия почв, в том числе на основе повышения потенциального.

В.И. Вернадский [8] считал, что земледелие является одним из важнейших открытий человечества, благодаря которому человек освободил себя в своем питании от стихийной зависимости от живой окружающей природы, и что важнейшей задачей человечества в будущем является научно-техническое овладение механизмом автотрофности. По мнению Ковды [9], полную автотрофность человечества можно решить прежде всего через разумное эффективное использование плодородия почв в высококультурном земледелии.

История мирового земледелия насчитывает 8-10 тыс. лет [10-12]. В странах Западной Европы оно имеет четырех-пятитысячелетнюю историю. В нашей стране оно возникло в середине первого тысячелетия до н.э.

Римлянин Колумелла (I век н.э.) [13], полемизируя со сторонниками убывающего плодородия почвы, писал, что разумный человек не поверит, что земля, получившая в удел божественную и вечную юность и именуемая всеобщей матерью, потому что и рождает все и будет рождать и впредь, состарилась, будто человек. Колумелла считал, что причина этого ложного взгляда заключается в людях: необходимы правильный подбор почв для культуры, должная обработка почвы с учетом местных особенностей, удобрения разных видов (люпин, зола, компост). Им был обоснован логический классификационный принцип (комбинация признаков) для разделения почв: по влажности (мокрая, влажная, сухая), тучности (тощая, средняя, жирная), плотности, каменистости и т.д.

В России с XV до конца XVII вв. вели писцовые книги, при составлении которых перемеряли все угодья и проводили их разделение по качеству почвы на 3-4 категории (добрая, средняя, худая и очень худая). При оценке качества земель использовали опыт писцов, мнение владельцев земли и данные о величине контрольных урожаев, учитываемых писцами в присутствии понятых.

До XIX столетия оценка качества земель сельскохозяйственного назначения практически во всех странах носила, как правило, описательный характер и в основном для фискальных целей (налогообложение землевладельцев). В XIX-XX вв., в связи с определенными научными достижениями в земледелии, почвоведении, физиологии растений, агрохимии и других областях естественных наук для оценки плодородия почв стали использовать также результаты количественного анализа показателей свойств почв. При этом возросло число используемых показателей.

В Германии Роткегель [14], один из главных авторов Закона об учете грунтов, балльная оценка которого остается обязательной до настоящего времени, предусматривал при оценке качества почвы учет гранулометрического состава; происхождения почвы; стадии развития почвы (всего 7), характеризующейся особенностями пахотного перегнойного горизонта, переходной зоны к породе, почвообразующей породе, грунтовых вод (их уровень и воздействие на почвенный профиль). Большое внимание в «Законе» уделено аграрной пригодности земель. Ее определяют климатические показатели, возможность машинной обработки и характер рельефа местности, наличие камней, кислотные свойства почвы, содержание гумуса и питательных элементов, пространственная дифференциация почв, общий характер и состав подпочвы.

В Великобритании оценка качества с.-х. земель производится с целью обеспечения эффективного применения минеральных удобрений, и все задачи контроля и управления плодородием почв решаются в этом направлении, включая водную и химическую мелиорацию, применение более совершенных обработок почвы, органических удобрений и средств защиты растений. Согласно британской бонитировочной классификации почв [14] сельскохозяйственные земли по продуктивности подразделяют на три категории: хорошего (I), среднего (II), и низкого (III) качества. В категорию I входят 4 типа почв (1-4), во II - 2 типа (5-6) и в III - 4 типа (7-10). На почвах I категории

могут выращиваться все культуры данной климатической зоны. На почвах II категории получают средние урожаи даже при высокой агротехнике. На почвах III категории из-за невозможности применения совершенной агротехники получают невысокие урожаи. Почвы 10-го типа этой категории непригодны для сельского хозяйства (сильнокаменистые, даже каменные россыпи, горные породы, прибрежные и дюнные пески).

В США согласно бонитировочной классификации службы охраны почв [14] земли сельскохозяйственного назначения в этой стране делят на 8 классов в зависимости от почвы, климатических, геоморфологических и гидрогеологических условий. Особенно большое внимание уделяется подверженности почв процессам эрозии, возможности осуществления водной и химической мелиорации, противоэрозионной обработке почвы и удобрениям. Классы подразделяют на подклассы согласно четырем критериям: опасность эрозии, особенности водного режима, глубина корнеобитаемой зоны, климат. При оценке качества сельскохозяйственных земель наряду с агрофизическими показателями, водными свойствами, климатическими условиями, географическим положением и уклоном местности, учитывают также мощность почвенного профиля, содержание органического вещества и питательных элементов, реакцию почвенной среды, засоление, солонцеватость [15]. В США накоплен большой опыт информационного обеспечения рационального использования и охраны земельных ресурсов на всех уровнях административного деления страны.

В последние годы при оценке качества земель в зарубежных странах усиливается роль критериев, связанных с охраной окружающей среды, а также роль автоматизированных земельных информационных систем и цифровых кадастровых карт. ФАО [16] для оценки качества земли в неорошаемом земледелии рекомендует использовать следующие показатели: режим радиации (общая радиация, длина дня), температурный режим, доступность влаги (общая влажность, критические периоды, опасность засухи), доступность корням O_2 (условия дренажа); содержание доступных для растений питательных элементов, емкость удерживания питательных элементов, условия укоренения, условия, влияющие на прорастание семян и образование травостоя, влажность воздуха как фактор роста, условия созревания, опасность затопления, климатические опасности (мороз, шторм),

избыток солей (засоленность, солонцеватость), токсичность почвы (присутствие A_1 , кислотность, щелочность, кислые сульфаты и другие), фитосанитарное состояние (сорняки, вредители, болезни); пригодность почвы к обработке, потенциал механизации, условия подготовки земли или ее расчистки под пашню, условия хранения и перевозки продукции, условия, влияющие на чередование производства, доступ к производственным единицам, расположение потенциала управления, местоположение, опасность эрозии (дефляции), опасность деградации почвы. Все показатели группируются по разделам: климатические условия, климат почвы, форма и рельеф участка, гидрология, фитосанитарное состояние посевов и почвы, морфология профиля, физика и эрозия почвы, химия почвы, биология почвы, минералогия почвы, местоположение земельного участка.

Как правило, в странах дальнего зарубежья ограничиваются оценкой эффективного плодородия почвы по расширенному набору показателей, важнейшим из которых является продуктивность растений. По комплексной оценке, выраженной в процентах от урожайности, получаемой в оптимальных условиях при отсутствии специальных материальных затрат, определяют класс пригодности земли для тех или иных культур:

- > 80% - высокая пригодность,
- 41-80% - средняя пригодность,
- 20-40% - ограниченная пригодность,
- < 20% - непригодные земли.

А.А. Юхнин (1999) считает, что при проведении агроэкологического мониторинга и принятии наиболее эффективных решений по управлению плодородием почв необходима качественная оценка земель и определение их продуктивности. Для решения этих задач используют различные методы, в основе которых лежат показатели почвенного плодородия, уровень применения удобрений, водный и тепловой режимы почв и др. В работах (Гринченко, Егоршин, 1984; Гринченко, 1988; Каюмов, 1977; Каюмов, 1986; Ничипорович, 1963; Рябчиков, 1968; Шашко, 1969; Никитин, 1993; Методы ЦИНАО, ГИЗР, ВНИЭ-ТУСХ и др.) по оценке почв дано описание наиболее простых и доступных в информационном плане методов и алгоритмов, учитывающих систему важнейших параметров продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Анализируемые методы реализованы в программных средствах,

которые в зависимости от поставленных целей и наличия исходной информации позволяют:

- оценить состояние почв в динамике, а при решении задач по прогнозу изменения показателей почвенного плодородия – определить интегрированный почвенный балл;
- рассчитать продуктивность сельскохозяйственных угодий от максимально возможной до реально получаемой при разных уровнях минерального питания растений;
- оптимизировать размещение сельскохозяйственных культур по полям и участкам, сделать правильный выбор специализации хозяйств различных организационно-правовых форм;
- провести сравнительный анализ ценности пахотных земель и естественных кормовых угодий, что важно при планировании производства и реформировании сельскохозяйственных предприятий.

Существует ряд методов, оценивающих плодородие почв и их состояние на основе интегрированных и устойчивых во времени свойствах, влияющих на урожайность в относительных единицах (балл, единицы плодородия и др.). В расчете используют, как правило, небольшой набор агрохимических свойств почв, иногда второстепенного значения или с родственными признаками, что может привести к необъективной характеристике изучаемых объектов.

Вопросы для самопроверки

1. Оценка земли как средства труда.
2. Оценка земли как предмет труда.
3. Оценка земли как средства производства.
4. Что такое ценность земли?
5. Оценка качества с.-х. земель в Великобритании.
6. Оценка качества с.-х. земель в Германии.
7. Оценка качества с.-х. земель в США.

3.2. Расчет балла бонитета почв по методу Т.А. Гринченко

Расчет основан на нахождении интегрального показателя различных свойств (содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия в зависимости от типа почв, pH и гидролитической кислотности, степени насыщенности почв основаниями) и математическом его

описании, выборе математической модели преобразования свойств почв с учетом желательности их воздействия на общий уровень почвенного плодородия.

По каждому показателю рассчитывают функции вида:

- при двусторонних ограничениях показателей, когда отклонение от оптимального уровня в любую сторону приводит к ухудшению общего состояния;

- при односторонних ограничениях, когда к ухудшению состояния приводит отклонение показателя от оптимума только в одну сторону ($X_1 < A$)

$$P = \exp\left[-k \left|\frac{X_1 - A_1}{A_1 - B_1}\right|^n\right], \text{ для } x < A;$$

$$P = \left[\exp\left[-k \left|\frac{X_1 - A_1}{A_1 - B_1}\right|^n\right]\right], \text{ для } x > A;$$

В этих уравнениях:

P – преобразованный показатель почвенного плодородия;

X – фактическое значение агрохимического показателя;

A – оптимальное значение агрохимического показателя;

B – наихудшее (возможное) значение агрохимического показателя;

k и n – коэффициенты преобразования, которые подобраны исходя из соответствия промежуточных уровней показателей X_1 и A_1 .

Сводный показатель качества почв (*СПКП*) определяют по формуле:

$$СПКП = \sqrt[m]{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_m},$$

где P_i – рассчитанный конкретный преобразованный показатель почвенного плодородия,
 m – число показателей.

Программой предусмотрено включение в расчеты *СПКП* седьмого показателя, в том числе и уровня урожайности с.-х. культур.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан расчет балла бонитета почв?
2. По каким показателям рассчитывают функции вида?
3. Расчет балла бонитета почв по методу Т.А. Гринченко.

3.3. Расчет балла плодородия почв по методу ЦИНАО

Этим методом оценивают кислотность почв, содержание гумуса, фосфора, калия, кальция, магния, основных микроэлементов, сумму поглощенных оснований и степень насыщенности почв основаниями.

Относительный балл плодородия почв рассчитывают по следующей схеме.

1. Определяют балл плодородия почв по каждому показателю (за исключением гидролитической кислотности и при рН выше оптимума) по формуле:

$$B_n = \frac{X}{A} \cdot 100,$$

где B_n – относительный балл показателя плодородия почв;

X – фактическое значение агрохимического показателя;

A – оптимальное значение агрохимического показателя.

Для гидролитической кислотности и при рН выше оптимума применяют следующую формулу:

$$B_{H_2(pH)} = \frac{100 \cdot H_G(pH)_{opt}}{H_G(pH)},$$

где H_{opt} – оптимальное значение кислотности;

H_2 – фактическое значение кислотности.

Дополнительные условия при решении задачи:

- если рассчитанный оценочный балл основных показателей (рН, H_1 , P_2O_5 , K_2O , гумус) больше 120, то результат приравнивается к 120;

- если оценочный балл сопутствующих показателей (Ca, Mg и др.) больше 100, то результат приравнивается к 100.

2. Устанавливают суммарный оценочный балл основных показателей:

$$B_1 = \frac{B_{pH} + B_{Hr} + B_{P_2O_5} + B_{K_2O} + B_{\Gamma}}{m},$$

где m – количество показателей, участвующих в расчете.

3. Рассчитывают оценочный балл сопутствующих показателей:

$$B_2 = \frac{B_{Ca} + B_{Mg} + \dots + B_V}{m},$$

4. Находят общий оценочный балл по полю или участку:

$$B = 0,5 \cdot (B_1 + B_2).$$

В ЦИНАО разработан и другой подход [20, 21], связанный не с понятием оптимума для отдельных почвенных показателей, а со статистическими характеристиками выборки на обследуемой территории. Частная балльная оценка одного показателя (B_i) рассчитывается по формуле:

$$B_i = 50 + 10 \frac{X_i - X_{cp}}{S_x}$$

где X_i - фактическое значение показателя на площадке отбора почвенного образца,

X_{cp} - среднее значение показателя на обследуемой территории,

S_x - стандартное отклонение в выборке.

Общий (комплексный) балл почвы (земли) рассчитывают как среднюю арифметическую величину из частных оценок.

Ясно, что таким образом можно получить хорошо сопоставимые оценки участков только в пределах конкретной обследованной территории.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан расчет балла плодородия почв?
2. По каким показателям рассчитывают балл плодородия почв?
3. Расчет балла плодородия почв по методу ЦИНАО.

3.4. Расчет совокупного почвенного балла, метод ГИЗРа

В основу расчета положены материалы ГИЗР, которые предусматривают определение совокупного почвенного балла относительно возделываемых сельскохозяйственных культур и балла нормативной урожайности. При этом оценивают следующие показатели качества почв:

- содержание гумуса в пахотном слое почвы, %;
- мощность гумусового горизонта, см;
- запасы гумуса в гумусовом горизонте, т/га;
- сумма поглощенных оснований, мэкв на 100 г почвы;
- содержание физической глины в пахотном слое, %;
- кислотность почвы (значение pH).

По каждому показателю рассчитывают относительные баллы по формуле:

$$B = \frac{X}{A} \cdot 100,$$

где B – балл по 100-бальной шкале;

X – фактическое значение свойства (признака) почв;

A – оптимальное значение свойства (признака) почв.

На основе относительных баллов определяют совокупный почвенный балл:

$$СПБ = \sqrt[m]{B_1 \cdot B_2 \dots \cdot B_m},$$

где $СПБ$ - совокупный почвенный балл,

m - число показателей, используемых в расчете.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан расчет совокупного почвенного балла по методу ГИЗРа?
2. По каким показателям рассчитывают совокупный почвенный балл?
3. Расчет совокупного почвенного балла по методу ГИЗРа.

3.5. Расчет полного плодородия почв, метод Б.П. Никитина

Основной оценочный балл плодородия почв определяют по элементам питания растений. Действие других факторов учитывают через поправочные коэффициенты, среди которых может быть достаточно одного, лимитирующего.

Плодородие почв измеряется условными единицами, которые соответствуют количеству элементов питания, необходимому для создания биомассы ржи при урожае зерна в 1 ц сухого вещества. Установлено, что на эти цели азота расходуется в среднем 5,0 кг, фосфора – 0,9 и калия – 4,1. Эти значения приняты в качестве эталонных при пересчете продуктивности различных культур в единицу плодородия (е.п.).

Полное плодородие почв (ППП) рассчитывают в несколько этапов.

1. Определение массы пахотного слоя почвы на 1 га:

$$M = S \cdot h \cdot d,$$

где M – масса пахотного слоя почвы, т;

S – площадь 1 га, м²;

h – мощность пахотного слоя, м;

d – объемная масса (плотность) почвы, г/см³.

1. Определение содержания элементов питания растений в усвояемой форме на 1 га:

$$\mathcal{E}_y = \frac{M \cdot X \cdot K}{1000},$$

где \mathcal{E}_y – содержание элемента питания, кг/га;

X – фактическое содержание элемента в усвояемой форме, мг/кг почвы;

K – коэффициент использования элемента из почвы.

3. Определение плодородия почв по элементам питания растений:

$$P_y = \mathcal{E}_y : C_y,$$

где P_y – уровень плодородия почв по анализируемому элементу питания, е.п.;

C_y – количество элемента питания, необходимое для создания биомассы ржи при урожае 1 ц сухого вещества зерна, кг.

При этом полное плодородие почв равно минимальному значению P_y .

Для всех методов по качественной оценке почв применимы следующие положения. Если отсутствует информация по какому-либо показателю, то он в расчетах не участвует. Если нет информации по сумме поглощенных оснований (S_{oc}) и степени насыщенности почв основаниями (V), но есть данные по содержанию кальция и магния, то их рассчитывают и вносят в базу данных.

$$S_{oc} = Ca + Mg, \text{ мг-экв на } 100 \text{ г почвы};$$

$$V = \frac{100 \cdot S_{oc}}{S_{oc} + H_{\Gamma}}, \%$$

Оптимальные и наихудшие значения показателей плодородия почв целесообразно давать по конкретным сельскохозяйственным культурам или группе культур.

Для определения отдельных элементов или общего оценочного балла по типам и подтипам почв, видам сельскохозяйственных угодий, севооборотам, отделениям и хозяйству (району, области) в целом используют средневзвешенные показатели и известные формулы:

$$B_{сев.(отд.)} = \frac{\sum (B_{поля} \cdot S_{поля})}{S_{сев.} \cdot \sum S_{отсутств.полей}},$$

$$B_{хоз.} = \frac{\sum (B_{отд.} \cdot S)}{S_{хоз.}},$$

где S – площадь, га.

Расчеты и оценка различных методов проведены на реальной информации ряда хозяйств Рязанской, Псковской, Нижегородской и Московской областей. Для примера взят севооборот № 1 первого отделения сельхозпредприятия «Шарапово» Одинцовского района Московской области. Почвы – дерново-подзолистые, легкосуглинистые с выраженным различием в показателях плодородия по полям и участкам. Анализ показывает, что величина СПКП по 9 участкам лимитируется низким содержанием гумуса, а на участках 1143, 1144,

1151, 1152 проявляется совместное отрицательное влияние гумуса, фосфора и калия (табл.).

Варьирование ОБПП внутри севооборота и предельные верхние их значения определяются дополнительно суммой поглощенных оснований, содержанием кальция, магния, меди и молибдена. Различия между участками по СПБ незначительны, поскольку в расчетах использованы наиболее стабильные характеристики плодородия почв, а содержание элементов питания растений не учтены.

Таблица 1 – Оценка плодородия почв

Код участка	Планируемая культура	Показатель, метод			
		СПКП балл	ОБПП, балл	СПБ, балл	ППП по Никитину, ед.
1111	Оз. пшеница с подсевом трав	78	75	62	13
1121	Многолетние травы 1-го года	78	74	62	19
1122	Многолетние травы 1-го года	69	73	60	25
1131	Многолетние травы 2-го года	83	69	54	27
1132	Многолетние травы 2-го года	83	71	58	27
1133	Многолетние травы 2-го года	86	72	58	31
1141	Картофель	85	78	56	52
1142	Картофель	84	80	58	55
1143	Картофель	35	57	58	10
1144	Свекла кормовая	44	63	55	17
1151	Овес яровой	54	62	55	7
1152	Ячмень яровой	56	67	64	7
1153	Ячмень яровой	73	70	59	13

Недостаток метода Никитина заключается в том, что полное плодородие почв определяется по узкому набору показателей.

На основании изложенного материала А.А. Юхнин (1999) делает вывод о том, что в условиях Нечерноземной зоны России для качественной оценки почв наиболее приемлемы методы Гринченко и ЦИНАО, выбор между ними определяется наличием исходной информации.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан расчет полного плодородия почв по методу Б.П. Никитина?
2. По каким показателям определяют полное плодородие почв?
3. Расчет полного плодородия почв по методу Б.П. Никитина.

3.6. Оценка почв по И.И. Карманову

И.И. Кармановым разработаны формулы для расчета баллов бонитета, используемых в орошаемых и неорошаемых условиях.

Формулы расчета баллов бонитета почв зонального ряда для различных культур

Без орошения	С орошением
<i>Для зерновых культур (без кукурузы на зерно)</i>	
$B_z = 8,2 \cdot V \cdot \frac{\sum t > 10^\circ \cdot KY}{KK + 70}$	$B_{zop} = 8,2 \cdot \frac{\sum t > 10^\circ}{KK + 70}$
<i>Для сахарной свеклы</i>	
$B_c = 4,3 \cdot V_1 \cdot \frac{(\sum t > 10^\circ + 2000^\circ) \cdot (KY - 0,2)}{KK}$	$B_c = 4,3 \cdot V_1 \cdot \frac{0,8(\sum t > 10^\circ + 2000^\circ)}{KK}$
<i>Для кукурузы на зерно</i>	
$B_k = 5,7 \cdot \frac{\sum t > 10^\circ \cdot KY}{KK}$	$B_{kop} = 5,7 \cdot V \cdot \frac{1,2 \sum t > 10^\circ}{KK}$
<i>Для многолетних трав</i>	
$B_m = 5,9 \cdot V_2 \cdot \frac{(\sum t > 10^\circ + 2000^\circ) \cdot (KY - 0,1)}{KK + 100}$	$B_{mop} = 5,9 \cdot V_2 \cdot \frac{1,15(\sum t > 10^\circ + 2000^\circ)}{KK + 100}$
<i>Для однолетних трав</i>	
$B_o = 6,8 \cdot V_2 \cdot \frac{(\sum t > 10^\circ + 1000^\circ) \cdot KY}{KK + 100}$	$B_{oop} = 6,8 \cdot V_2 \cdot \frac{1,15(\sum t > 10^\circ + 1000^\circ)}{KK + 100}$

t_{max}° и t_{min}° – среднемесячные температуры самого теплого и самого холодного месяца; ϕ – широта местности.

Расчетные величины суммарного показателя свойств почв (V)
по И.И. Карманову

Почвы	V
Черноземы	0,92
Оподзоленные	
Выщелоченные	0,96
Типичные	1,00
Обыкновенные	0,96
Южные	0,92
Лугово-черноземные	
лесостепной зоны	0,92
степной зоны	0,96
Темно-каштановые	0,86
Каштановые	0,81
Светло-каштановые	0,78
Лугово-каштановые	0,90

За 100 баллов бонитета по зерновым культурам и кукурузе на зерно приняты показатели, соответствующие черноземам обыкновенным сверхмощным центральной части Краснодарского края.

Вводят и поправочные коэффициенты на содержание гумуса. При этом используют таблицу усредненных значений содержания гумуса для различных почв региона.

Поправочные коэффициенты на гранулометрический состав
для черноземов и каштановых почв по И.И.Карманову

Почва	Культуры	Глина легкая	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Легкий суглинок	Супесь	Песок
Чернозем оподзоленный	Зерновые	0,97	1,0	0,95	0,88	0,60	-
Чернозем выщелоченный и типичный	Зерновые	0,98	1,0	0,93	0,87	0,57	-
Чернозем обыкновенный	Зерновые	0,97	1,0	0,93	0,88	0,60	-
Чернозем южный	Зерновые	0,95	1,0	0,95	0,90	0,62	-
Каштановая	Зерновые	0,85	1,0	0,97	0,92	0,67	0,42

Поправочные коэффициенты при расчете баллов бонитета почв по методу И.И.Карманова

Почвы	Черноземы		Каштановые
	оподзоленные, выщелоченные и типичные	обыкновенные и южные	
На степень смывости			
Несмытые	1,00	1,00	1,00
Слабосмытые	0,85	0,82	0,80
Среднесмытые	0,70	0,67	0,62
Сильносмытые	0,48	0,45	0,42
На степень гидроморфизма			
Слабоглееватые	0,9-1,0	1,1-1,2	1,3-1,4
На степень солонцеватости			
Слабосолонцеватые	-	0,85	0,82
Среднесолонцеватые	-	0,70	0,68
Сильносолонцеватые	-	0,55	0,52

Данные формулы пригодны для расчета баллов бонитета почв только зонального ряда. Для отдельных участков землепользования вводятся поправочные коэффициенты на такие показатели как оглеение, солонцеватость, гранулометрический состав, эродированность и др. (табл.).

Если количество органического вещества больше средних значений на 20 %, вводят коэффициент 1,1, а если меньше на 20 %, то поправочный коэффициент равен 0,9 и т.д.

Усредненные величины содержания гумуса, %, в $A_{\text{пах}}$
по И.И.Карманову и Д.С.Булгакову

Почвы	Северо-Кавказский экономический район России	
	1	2
Черноземы оподзоленные и выщелоченные:		
Тяжелосуглинистые и глинистые	-	-
Среднесуглинистые	-	-
Черноземы типичные:		
Тяжелосуглинистые и глинистые	-	-
Среднесуглинистые	-	-

Продолжение таблицы

1	2
Черноземы обыкновенные:	
Тяжелосуглинистые и глинистые	5,5
Среднесуглинистые	4,5
Черноземы южные:	
Тяжелосуглинистые и глинистые	4,0
Среднесуглинистые	3,6
Темно-каштановые:	
Тяжелосуглинистые и глинистые	3,3
Среднесуглинистые	2,8
Супесчаные	2,3
Каштановые:	
Тяжелосуглинистые и глинистые	2,7
Светло-каштановые среднесуглинистые	1,6

Для того, чтобы рассчитать средний балл бонитета участков или отдельного сельскохозяйственного предприятия, пользуются формулой:

$$B_{\tau} = \frac{B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n}{100},$$

где B_{τ} – средний балл территории; $B_1, B_2 \dots B_n$ – баллы бонитета почв;

$X_1, X_2 \dots X_n$ – площади соответствующих типов почв обследуемой территории в % от общей площади.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основана оценка почв по И.И. Карманову?
2. Расчет баллов бонитета почв зонального ряда для различных культур.
3. Что такое поправочные коэффициенты?

3.7. Оценка почв по Т.Н. Кулаковской и др.

Т.Н. Кулаковской и др. [24, 25] для характеристики плодородия используют относительный индекс комплекса агрохимических свойств (рН, фосфор, калий, гумус) в качестве индекса окультуренности как среднеарифметическую величину относительных индексов используемых показателей:

1. Рассчитывают относительный индекс ($I_{отн}$) по каждому используемому для оценки плодородия показателю:

$$I_{отн} = \frac{X_{факт} - X_{мин}}{X_{опт} - X_{мин}},$$

где $X_{факт}$ – фактическое значение показателя, $X_{мин}$ и $X_{опт}$ – минимальное и оптимальное значения показателя для данной почвы.

Авторами метода установлены следующие минимальные значения агрохимических показателей: $pH_{КС1} - 3,5$, содержание P_2O_5 и K_2O – по 2 мг/100 г почвы, гумуса – 0,5%. Для торфяно-болотных почв минимальное значение показателей P_2O_5 и K_2O – 10 мг/100 г почвы. При величине фактического показателя более оптимального относительный индекс принимается за 1.0.

2. Рассчитывают индекс окультуренности ($I_{ок}$) почвы, исходя из относительных индексов всех показателей, с точностью до 0,01:

$$I_{ок} = \frac{I_{pH} + I_{P_2O_5} + I_{K_2O} + I_{гум}}{4}.$$

По индексу окультуренности выделяют 4 степени окультуренности: очень низкая (индекс менее 0,4), низкая (0,41-0,60), средняя (0,61-0,80) и высокая (0,81-1,00). Связь урожайности с индексом окультуренности нелинейная.

Комплексная оценка плодородия почв по Синельникову и Слабко [26-27] предусматривает балльную оценку каждого показателя агрохимических свойств почвы. Обобщающий показатель определяют как среднее арифметическое из этих оценок с введением поправочного коэффициента оптимальности:

3. Проводят балльную оценку каждого индивидуального показателя свойств почвы:

$$B = \frac{X_{\text{факт}} - X_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \times 100,$$

где B - балл показателя плодородия почвы;

$X_{\text{факт}}$ - фактическое значение агрохимического показателя,
 $X_{\text{макс}}$ и $X_{\text{мин}}$ - максимальное (оптимальное) и минимальное значения показателя для данного типа почв или группы почв, объединенных единством почвообразующих пород и характером водного режима.

Расчетную величину гидролитической кислотности предварительно определяют по разности

$$X_{\text{макс}} - X_{\text{факт}}.$$

4. Рассчитывают обобщающий показатель ($ОП$) по формуле:

$$ОП = \frac{\sum B_i}{n},$$

где $ОП$ - обобщающий показатель, балл.

B_i - балльная оценка каждого индивидуального показателя свойств почвы,
 n - число используемых в расчете показателей.

5. Определяют коэффициент оптимальности ($K_{\text{опт}}$):

$$K_{\text{опт}} = 1 - \frac{\sum |ОП - B_{\text{факт}}|}{nОП},$$

где $K_{\text{опт}}$ - коэффициент оптимальности,

$\sum |ОП - B_{\text{факт}}|$ - сумма абсолютных величин отклонений оценок значений агрохимических свойств в баллах от средней (без учета знака),

$nОП$ - сумма баллов по всем показателям.

6. Комплексный агрохимический показатель ($КАП$, баллы) рассчитывают по формуле

$$КАП = ОПK_{\text{опт}}.$$

Наконец, отметим, что для оценки земель в случае неоднородного почвенного покрова или в случае неоднородности агрохимических показателей отдельно рассчитывается комплексная оценка каждого

почвенного или агрохимического контура, а затем обобщенная оценка земли в виде средневзвешенной по площадям контуров. Если оценивается плодородие земли для производственного участка с одинаковой системой агротехники и удобрений, то вводятся [28-30] понижающие коэффициенты, отражающие степень совместимости входящих в участок контуров.

В работах Образцова [4, 18] для комплексной оценки плодородия использованы производственные функции, позволяющие прогнозировать состояние или динамику отдельных показателей плодородия. Функции учитывают условия освещения, тепло- и влагообеспеченность, содержание гумуса и его качественные показатели, содержание питательных элементов, реакцию почвенной среды, густоту стояния растений и другие агрономически важные показатели, в первую очередь лимитирующие урожайность.

Предложенные модели оценки плодородия можно сгруппировать по числу используемых параметров для оценки каждого показателя: однопараметрические (оптимальное значение, среднее значение по региону или по обследуемой территории) - модели Карманова, ЦИНАО [19], ГИЗР; двухпараметрические (среднее и дисперсия, оптимальное и минимальное) - модели ЦИНАО [20, 21], Кулаковской и др., Синельникова-Слабко; многопараметрические (к вышеперечисленным параметрам добавлены региональные коэффициенты) - модели Образцова, Гринченко-Егоршина.

По характеру связи оценки с исходным значением показателя плодородия они могут быть: линейными - модели ЦИНАО, ГИЗР, Кулаковской и др., Синельникова-Слабко и нелинейными - модели Образцова, Гринченко-Егоршина.

По способу обобщения оценок отдельных показателей в комплексную оценку: среднее арифметическое из частных оценок - модели ЦИНАО, Кулаковской и др., произведение частных оценок - модели Карманова, Образцова, среднее геометрическое из частных оценок - модели ГИЗР, Гринченко-Егоршина, другие способы - модель Синельникова-Слабко.

Характеризуя выделенные классы моделей, можно отметить, что чем меньше параметров в модели и чем точнее они могут быть определены, тем проще и надежней оценка и что чаще всего связь урожайности со значением показателя плодородия нелинейна (а если линейна, то в узком диапазоне значений показателя). Нелинейные мо-

дели имеют принципиально более общий характер, чем линейные.

Выбор способа обобщения частных показателей тесно связан с такими законами земледелия, как принцип лимитирующего фактора и принцип незаменимости факторов роста растений, отражающими взаимодействие факторов между собой. Этим принципам лучше соответствуют модели произведения частных оценок, среднего геометрического и модель Синельникова-Слабко, явным образом отражающая степень разбалансированности факторов. Выбор между произведением частных оценок и средним геометрическим определяется нормировкой частных оценок. Выбор между средним геометрическим и моделью Синельникова-Слабко пока сделать трудно из-за недостатка данных.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основана оценка почв по Т.Н. Кулаковской?
2. Рассчитать относительный индекс ($I_{отн}$) по каждому используемому для оценки плодородия показателю.
3. Рассчитать индекс окультуренности ($I_{ок}$) почвы.
4. Провести балльную оценку каждого индивидуального показателя свойств почвы.
5. Рассчитывают обобщающий показатель ($ОП$).

Лабораторная работа 4.

Оценочная работа почв

1. Теоретические положения

Почва – это самостоятельное естественно-историческое органо-минеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Цели почвенных исследований:

- 1) выбор места размещения площадки строительства на менее плодородных почвах и максимальное сохранение лесного фонда;
- 2) определение влияния проектируемого сооружения на прилегающие сельскохозяйственные и лесные угодья для разработки мероприятий по их защите от вредного воздействия промышленных выбросов и сбросов токсичных ингредиентов;
- 3) оценка возможности изъятия земель исходя из их ценности, а также возможности размещения отходов;
- 4) разработка схем озеленения населенных пунктов и создание рекреационных зон;
- 5) оценка загрязненности почв на площадках строительства и в зоне их возможного влияния;
- 6) определение зон и мощности загрязненных грунтов.

Охрана почв - система мер, направленная на предотвращение снижения плодородия почв, их нерационального использования и загрязнения.

Для контроля загрязнения и прогноза состояния почв все химические вещества классифицируются по степени опасности.

Выделяют 3 класса химических веществ:

- 1 – вещества высокоопасные;
- 2 – вещества умеренно опасные;
- 3 – вещества малоопасные.

Класс опасности химических веществ устанавливают не менее чем по трем показателям (токсичность, персистентность в почве

(продолжительность сохранения активности загрязняющего почву вещества), ПДК в почве, миграция, персистентность в растениях, влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции).

Классификацию почв по степени загрязнения проводят по предельно допустимым количествам (ПДК) химических веществ в почвах и их фоновому содержанию.

Химическое загрязнение грунтов оценивают по суммарному показателю химического загрязнения Z_c , характеризующему степень химического загрязнения грунтов и определяемому как сумма коэффициентов концентрации K_c отдельных компонентов загрязнения.

По степени загрязнения почвы следует подразделять на:

- сильнозагрязненные – почвы, содержание загрязняющих веществ в которых в несколько раз превышает ПДК, имеющие под воздействием химического загрязнения низкую биологическую продуктивность, существенное изменение физико-механических, химических и биологических характеристик, в результате чего содержание химических веществ в выращиваемых культурах превышает установленные нормы;
- среднезагрязненные – почвы, в которых установлено превышение ПДК без видимых изменений в свойствах почв;
- слабозагрязненные – почвы, содержание химических веществ в которых не превышает ПДК, но выше естественного фона.

По степени устойчивости к химическим загрязняющим веществам и по характеру ответных реакций почвы следует подразделять на:

- очень устойчивые;
- среднеустойчивые;
- малоустойчивые.

Степень устойчивости почвы к химическим загрязняющим веществам характеризуют следующие основные показатели:

- 1) гумусное состояние почв;
- 2) кислотно-основные свойства;
- 3) окислительно-восстановительные свойства;
- 4) катионно-обменные свойства;
- 5) биологическая активность;
- 6) уровень грунтовых вод;
- 7) доля веществ в почве, находящихся в растворимой форме.

Анализ почвы – это совокупность операций, выполняемых с це-

люю определения состава, физико-механических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств почвы.

Пробная площадка почвы – это репрезентативная часть исследуемой территории, предназначенная для отбора проб и детального исследования почвы и характеризующаяся сходными условиями.

Точечная (единичная) проба – это материал, взятый из одного места горизонта или одного слоя почвенного профиля, типичный для данного горизонта или слоя. Объединенная проба почвы – это проба почвы, состоящая из заданного количества единичных проб (не менее двух точечных проб).

Почвенная вытяжка – это экстракт, полученный после обработки почвы раствором заданного состава, действовавшим на почву определенное время при определенном соотношении почва-раствор.

При анализе почв большое внимание уделяется оценке санитарного состояния почв, то есть исследованию физико-химических, химических и биологических свойств, которые влияют на здоровье человека.

Для оценки санитарного состояния почв применяют следующие показатели: содержание общего азота, хлоридов, кислотность, содержание пестицидов, тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов, фенолов, сернистых соединений, мышьяка, цианидов, радиоактивных веществ, различных микроорганизмов (гельминтов, синантропных мух и т.п.).

Обязательность определения данных показателей устанавливается в зависимости от вида землепользования (почвы населенных пунктов, курортов и зон отдыха, зон санитарной охраны источников водоснабжения, санитарно-защитных зон предприятий, транспортных земель, сельскохозяйственных и лесных угодий).

На основании данных, полученных в результате почвенных исследований, составляется паспорт почвы – документ, содержащий фиксированный набор данных о почве, необходимых для целей ее рационального использования и охраны.

2. Отбор и подготовка проб

Отбор проб проводят для контроля загрязнения почв и оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения. Отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов проводят не менее 1 раза в год. Для контроля

загрязнения тяжелыми металлами отбор проб проводят не менее одного раза в три года. Для контроля загрязнения почв детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха отбор проб проводят не менее двух раз в год - весной и осенью.

Отбор проб проводится с учетом вертикальной структуры, неоднородности покрова почвы, рельефа и климата местности, а также с учетом особенностей, загрязняющих веществ или организмов.

Отбор проб проводится на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение результатов анализов под влиянием окружающей среды. Пробы отбирают методом конверта, по диагонали или любым другим способом по профилю из почвенных горизонтов или слоев с таким расчетом, чтобы в каждом случае проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Размер пробной площадки, количество точечных и объединенных проб зависит от целей исследования: определение содержания химических веществ, физических свойств и структуры почвы, определение патогенных организмов и вирусов.

Для химического анализа объединенную пробу составляют не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Монолиты следует отбирать объемом не менее 100 см³.

Отобранные пробы необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, тип почвы, целевое назначение территории, вид загрязнения, дату отбора, номера почвенного разреза, почвенной разности, горизонта и глубины взятия пробы, фамилии исследователя.

Упаковку, транспортирование и хранение проб осуществляют в зависимости от цели и метода анализа. Пробы почвы для химического анализа высушивают до воздушно-сухого состояния в сушильной камере при температуре 40°C. Окончание сушки контролируют органолептически.

Проба считается доведенной до воздушно-сухого состояния, если составляющие ее отдельные не слипаются, не прилипают к твердым предметам, при раздавливании крошатся, пылятся. Пробы хранят в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре.

Для определения химических веществ пробу почвы в лаборатории рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем выбирают включения - корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных, а также новообразования - друзы гипса, известковые журавчики и др. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 или 2 мм. Отобранные новообразования анализируют отдельно, подготавливая их к анализу так же, как пробу почвы.

Пробу для анализа отбирают не менее чем из пяти точек. Масса пробы для анализа грунтов с массовой долей органического вещества до 30 % - 30 г, для анализа грунтов с массовой долей органического вещества свыше 30 % - 15 г.

Оценка почв

Оценка почв - это специализированная классификация почв по их плодородию, построенная на объективных свойствах самих почв, наиболее важных для роста сельскохозяйственных культур и коррелирующих с их многолетней урожайностью.

Бонитировка выясняет реальное или потенциальное качество почв, отражающее их ценность для земледелия. При оценке бонитета применяют 100-балльную шкалу. За эталон принимают выщелоченный чернозем без проявлений эрозии. Для достоверного анализа качество грунта соотносят со средней многолетней урожайностью.

Подсчет бонитета помогает рациональнее определить назначение угодья. На основе анализа качества почвы принимается решение о смене культуры или переводе земель на другой тип пользования.

При оценке почв необходимо решать ряд задач:

- чтобы сгруппировать почвы по показателям продуктивности;
- каждой сельскохозяйственной культуре подобрать наиболее подходящие угодья;
- оценить производственные ресурсы страны, региона, района или отдельного агрокомплекса;
- выбрать агротехнику для увеличения урожайности;
- рационально спроектировать системы ведения сельского хозяйства;
- для расчета величины налогов, арендной платы, цены на землю.

Качественная оценка почв важна и для выбора более выгодной с экономической точки зрения культуры, и для стратегии обеспечения продовольствием.

Первую бонитировочную систему предложил академик С.С. Соболев в 1958 г. В 1963 г. шкалу бонитировки С.С. Соболева одобрил ученый совет Почвенного института В.В. Докучаева. После испытания методики под надзором автора составили «Общесоюзную инструкцию по бонитировке почв».

Бонитировку осуществляют после исследования, в которое входит определение химического состава, кислотности, физико-химических характеристик почв. Для завершающего этапа оценки качества применяют почвенные карты, данные о морфологических свойствах земель. Требуются данные об урожайности основных культур за 7-10 лет.

На начальном этапе бонитировки определяют районирование территории по использованию земель, обрабатывают сведения о составе и свойствах почв. В исследуемом регионе выбирают эталонную почву с наивысшими урожаями за последнее десятилетие. Все ее диагностически значимые свойства считаются равными 100 баллам. Каждый показатель исследуемой почвы высчитывают в баллах по отношению к эталону, что отражено в формуле:

$$Б = Ф * 100 / Э,$$

где Ф – фактическое свойство, Э – эталонное свойство.

Отклонения от эталона выражают поправочными коэффициентами. Поправки установлены для эрозии, солонцеватости, содержания глины и песка, каменистости и других показателей. Средний балл бонитета высчитывают из нескольких признаков с поправочным коэффициентом. Почвы с сопоставимыми баллами группируют в бонитировочные классы.

Классификация землепригодности, основанная на учете влияния факторов, ограничивающих использование земель, включает 8 классов.

I. Земли с высокой продуктивностью, пригодные для возделывания широкого набора культур без специальных агроприемов (противоэрозионных и пр.).

II. Земли, пригодные для возделывания полевых культур с небольшими ограничениями (небольшой уклон, умеренное проявление вод-

ной и ветровой эрозии, недостаточная мощность почвы, слабое засоление, дренирование от среднего до слабого), которые преодолеваются простыми агротехническими приемами.

III. Земли со средним проявлением ограничивающих факторов (высокая степень подверженности водной и ветровой эрозии, переувлажненность, частые затопления, умеренное засоление, неблагоприятные климатические условия), пригодные для возделывания полевых культур при проведении достаточно трудоемких мелиоративных работ (устройство дренажной сети, террасирование, обильное удобрение и др.).

IV. Земли, пригодные для ограниченного возделывания полевых культур, главным образом трав, при сложных мелиоративных и противоэрозионных мероприятиях. Некоторые из них используются для возделывания риса, определенных видов овощей и фруктовых деревьев.

Основные ограничения: крутые склоны, сильное переувлажнение, высокая степень засоления, суровые климатические условия.

1. Земли, непригодные для возделывания полевых культур из-за каменистости, затоплений, суровых климатических условий, но пригодные для интенсивного пастбищного использования и лесопосадок.

2. Земли, пригодные для умеренного пастбищного использования или лесопосадок.

VII. Земли, пригодные лишь для ограниченного выпаса.

VIII. Земли, непригодные для сельскохозяйственного использования (овраги, болота, песчаные берега и т.п.).

В пределах классов землепригодности выделяют подклассы, определяемые природой ограничивающего фактора: подкласс С, обусловленный климатическими факторами; подкласс Е – эрозией; подкласс – избыточной влажностью; подкласс 8 – маломощностью корнеобитаемого слоя. Подклассы разделяются на единицы землепригодности по набору культур и организации территории в пределах хозяйства. Эти единицы группируются из почвенных фаз.

Следующий этап бонитировки заключается в разработке оценочной шкалы. Первую шкалу высчитывают по свойствам почвы, вторую – по многолетней урожайности основной культуры. Главная цель бонитировки – определение урожайности, поэтому корректность первой шкалы проверяют по шкале плодородия.

Балл урожайности для второй шкалы рассчитывают таким обра-

зом: выявляют 3-5 хозяйств, в которых исследуемая почва занимает не менее 70% площади, и применяется одинаковая агротехника. В каждом хозяйстве высчитывают среднюю урожайность одной или нескольких культур. Угодью с лучшей плодородностью присваивают 100 баллов. Для урожайности других угодий вычисляют балл в процентах от образцовой.

На третьем этапе бонитировки высчитывают средний балл почв региона, района или фермерского хозяйства. Для расчета применяют баллы и площадь каждой категории почв, общую площадь земель исследуемой местности, коэффициент.

На четвертом этапе разрабатывают рекомендации для агропромышленной деятельности.

При сравнении бонитета почв с разными уровнями ведения земледелия выявляют резервы урожайности, устанавливают участки, на которых при улучшенной агротехнике можно добиться увеличения плодородия.

Земельные участки, набравшие меньше баллов бонитета, могут давать такие же высокие урожаи, как высокобалльные угодья. Это возможно в случае грамотного применения удобрений, севооборота, известкования и других мер.

При определении бонитета пастбищ и сенокосов тоже составляют две шкалы. Одна из них показывает продуктивность участка на основе пробных укосов. Другая учитывает тип луга, виды растительности, соотношение ценных кормовых трав и вредных растений. Как для земледельческих угодий, оценивают рельеф местности, увлажненность, наличие камней.

Проведение бонитировки помогает избежать лишних расходов, связанных с нерациональным ведением хозяйства.

Вопросы для самопроверки

1. Как проводят оценочную работу с почвами?
2. Цели почвенных исследований.
3. Как подразделяются почвы по степени загрязнения?
4. Задачи, которые решают при оценке почв?
5. Классификация землепригодности.
6. Этапы оценки почв.

Лабораторная работа 5. Земля как природный ресурс

Земля – это основа жизни и деятельности человека, сфера производства продовольствия, источник получения природных ресурсов и нематериальных благ. Любая деятельность человека неразрывно связана с землей, которая используется как пространственная основа и средство производства. Кроме этого, земля является составным элементом биосферы, местом размещения природных ресурсов или сосредоточения природных ресурсов, органически связанных с землей.

Таким образом, земля представляет жизненное пространство, сферу жизнеобеспечения человека, среду обитания и сложную природную систему одновременно. Уникальным свойством земли является ее способность с помощью других природных сил продуцировать растительность, в том числе и сельскохозяйственную, и органическое вещество почвы.

В широком смысле слова понятие «земля» охватывает все природные ресурсы и полезности, к которым относят «даровые блага природы», используемые человеком. В эту широкую категорию входят такие ресурсы, как пахотные земли, леса, месторождения полезных ископаемых, водные объекты. Сама земля также является одним из важнейших видов природных ресурсов.

Статья 1 ЗК перечисляет основополагающие принципы земельного законодательства, в частности, пункт 1 гласит, что «...регулирование отношений по использованию и охране земли осуществляется исходя из представлений о земле как о природном объекте, охраняемом в качестве важнейшей составной части природы, природном ресурсе, используемом в качестве средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве и основы осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации, и одновременно как о недвижимом имуществе, об объекте права собственности и иных прав на землю».

Таким образом, в теории оценки стоимости земля рассматривается с **двух точек зрения**.

С одной стороны, земля представляет собой природный ресурс, характеризующийся пространством, рельефом, почвами, водами, растительным и животным миром и оценивается с позиций возможности выполнения ею многоцелевых функций, не всегда связанных с извлечением дохода.

С другой стороны, земля рассматривается как составная и неотъемлемая часть любого объекта недвижимости и оценивается с позиций полезности и доходности использования каждого конкретного земельного участка.

Природные ресурсы являются первоисточником и исходной основой развития человеческой цивилизации. Люди своим трудом создают материальные блага, производные от природных ресурсов, но первоисточником современного материального потенциала человеческого общества все равно остаются природные биологические и минеральные ресурсы земли.

К природным ресурсам относятся природные объекты и явления (тела и силы природы), используемые для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человека и повышению качества жизни людей. Природные ресурсы могут быть использованы в качестве:

- средств труда (земля, водные пути, вода для орошения);
- источников энергии (запасы горючих полезных ископаемых, гидроэнергия, геотермальная энергия, атомное топливо и т.д.);
- сырья и материалов (минералы, древесина, вода, используемая для технических нужд);
- предметов потребления (питьевая вода, лечебные грязи и минеральные воды, дикорастущие растения, грибы, животные, водные биоресурсы и т.д.);
- мест отдыха и лечения;
- объектов научного изучения (материалы для фармацевтики, косметологии; генетические ресурсы, используемые в селекции т.д.);
- ресурсов, оказывающих экосистемные услуги и поддерживающие экологический баланс и приемлемое качество окружающей среды (предотвращение эрозии, смягчение климата, регулирование водного режима и т.д.).

Классификация природных ресурсов

Природные ресурсы подразделяются на:

- возобновимые;
- невозобновимые;
- условно возобновимые.

Основное различие между данными категориями природных ре-

сурсов заключается в том, что объекты неживой природы, такие как уголь, нефть, руда – исчерпаемы, так как образуются на протяжении длительного периода времени, значительно превышающего историческое время. Живая природа является саморегулируемой системой и, если ее использовать разумно, может сама воспроизводиться на протяжении не столь длительного периода и бесконечно длительное время служить человеку, давая стабильное количество растительной и животной продукции.

Возобновимые природные ресурсы

К возобновимым относятся биологические ресурсы, основными видами которых являются:

- растительные ресурсы, к которым относятся лес или лесные насаждения, используемые для получения древесины и другой продукции; дикорастущие пищевые, лекарственные и технические растения (грибы, ягоды, орехи, травы и т.д.);
- наземные животные (охотничьи и промысловые животные);
- водные организмы (рыба, морепродукты, морской зверь);
- генетические ресурсы (генетический материал, получаемый от диких форм животных и растений и используемый в медицине производстве натуральных пестицидов, селекции растений и животных в сельском хозяйстве);
- поверхностные воды.

Невозобновимые природные ресурсы

К невозобновимым ресурсам относятся полезные ископаемые, которые подразделяются на:

- топливно-энергетическое сырье (нефть, уголь, газ, уран);
- черные, легирующие и тугоплавкие металлы (руды железа, марганца, хрома, никеля, кобальта, вольфрама и др.);
- цветные металлы (руды алюминия, меди, свинца, цинка, ртути и др.);
- благородные металлы (золото, серебро, платиноиды);
- химическое и агрономическое сырье (калийные соли, фосфориты, апатиты и др.);
- техническое сырье (алмазы, асбест, графит и др.), флюсы и огнеупоры, цементное сырье;

- строительные материалы (глина, гравий, песок). Последнюю категорию минеральных ресурсов называют общераспространенными полезными ископаемыми.

Условно возобновимые природные ресурсы

К условно возобновимым относятся ресурсы почв, иногда отождествляемые с земельными ресурсами, ресурсы подземных вод.

Земля считается условно возобновимым природным ресурсом, поскольку почва, являющаяся основой ее плодородия, может самовоспроизводиться, но период ее образования длится сотни и тысячи лет, то есть он слишком продолжителен и сопоставим по своим масштабам с геологическими периодами, выходящими за временные рамки одного поколения.

Под запасами природных ресурсов понимается их количество, которое при извлечении или добыче может стать товаром или предметом личного потребления. Например – запасы нефти и газа в месторождениях, численность животных в охотничьих угодьях за древесины в лесных насаждениях и т.д.

Под природным объектом понимается определенное пространство, территория или земельный участок со всем, что находится в его пределах.

Природные объекты – это совокупность природных ресурсов (тел и сил природы), расположенных в границах определенных земельных участков или участков недр. К ним относятся территории, занятые месторождениями полезных ископаемых, ценными (в том числе и охраняемыми) экосистемами, лесными, охотничьими, сельскохозяйственными и иными угодьями.

Природными объектами являются:

- участки леса;
- месторождения полезных ископаемых и их отдельные участки;
- замкнутые водные объекты;
- рыболовные участки рек, нерестилища;
- рыболовные участки шельфа;
- нелесные естественные экосистемы (участки степи, речных пойм и т.д.);
- болота;
- другие.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимают под понятием «земля»?
2. Классификация природных ресурсов.
3. Возобновимые природные ресурсы.
4. Невозобновимые природные ресурсы.
5. Условно возобновимые природные ресурсы.
6. Природные объекты и их виды.

Лабораторная работа 6.

Агропроизводственная группировка почв

Агропроизводственная группировка почв – это объединение почв, близких по генетическим, агроэкологическим условиям и агрономическим свойствам, в группы, характеризующиеся одинаковой возможностью сельскохозяйственного использования и однотипным характером мероприятий по улучшению свойств.

В.М. Фридланд разделил агропроизводственные группировки почв на три категории. В первой категории почвы группируются в соответствии с требованиями какой-либо одной сельскохозяйственной культуры, во второй – в соответствии с требованиями отдельных групп культур (пропашные, зерновые и др.), в третьей - для всех культур. Первые две категории разрабатывались ограниченно, для требовательных к почвенным условиям культур (плодовые, чай, виноград и др.). Наибольшее распространение получили группировки третьей категории. Они составлены для отдельных хозяйств, республик и областей.

Официальной инструкцией по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования предусмотрено составление общей агропроизводственной группировки для всех культур, основные принципы которой рассмотрены в данном пособии.

Почвы, объединяемые в одну агрогруппу, должны иметь следующие, приблизительно одинаковые, показатели:

1) водно-воздушные и тепловые свойства и режимы, выявляемые на основе оценки гранулометрического состава, а также учета геоморфологических и гидрологических условий залегания почв;

2) питательный режим и уровень плодородия (содержание элементов питания, уровень гумусированности, реакция среды);

3) отношение почв к обработке (физико-механические свойства почв, сроки спелости, особенности углубления пахотного слоя и др.);

4) потребность в мелиорациях (степень заболоченности, уровень залегания грунтовых вод, степень засоления, реакция среды и др.);

5) содержание в почве вредных для растений веществ в токсичных концентрациях (тяжелые металлы, водорастворимые соли, радионуклиды и др.);

6) показатели степени эродированности;

7) баллы бонитета;

8) рельеф, в условиях которого залегают почвы;

9) степень однородности почвенных контуров, их величина, конфигурация, структура почвенного покрова (агрономически однородные и агрономически неоднородные совместимые ЭПА).

В почвенном очерке приводится полная характеристика агропроизводственных групп. При этом рекомендуется указывать, какие агропроизводственные группы данного землепользования относятся к лучшим, хорошим, средним, ниже среднего качества и к худшим по их свойствам и плодородию, в соответствии с принятой агропроизводственной группировкой почв области, края, республики. Обычно почвы первой агропроизводственной группы хозяйства относятся к более высокому качественному рангу, а последующие – к более низкому.

Определение эталонной почвы

При составлении Красной книги почв в качестве эталонов выбираются почвы, типичные для однородных по природным характеристикам территорий. Первым шагом является определение таких однотипных по структуре почвенного покрова пространственных выделов. При создании Красных книг почв России, субъектов РФ или других достаточно крупных регионов для определения размеров и границ пространственных выделов со сходной структурой почвенного покрова предлагается опираться на схему почвенно-экологического районирования

Для выделения основных эталонов за опорную единицу принимают провинцию почвенно-экологического районирования. В этом слу-

чае в качестве основных эталонов выбираются характерные для соответствующих провинций почвы зональных типов или подтипов.

Внутри почвенных провинций разнообразие почв достаточно велико, что обусловлено разнообразием почвообразующих пород, характером растительного покрова и особенностями баланса веществ. Почвы - дополнительные эталоны, которые характеризуют разнообразие почвенного покрова провинции, выбирают, ориентируясь на почвенный покров округов.

В качестве дополнительных эталонов мы предлагаем выделять почвенные разновидности высокого таксономического уровня, занимающие крайние позиции в рядах почв с изменяющимися в определенном направлении экологическими условиями, почвообразовательными процессами и свойствами. Такие последовательности могут состоять из генетически связанных между собой почв, например, потоками вещества в системе геохимических ландшафтов; или почв, не связанных потоками вещества, например, при смене почвообразующих пород.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое агропроизводственная группировка почв?
2. По каким показателям делят почвы на агропроизводственные группы?
3. Как определяют эталонную почву?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие

1. Бонитировка почв

1.1. Понятие бонитировки почв

Бонитировка почв (или оценка плодородия почв, или качественная, сравнительная или относительная оценка) – это специализированная классификация почв по их продуктивности, построенная на объективных признаках и свойствах самих почв, наиболее важных (ведущих) для роста и развития сельскохозяйственных культур и коррелирующих со средней многолетней урожайностью последних. Иными словами, бонитировка почв – это учет качества почв по их плодородию, выраженная в относительных единицах – баллах. При бонитировке почв выявляется относительное достоинство почв, определяется, во сколько раз данная почва лучше (хуже) другой по свойствам и урожайности. Естественно, под бонитировкой почв понимается сравнительная оценка качества почв по их плодородию при сопоставимых уровнях агротехники. В переводе с латинского *bonitas* означает добротность.

Цель бонитировки почв – провести оценку почвы как естественно-исторического тела, обладающего плодородием, что вынуждает исследователя абстрагироваться от конкретных организационно-хозяйственных условий и проводить оценку почв на основе тех свойств и признаков, которые почва приобрела в процессе как естественно-исторического, так и социально-экономического развития общества.

Для проведения бонитировочных работ требуется подробное изучение всех свойств почв, необходимо иметь хорошо разработанную классификацию почв, сведения о структуре почвенного покрова территории, многолетние данные по урожайности ведущих сельскохозяйственных культур, выращиваемых на данных почвах.

Значение бонитировки почв в том, что она позволяет:

- планировать, дифференцировать, специализировать сельскохозяйственное производство;
- разработать эффективную систему удобрений, мелиоративных работ;
- судить о рентабельности хозяйств;
- обосновывать цену на землю;
- устанавливать оптимальные размеры землепользования.

Бонитировочные работы совершенно необходимы при отчуждении земель из сельскохозяйственного производства.

При определении состава и свойств почв учитываются, прежде всего, количество гумуса и мощность гумусового горизонта, гранулометрический состав, кислотность, емкость поглощения, содержание подвижных форм фосфора и калия, плотность и пористость почв.

Из климатических показателей берут данные суммы активных температур ($> 10^{\circ}\text{C}$), коэффициент увлажнения и коэффициент континентальности климата.

Надо сказать, что тесная коррелятивная взаимосвязь между составом, свойствами почв и урожайностью прослеживается только на зональном уровне. Те сопряженные величины, которые применяются для лесной зоны, не коррелируют в условиях степи. Например, на лесных почвах с урожайностью хорошо коррелирует содержание гумуса и кислотность почвенного раствора. На солонцах эти показатели не применимы. На этих почвах хорошо с урожайностью коррелирует глубина залегания солонцового горизонта и его физико-химические и физические свойства.

У нас применяется 100-балльная оценочная шкала, которую строят в двух вариантах: в виде «разомкнутой» и «замкнутой». При «разомкнутой» шкале наиболее распространенным почвам присваивается 100 баллов, а остальным, в зависимости от качества, дается более низкий или более высокий балл. Если применяют «замкнутую» шкалу, то 100 баллов присваивается лучшей почве, а остальным ставят меньший балл.

Исходя из понятий относительного плодородия, совокупность состава и свойств почв, пригодных для одной культуры, могут быть малоприспособлены для другой. Взять, к примеру, рис и картофель. Для первой культуры нужны тяжелые глинистые почвы с отрицательными физическими свойствами, а для картофеля – легкие, супесчаные, хорошо аэрируемые почвы.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое бонитировка почв?
2. Цели бонитировки почв.
3. Какие задачи изучает бонитировка почв?
4. Значение бонитировки почв?

1.2. История развития бонитировки почв

Первичные оценочные данные не были приведены в писцовых книгах XV-XVI – начало XVII вв. В них учитывались угодья: пашня, луга и болота. Делятся по качеству на 4 категории: земля добрая, средняя, худая и добре худая.

Период в учете качества земель связан с кадровыми работами 1833-1867 гг., которые проводились специальными комиссиями министерства государственных имуществ. Члены комиссий собирали сведения о качестве почв, устанавливая среднюю урожайность на каждой почве. В результате была составлена бонитировочная шкала, в которой оценка почв проводится по урожайности.

Третий период развития бонитировки произошел после реформы 1861 г. В разных земствах оценка земель проводится разными методами: по продажным и арендным методам, по чистому доходу земледельца. Отсчет строго научного этапа бонитировки, начиная с методики Докучаева, предложенной в конце XIX. Этот метод состоит в следующем: земле-оценочные работы включали 2 части: почвенные обследования – описание профиля почв, отбор почв. Образцы для определения химических, физических свойств: гранулометрический состав, влагоемкость, водопроницаемость, капиллярность, скорость впитывания, теплоемкость, теплопроводность.

По результатам анализов строили несколько диаграмм: мощность почв, содержание гумуса, химические и физические диаграммы. На каждой из них почвы выстраивали по порядку от лучшей к худшей, затем строили общую диаграмму и в соответствии с ней определяли сравнительную ценность почв.

Вторая часть работы называлась хозяйственно-статистической и включала сбор разнообразных экономических информационных данных об урожайности и доходности. После этого переходили от оценки почв к оценке отдельных земельных участков, используя для этого почвенную карту и результаты обследования почвенных участков.

Докучаев земле-оценочные работы разделил на природно-историческую часть (бонитировка) и сельскохозяйственную экономическую оценку (экономическая оценка).

1-я часть была критерием 2-й.

Вопросы для самопроверки

1. Период докучаевской в бонитировке почв.
2. Методы качественной оценки земель и их история.
3. Опыт бонитировки почв зарубежных стран.
4. Методы бонитировки почв в России на рубеже 19-20 веков.
5. Объяснить отличия между общей и частичной бонитировками почв.

Практическое занятие 2.

Изучение почвенного профиля и морфологические признаки почв

Определить тип почв по разным признакам

Всякая почва в своем развитии в результате непрерывно происходящих в ней весьма сложных и многообразных физико-химических и биологических процессов приобретает ряд внешних, или морфологических, признаков, которыми она заметным образом отличается от материнской породы, еще не затронутой почвообразовательными процессами.

Почвообразовательные процессы в зависимости от природных условий, в которых развивается почва, могут быть самой различной интенсивности и протекать в самых разнообразных направлениях. Совершенно очевидно, что и внешние признаки почвы будут получать разнообразные оттенки и самую различную степень выраженности.

В процессе почвообразования формируется профиль почвы с определенными внешними, или морфологическими, признаками. К ним относятся:

- строение почвы,
- мощность почвы и отдельных ее горизонтов,
- окраска,
- механический состав,
- структура,
- сложение,
- новообразования и включения.

Строение почвы. Это расчленение почвенного профиля на генетические горизонты и их смена в вертикальном направлении. Стро-

ение почвенного профиля связано с природным процессом почвообразования и использованием почвы в сельскохозяйственном производстве. Каждому типу почв свойственны определенные горизонты, отличающиеся по составу, свойствам и морфологическим признакам. Отдельные горизонты имеют свое название и буквенное обозначение (индекс с латинской буквой). Обычно выделяют следующие горизонты:

- A₀ – лесная подстилка;
- A_d – дернина;
- A₁ – гумусово- аккумулятивный;
- A_n – пахотный;
- A₂ – элювиальный;
- B – иллювиальный, переходный;
- G – глеевый;
- C – материнская порода;
- D – подстилающая порода.

Мощность почвы. Определяется по ее толщине от поверхности до почвообразующей породы (в см). Мощность отдельного горизонта – вертикальная протяженность от его верхней границы до нижней (в см). Одновременно с определением мощности определяется глубина расположения каждого горизонта. Мощность почвенного профиля в целом колеблется у различных почв от 40–50 до 100–150 см. При определении мощности отдельных горизонтов отмечают их верхнюю и нижнюю границу, например: A_n – 0–20 см, A₂ – 20–30 см и т. д.

Окраска, или цвет, почвы. Это важнейший признак, сразу же обращающий на себя внимание. Многие почвы получили свое название, соответствующее их окраске – чернозем, краснозем, серозем и др. Окраска почв зависит:

- от содержания гумуса,
- химического и минералогического состава минеральных веществ, входящих в горизонт.

По окраске почв можно судить о их принадлежности к определенной почвенно-климатической зоне. Например, почвы таежно-лесной зоны имеют светлую окраску – светло-серую, белесую, сизую; почвы черноземно-степной зоны – темно-серую, черную; почвы сухих степей (каштановые) – каштановую, бурую. В пределах почвенного профиля изменяется окраска отдельных горизонтов. В зависимости

от содержания гумуса верхние слои почвы имеют цвет от серых до черных тонов, в нижних горизонтах преобладает преимущественно бурая окраска, близкая к цвету почвообразующей породы, обогащенной соединениями окислов и гидроокислов железа.

Механический состав. В полевых условиях механический состав почв (песчаный, супесчаный, суглинистый и глинистый) определяется органолептически (на ощупь), в лаборатории проводят механический анализ почв.

Структура почвы. Структурой называют комочки или агрегаты, на которые распадается почва. Они состоят из отдельных механических элементов, склеенных между собой. Способность почвы распадаться на агрегаты и комочки называется структурностью. Размер, окраска структурных агрегатов различных горизонтов почв неодинаковы. Классификация структурных отдельностей дана С. П. Захаровым. Он выделил три типа структуры:

- кубовидную,
- призмовидную,
- плитовидную.

Сложение. Под сложением почвы и ее отдельных горизонтов понимают внешнее выражение их плотности и порозности. Сложение почв зависит от: механического состава, структуры, развития корней растений, деятельности фауны и человека.

Почва по сложению может быть рыхлой, рассыпчатой, плотной, слитной (очень плотной). Рыхлое сложение наблюдается в структурных обогащенных гумусом почвах, в пахотном слое обрабатываемых почв. Рассыпчатое сложение присуще для пахотного слоя песчаных и супесчаных почв. Плотным сложением отличаются нижние горизонты почв, особенно суглинистых и глинистых. Слитное сложение присуще иллювиальным горизонтам солонцов.

Новообразования и включения. Новообразованиями называют скопления веществ различного химического состава и формы в почвенных горизонтах, резко морфологически отличимые от основной массы почвы. По происхождению они представляют собой различные продукты процесса почвообразования. Новообразования обычно встречаются в порах, полостях, по граням структурных отдельностей. Они делятся на химические и биологические. Для каждого типа почв свойственны определенные новообразования. Карбо-

натные новообразования, главным образом углекислой извести в виде «журавчиков», «плесени», «белоглазки» и других, широко представлены в черноземах, каштановых и бурых почвах, сероземах. Новообразования из соединений железа и марганца наиболее характерны для почв, образующихся в условиях избыточного увлажнения, – в таежно-лесной зоне, зоне влажных субтропиков и других зон. Железисто-марганцевые новообразования встречаются в виде примазок, пятен, затеков (охристо-желтого, ржавого, бурого, черного цвета) по всему профилю почвы, конкреций округлой формы, бобовин, зерен, ортзандовых прослоек и т.д. Новообразования биологического происхождения связаны с произрастанием растений и жизнедеятельностью животных. К ним относятся червоточины, кротовины, копролиты (экскременты червей), корневины (сгнившие корни растений) и др. Включениями называют предметы или вещества, механически включенные в массу почвы, не связанные с процессом почвообразования. К включениям относятся корни и другие части растений различной степени разложения, валуны, кости животных и др.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется почвенным генетическим профилем?
2. Назовите основные почвенные горизонты и их индексы.
3. Опишите технику закладки почвенного разреза.
4. Какие почвенные признаки называют морфологическими? Дайте им характеристику.
5. Какова общая схема описания почвенного профиля?
6. Опишите технику отбора почвенных образцов.

Практическое занятие 3.

Гранулометрический состав почв Механические частицы почвы

Гранулометрический состав почв - это относительное содержание в **почве** механических элементов или фракций.

Механические элементы **почвы** (элементарные почвенные частицы) – это обособленные осколки горных пород, минералов, кристаллов, а также аморфных соединений, все элементы которых находятся в химической взаимосвязи.

В почвах и породах могут находиться частицы диаметром как менее 0,001 мм, так и более нескольких сантиметров. Для подробного анализа весь возможный диапазон размеров делят на участки, называемые фракциями. Единой классификации частиц не существует.

Гранулометрический состав определяет многие физические свойства и водно-воздушный режим почв, а также химические, физико-химические, биологические и, конечно же, физико-механические свойства.

Разные фракции обычно представлены различными минералами. Так, в крупных преобладает кварц, в мелких – каолинит, монтмориллонит.

По фракциям различается способность образовывать с гумусом органоминеральные соединения.

Меньший диаметр частиц означает большую удельную поверхность, а это, в свою очередь – большие величины ёмкости катионного обмена, водоудерживающей способности, лучшую агрегированность, но меньшую прочность. Тяжёлые почвы могут иметь проблемы с воздухо содержанием, лёгкие – с водным режимом.

Таблица 1 – Классификация почв по гранулометрическому составу

Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм), %			Краткое значение почвы по гранулометрическому составу
подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования	солонцы и сильно солонцеватые почвы	
0-5	0-5	0-5	Песок рыхлый
5-10	5-10	5-10	Песок связанный
10-20	10-20	10-15	Супесь
20-30	20-30	15-20	Суглинок легкий
30-40	30-45	20-30	Суглинок средний
40-50	45-60	30-40	Суглинок тяжелый
50-65	60-75	40-50	Глина легкая
65-80	75-85	50-65	Глина средняя
>80	>85	>65	Глина тяжелая

Методы определения гранулометрического состава грунтов можно разделить на прямые и косвенные.

К прямым относятся методы, основанные на непосредственном (микрометрическом) измерении частиц в поле зрения оптических и

электронных микроскопов или с помощью других электронных и электронно-механических устройств. В практике прямые (микрометрические) методы не получили широкого распространения.

К косвенным относятся методы, которые базируются на использовании различных зависимостей между размерами частиц, скоростью осаждения их в жидкой и воздушной средах и свойствами суспензии. Это группа методов, основанных на использовании физических свойств суспензии (ареометрический, оптический и др.) или моделирующих природную седиментацию (пипеточный, отмучивания и др.).

Ареометрический метод основан на последовательном определении плотности суспензии грунта через определенные промежутки времени с помощью ареометра. По результатам определений рассчитывают диаметр и количество определяемых частиц по формуле или с помощью номограммы. Этим методом определяют содержание в грунте частиц диаметром менее 0,1 мм. Содержание фракций крупнее 0,1 мм определяют ситовым методом.

Устройство ареометра основано на законе Архимеда: всякое погруженное в жидкость тело теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость. При постоянном объеме тела, погруженного в жидкость, более тяжелой жидкости будет вытеснено меньше, а более легкой – больше. Таким образом, в легкую жидкость тело будет погружено на большую глубину, в тяжелую на меньшую. Следовательно, чем больше концентрация суспензии, тем больше её плотность и меньше глубина, на которую погружается в неё ареометр.

При отстаивании суспензии частицы грунта, подчиняясь закону силы тяжести, падают на дно сосуда, и плотность суспензии уменьшается. Соответственно ареометр по мере выпадения частиц постепенно погружается в суспензию глубже и глубже.

Пипеточный метод используется для определения гранулометрического состава глинистых грунтов в комбинации с ситовым. Этот метод основан на разделении частиц грунта по скорости их падения в спокойной воде.

Через определенные интервалы времени пипеткой из суспензии грунта с различных глубин отбирают пробы, которые затем высушивают и взвешивают.

К косвенным методам также относится и полевой *метод Рутковского*, который дает приближенное представление о гранулометрическом составе грунтов. В основу метода положены:

- различная скорость падения частиц в воде в зависимости от их размера;

- способность глинистых частиц набухать в воде.

С помощью метода Рутковского выделяют три основные фракции: глинистую, песчаную и пылеватую. В полевых условиях на практике этот метод целесообразно применять для определения песков пылеватых и супесей.

В особую группу выделяют методы определения размеров частиц с помощью ситовых наборов. Они занимают промежуточное положение между прямыми и косвенными методами и широко используются в практике самостоятельно или в комбинации с другими методами.

Ситовой метод – один из основных в практике исследований грунтов для строительства. Метод используется для определения гранулометрического состава крупнообломочных и песчаных грунтов, а также крупнозернистой части пылевато-глинистых грунтов.

Сущность метода заключается в расसेве пробы грунта с помощью набора сит. Для разделения грунта на фракции ситовым методом без промывки водой применяют сита с отверстиями диаметром 10; 5; 2; 1; 0,5 мм; с промывкой водой – сита с размером отверстий 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1 мм. Ситовой метод с промывкой водой обычно применяют для определения гранулометрического состава мелких и пылеватых песков.

При определении гранулометрического состава почв выявляется процентное содержание фракций механических элементов. Например, почва содержит 23,4% физической глины.

Продуктивность растений на почвах различного гранулометрического состава может существенно различаться, что объясняется различием в свойствах почв. Оптимальный гранулометрический состав зависит от условий влагообеспеченности и технологии возделывания. В засушливых условиях низкий запас влаги в лёгких почвах (супесях и песках) и слабый капиллярный подъём приводят к существенному снижению урожайности. В условиях хорошего и избыточного увлажнения такие почвы лучше аэрируются и растения на них чувствуют себя лучше. Низкий запас элементов питания в лёгких по-

чвах можно легко устранить при внесении удобрений, которые имеют высокую эффективность на таких почвах вследствие малой буферности.

Вопросы для самопроверки

1. Что называют гранулометрическим составом почвы?
2. Назовите основные фракции гранулометрического состава почвы.
3. Как производится классификация почв по гранулометрическому составу?
4. Назовите полевые и лабораторные методы определения гранулометрического состава почв.
5. На чем основаны седиментационные методы определения гранулометрического состава почв? Опишите общую схему пипеточного метода (вариант Качинского).

Практическое занятие 4. Плодородие почв. Его виды

Плодородие почвы - результат развития природного почвообразовательного процесса, а при сельскохозяйственном использовании - также процесса окультуривания.

Различают следующие виды плодородия: естественное или природное; искусственное; эффективное, или экономическое.

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, эффективное (экономическое) и потенциальное.

Естественное плодородие – то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека. Естественное плодородие в одном случае может быть сравнительно высоким, в другом весьма низким, но всегда определяется сочетанием и совместным влиянием природных факторов и процессов почвообразования. Естественным плодородием в чистом виде практически обладают лишь целинные земли. Оно определяется биологической продуктивностью, т.е. количеством растительной массы, создаваемой за год на единицу площади.

Искусственное плодородие – плодородие, которым обладает почва в результате целенаправленного воздействия человека (обработки, удобрения, мелиорации и других приемов по окультуриванию). С момента, когда целинный участок вовлекается в оборот и почва

становится средством производства и продуктом труда человека, она наряду с естественным приобретает искусственное плодородие. В чистом виде оно возникает при создании субстратов для выращивания растений в теплицах, парниках и т.п.

Искусственное плодородие свойственно всем в той или иной мере окультуренным почвам. Однако, как бы ни была высоко окультурена почва, она наряду с искусственным всегда обладает и естественным плодородием, обусловленным природными свойствами почвы. Чем выше культура земледелия, тем больше изменились первоначальные качества почв и тем сильнее выражено в ней искусственное плодородие. Однако определить, какая часть плодородия окультуренной почвы относится к ее естественному плодородию, а какая к искусственному, невозможно. Эти два вида плодородия неразрывно связаны между собой и формируют *эффективное* (экономическое) плодородие.

Эффективное (экономическое) плодородие представляет собой ту часть плодородия почвы, которая реализуется в виде урожая растений. Оно является реальным выражением искусственного и природного плодородия, вместе взятых, и представляет собой результат воздействия человека на почву в определенных социально-экономических условиях. Следовательно, к основным факторам, от которых зависит эффективное плодородие, относятся не только уровень природного плодородия, но в большей степени условия использования почв в производстве, уровень развития науки, техники и реализация их достижений, растет вместе с ростом последних, являясь частью потенциального плодородия почв.

Потенциальное плодородие – это суммарное плодородие почвы, определяемое ее приобретенными в процессе почвообразования или созданными (измененными) человеком свойствами. Характеризуется запасами элементов питания растений, формами их соединений и сложным взаимодействием всех других свойств, определяющих способность почвы в благоприятных условиях обеспечения растений другими факторами – водой, воздухом, теплом (а это возможно при окультуривании) – длительное время мобилизовать в необходимых для растений количествах элементы питания и поддерживать высокий уровень эффективного плодородия. Огромное потенциальное плодородие имеет, например, луговой торфяник, после осушения и освоения на нем получают очень высокие урожаи культур-

ных растений за счет частичного расхода запасного фонда. Высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким – подзолистые.

Различные растения предъявляют неодинаковые требования к почвенным условиям. Поэтому говорят об относительном плодородии почв, т.е. по отношению к определенным видам растений или растительным формациям. Одна и та же почва может быть плодородной для одних и малопригодной для других растений. Например, болотные почвы высокоплодородны для болотной растительности и не подходят для степной, кислые подзолистые плодородны в отношении лесной растительности, на солончаках хорошо произрастает галофильная растительность.

Различают **факторы** и условия почвенного плодородия. К первым относятся элементы азотного и зольного питания растений, лучистая энергия, вода, воздух и тепло – необходимые земные факторы жизни и роста растений, ко вторым – совокупность свойств и режимов, сложное взаимодействие которых определяет возможность обеспечения растений земными факторами (физические и физико-химические свойства, наличие токсических веществ и др.).

Главные показатели (условия), определяющие уровень почвенного плодородия, можно объединить в следующие группы:

1) комплекс физических свойств почвы – механический состав, структура, физико-механические свойства, воздушные, водные и тепловые свойства;

2) комплекс химических свойств – гумусовый состав, минералогический и химический состав, количество подвижных форм макро- и микроэлементов, наличие токсических веществ, отсутствие избытка легкорастворимых солей;

3) комплекс физико-химических свойств – реакция, емкость поглощения, состав обменных катионов, степень насыщенности основаниями, окислительно-восстановительный потенциал;

4) комплекс биологических свойств – количество микроорганизмов, преобладание бактерий (нитрифицирующих, целлюлозоразрушающих, наличие азотфиксирующих), ферментативная активность, «дыхание» почвы, фитосанитарное состояние;

5) комплекс режимов почвы – благоприятные водно-воздушный, пищевой и тепловой.

Необходимо подчеркнуть, что плодородие проявляется как результат сложного взаимодействия и взаимовлияния свойств и режимов

почвы. Свойства почвы могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на уровень ее плодородия.

После освоения целинной почвы ее плодородие изменяется в зависимости от мероприятий по окультуриванию почвы. В ней происходят количественные и качественные изменения, которые могут протекать в благоприятном направлении (накопление элементов питания, улучшение водно-воздушного режима и др.) или в нежелательном (разрушение структуры, эрозия и др.). С урожаями культурных растений выносятся много питательных элементов из почвы, и тем больше, чем выше урожай. Кроме того, большое количество теряется в результате вымывания осадками, эрозии и др., что приводит к снижению плодородия почв. Однако могут сложиться условия и для стабильного уровня плодородия. Поэтому выделяют три вида воспроизводства почвенного плодородия: *неполное, простое и расширенное*.

При неполном воспроизводстве формируется плодородие ниже первоначального, возвращение к исходному уровню означает простое воспроизводство, при создании плодородия выше, чем начальное, – расширенное воспроизводство.

К основным приемам повышения эффективного плодородия относятся рациональное применение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование почв, система обработки, орошение и осушение, введение системы севооборотов, мероприятия по борьбе с эрозией и возделывание наиболее урожайных сортов растений и др. При этом необходимо выполнение следующего принципа землепользования: любая система земледелия должна быть обоснована экологически, т.е. соответствовать почвенно-климатическому природному комплексу.

Вопросы для самопроверки

1. Понятие о почвенном плодородии.
2. Какие бывают виды почвенного плодородия?
3. Что такое факторы и условия почвенного плодородия?
4. Что такое эффективное плодородие?
5. Что такое искусственное плодородие?
6. Что такое воспроизводство плодородия почвы?

Практическое занятие 5.

Подготовка почвы к анализу

Образцы, доставленные в лабораторию, должны быть немедленно доведены до воздушно-сухого состояния. Хранение сырых образцов не допускается, так как под влиянием микробиологических процессов изменяются свойства почвы. Большинство анализов проводят с воздушно-сухими образцами, растертыми и просеянными через сито с отверстиями 1 мм. Агрегатный анализ необходимо проводить в нерастертых образцах. Для просушки образец рассыпают тонким слоем на большом листе плотной бумаги, пинцетом удаляют корни и другие растительные остатки и, прикрыв сверху другим листом бумаги, оставляют на 2-3 дня. Помещение для сушки образцов должно быть сухим и защищенным от доступа аммиака, паров кислот и других газов. Высушенный образец делят по диагоналям на четыре части. Две противоположные части берут для растирания, а две другие сохраняют в неизменном состоянии. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с отверстиями 1 мм.

Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не останутся лишь твердые каменистые частицы крупнее 1 мм (скелет почвы). Просеянную через сито почву помещают в банку с притертой крышкой или в коробку. Весь скелет почвы завертывают в бумагу и помещают в ту же банку или коробку.

Для определения количества скелета взвешивают на технических весах почву, предназначенную для растирания, а затем скелет почвы и вычисляют его количество в процентах к навеске почвы.

Для определения гумуса и азота почву подвергают особой подготовке, которая заключается в тщательном удалении всех корешков и дополнительном растирании. Для этого почву, просеянную через сито с отверстиями 1 мм, высыпают на бумагу, разравнивают тонким слоем и делят на ряд квадратиков площадью около 4×4 см.

Из каждого квадратика берут небольшое количество почвы, составляя среднюю пробу около 5 г. Отобранный образец вновь расстилают тонким слоем на листе бумаги и пинцетом тщательно (с помощью лупы) отбирают крупные корешки. Мелкие корешки отбирают стеклянной палочкой, наэлектризованной кусочком шерстяной ткани; для этого палочкой многократно проводят над слоем почвы на высоте 3-5 см. Все корешки притягиваются к палочке.

Некоторые виды анализов (например, определение нитратов) проводят на свежих образцах. В этом случае образец рассыпают на бумаге, отбирают корни и каменистые частицы пинцетом и после тщательного перемешивания немедленно берут навеску на определение влажности и на соответствующий анализ.

Эту операцию нужно проводить осторожно, так как на слишком близком расстоянии к палочке могут притягиваться и прилипнуть не только корешки, но и мелкие частицы почвы.

В процессе отбора корешков почву несколько раз перемешивают и вновь расстилают тонким слоем. Чистоту отбора корешков следует проверить с лупой. По окончании отбора корешков почву растирают в фарфоровой или агатовой ступке и просеивают через сито с отверстиями 0,25 мм. Оставшуюся на сите почву вновь растирают в ступке и просеивают, повторяя эту операцию до полного просеивания всей пробы. Оставлять часть пробы непросеянной нельзя, так как это может исказить показатели содержания гумуса в почве. Подготовленную таким путем пробу следует хранить в маленьком пакете из плотной бумаги или в баночке с притертой пробкой.

Лесные подстилки и образцы торфа благодаря высокой влагоемкости содержат большое количество воды и требуют высушивания в течение нескольких суток. Для этой цели образцы раскладывают тонким слоем на большом листе в хорошо вентилируемых помещениях, ежедневно многократно перемешивая. По окончании просушивания образцы измельчают сначала растиранием в фарфоровых ступках, затем на мельнице и просеивают через сито с отверстиями диаметром 2-3 мм. Затем берут средний образец в 50-200 г, вновь измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Частицы, оставшиеся на сите, снова растирают и просеивают до тех пор, пока не будет просеян весь образец. Готовые образцы хранят так же, как и образцы почв.

Вопросы для самопроверки

1. Как хранят почвенные образцы в лаборатории?
2. Что такое скелет почвы?
3. Как подготавливают почву для определения гумуса и азота?
4. Как очищают почву от корешков и растительных остатков?
5. Какой должен быть диаметр сита при просеивании почвы?

5.1. Определение химического состава почв

При оценке качества почв важное значение имеет химический состав. Под **химическим составом почвы** обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют: Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, S, P, Ti и Mn.

Наиболее распространенными в почве являются следующие элементы: кислород (49 %), кремний (33 %), алюминий (7,13%), железо (3,80 %), углерод (2,0 %), кальций (1,37 %), калий (1,36 %), натрий (0,63 %), магний (0,63%), азот (0,10%).

Кроме того, в почве находится большая группа химических элементов, содержание которых невысокое (10-2–10-5 %), но они играют биологическую роль, это – бор, медь, марганец, цинк, кобальт, фтор и др.

По валовому химическому составу можно судить о направлении процессов почвообразования. Так, например, накопление кремнезема в верхних горизонтах, а железа и алюминия в средней части профиля свидетельствует о разрушении алюмосиликатов и выносе из верхних горизонтов подвижных продуктов разрушения.

Формы нахождения химических элементов в почве могут быть иными – в составе минералов, органического вещества, в форме гидроксидов и оксидов, солей, в составе почвенных коллоидов и др., а значит, доступность их растениям разная. Поэтому часто важно определить не валовое содержание элемента в почве, а его доступные растениям количества. С этой целью используют различные растворители (растворы слабых кислот, щелочей), в вытяжках которых и определяют содержание элементов питания растений. Таким образом, химический состав почвы можно рассматривать как показатель экологического состояния почвы. Часто это состояние оказывается неудовлетворительным с точки зрения минерального питания растений, земледелец оптимизирует эту экологическую функцию почвы с помощью внесения удобрений.

Культурные растения по-разному реагируют на один и тот же уровень содержания в почве доступных (легкорастворимых) элементов питания. Так, наиболее требовательными к пищевому режиму по-

чвы являются овощные и плодово-ягодные культуры, менее требовательны яровые зерновые, лен, травы, промежуточное положение занимают пропашные – картофель, кукуруза.

Почва является наиболее важным элементом экосистемы. Это специфическая основа для сельскохозяйственных культур в качестве субстрата для растений, хранилища воды, воздуха и питательных веществ. Только здоровая почва, то есть та, которая имеет правильную структуру и состав, может давать здоровые культуры. Чтобы надежно оценить ее богатство, определить план удобрения для растений, следует сделать анализ почвы.

Полученные результаты анализов почв позволяют эффективно осуществлять:

1. Регулирование pH почвы в случае подкисления.
2. Правильное определение потребностей в удобрениях.
3. Точное определение доз удобрений с использованием соответствующих программ.
4. Выбор правильного типа удобрения. На рынке представлено несколько сотен однокомпонентных и многокомпонентных удобрений, их правильный выбор и правильная доза позволяют добиться экономии средств и повысить рентабельность производства.
5. Улучшение качества сельскохозяйственной продукции.
6. Применение методов точного земледелия.
7. Предотвращение опасности для окружающей среды, связанной с избытком некоторых компонентов, например, эвтрофикацией вод, вызванной соединениями фосфора.
8. Внедрение агроэкологических программ, например, устойчивого сельского хозяйства.
9. Правильный выбор культивируемых видов растений и сортов.
10. Оценку уровня плодородия, возможно деградация почвы.
11. Точное азотное оплодотворения после тестирования на содержание N-min.
12. Составление планов удобрений в условиях, предусмотренных правовыми нормами.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сходство и различие почв и пород по химическому составу?
2. От чего зависит элементный состав почв?

3. Какая существует связь между химическим составом почвы и характером почвообразовательного процесса?

4. Опишите валовой химический состав дерново-подзолистых почв Пермского края. Сделайте выводы.

5. В каких основных формах находятся химические элементы в почвах?

5.2. Определение физических свойств почвы

К общим физическим свойствам относятся:

- плотность сложения почвы,
- плотность твердой фазы,
- пористость,
- удельная поверхность почвы.

Плотность сложения почвы - масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении (со всеми порами).

Плотность почвы, d_v (г/см³), вычисляют по формуле:

$$d_v = m/V,$$

где m – масса абсолютно сухой почвы, г;

V – объем, занимаемый образцом почвы, см³.

Плотность сложения почвы зависит от:

- гранулометрического и минералогического состава,
- структуры,
- содержания гумуса,
- обработки почвы.

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почвы составляет 1,0... 1,2 г/см³.

Плотность твердой фазы почвы – это масса сухой почвы в единице объема твердой фазы почвы без пор.

Ее вычисляют в г/см³ по формуле

$$d = m/V_s,$$

где m – масса сухой почвы, г;

V_s – объем, см³.

Плотность твердой фазы зависит от:

- природы и соотношения минералов,
- количества и характера органического вещества (гумус, торф).

В минеральных почвах плотность твердой фазы в среднем, 2,6-2,8 г/см³, в торфяных почвах – в среднем 1,4-1,8 г/см³. Плотность сложения почвы всегда меньше плотности твердой фазы: $d < d_v$.

От плотности сложения почвы зависят поглощение влаги, воздухообмен в почве, жизнедеятельность микроорганизмов и развитие корневых систем растений.

Общий объем всех пор между частицами твердой фазы равен разности объема почвы и объема ее твердой фазы.

$$V_{\text{общ.}} = V - V_s$$

Пористость – это процентное отношение объема пор к объему почвы. Его вычисляют по показателям плотности сложения почвы и плотности твердой фазы и выражают в %:

$$P_{\text{общ.}} = (1 - d_v/d)100\%,$$

где d_v – плотность почвы, г/см³;

d – плотность твердой фазы почвы, г/см³.

Наряду с общей пористостью определяют еще капиллярную и некапиллярную пористость почвы. Капиллярная преобладает в ненарушенных суглинистых почвах, а некапиллярная – в структурных и рыхлых песчаных и супесчаных почвах.

Удельная поверхность почвы – это суммарная поверхность всех ее частиц, отнесенная к единице веса или объема. Выражается в м²/г или м²/см³ почвы. Процесс диспергирования (дробления) минеральной части почвы обычно не меняет ее веса, но резко увеличивает суммарную поверхность всех частиц. При этом почва переходит в более активное состояние, так как возрастает поверхностная энергия частиц. Удельная поверхность почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава. Почвы легкого гранулометрического состава характеризуются меньшей удельной поверхностью. Почвы, богатые монтмориллонитом и другими подобными минералами, кроме внешней имеют значительную внутреннюю поверхность.

Физико-механические свойства почвы:

- пластичность,
- липкость,
- набухание,
- усадка,
- связность почвы.

Физико-механические свойства почвы зависят от:

- минералогического состава,
- гранулометрического состава,
- структуры почвы,
- содержания гумуса,
- содержания обменного Са и Na в ППК.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое плотность сложения почвы?
2. Что такое плотность твердой фазы?
3. Что такое пористость?
4. Что такое удельная поверхность почвы?
5. Что такое пластичность?
6. Что такое липкость?
7. Что такое набухание?
8. Что такое усадка?
9. Что такое связность почвы?

Практическое занятие 6. Критерии плодородия почв

Плодородие почвы заключается в возможности обеспечивать растения критериями и факторами жизни. Различают факторы и критерии почвенного плодородия.

Факторы плодородия – это необходимые факторы жизни и роста растений: элементы азотного и зольного питания растений, вода, воздух и тепло.

Критерии плодородия – это совокупность свойств и режимов, сложное взаимодействие которых определяет возможность обеспечения растений земными факторами, т. е. конкретные показатели почвенных режимов: температурного, водно-воздушного, питательного, физико-химического, биохимического, солевого, окислительно-восстановительного.

Различают агрофизические, биологические и агрохимические факторы плодородия.

Гранулометрический состав почвы среди агрофизических факторов - главный, определяющий ряд подчиненных факторов. Легкие

песчаные и супесчаные почвы являются «теплыми», они имеют высокую водопроницаемость и хорошую аэрацию. Для них характерны малая влагоемкость, низкая поглотительная способность и буферность. Лучшими для большинства растений являются суглинистые почвы. Гранулометрический состав во многом определяет производительную способность почв, так как от него зависят физические свойства и водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы почвы.

Структурность почвы обеспечивает одновременное существование в ней аэробных микрозон, соотношение между которыми колеблется в зависимости от размера структурных агрегатов и их порозности. Это может усиливать или замедлять процессы мобилизации элементов питания микроорганизмами.

Биологические факторы определяются активностью почвенных микроорганизмов, состав которых зависит от генетических свойств почв и их сельскохозяйственного использования. К биологическим факторам относятся также содержание и состав органического вещества почвы, чистота почвы от сорняков, вредителей и возбудителей болезней. Важным биологическим фактором плодородия является ферментативная активность почв.

К агрохимическим факторам плодородия относятся содержание гумуса, подвижных соединений макро- и микроэлементов, реакция почвенной среды, емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями.

По комплексу агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы можно оценить ее буферную способность, которая, как правило, высока для почв, богатых гумусом, насыщенных основаниями, при общей высокой поглотительной способности.

Среди факторов, определяющих эффективное плодородие, ведущую роль играет антропогенный фактор. Его определяют, учитывая:

- питательный, водный, воздушный и тепловой режимы, реакцию почвы, наличие в ней фитотоксичных соединений, физиологически активных веществ, гормонов и др.;
- погоднo-климатические условия – солнечную радиацию, количество осадков, сумму активных температур, длительность вегетационного периода, относительную влажность воздуха и ее динамику, количество CO₂;
- сорт, репродукцию растений; качество посевного материала и др.;
- фитосанитарные условия – наличие сорняков, болезней и вредителей культурных растений;

• способы обработки почвы, севообороты, агротехнику, внесение органических и минеральных удобрений и извести, пестицидов, регуляторов роста, химическую мелиорацию, гидромелиорацию, противоэрозионные мероприятия, организацию территории.

По характеру воздействия на организмы факторы плодородия могут быть разделены на:

1) необходимые для жизни; 2) косвенные; 3) токсические; 4) случайные.

К необходимым относятся световая энергия, питательные вещества, тепло и другие факторы жизни.

Косвенные факторы плодородия влияют на интенсивность, характер и действия необходимых факторов жизни. Их набор и особенности определяются средой обитания.

Токсические факторы нарушают физиологические функции растений. С нарастанием их содержания в среде снижается продуктивность и растения гибнут (химические соединения, фитонциды).

Случайные факторы в почвах возникают, как правило, под влиянием резких изменений погодных условий. Это снижение температуры весной или летом, затопление, засыпка пылью и т. д.

Плодородие почвы формируется в процессе образования самой почвы и определяется всей совокупностью свойств почвы, поэтому показатели, или условия плодородия, также делятся на биологические, химические и агрофизические.

В целом плодородная почва должна обладать мощным, структурным, биологически активным, богатым гумусом слоем с большими запасами элементов питания, благоприятным водно-воздушным, тепловым и пищевым режимом.

Преобразование почв в соответствии с требованиями культурных растений называется окультуриванием, а степень соответствия почв требованиям культурных растений – окультуренностью. В плодородных почвах идет своеобразный, отличный от природного культурный почвообразовательный процесс.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое факторы почвенного плодородия?
2. Что такое критерии почвенного плодородия?
3. Косвенные факторы плодородия почв.

4. Токсические факторы плодородия почв.
5. Случайные факторы плодородия почв.
6. Необходимые для жизни факторы плодородия.

6.1. Определить эталоны плодородия почв

Эволюционное развитие объекта характеризуется определенной динамикой (континуальной или дискретной) от исходного до современного состояния (или на период исследования).

Исходной позицией в эволюции почв и почвенного покрова можно считать состояние их параметров в природной экосистеме с различными биогеоэкологическими функциями. Одна из них, информационная, содержащая «память» биогеоэкологического процесса, важна при управлении экосистемой. В некоторых своих свойствах почвы способны «хранить» память прошлых природных условий. Поэтому для более глубокого познания эволюции почвенного покрова и управления им в рамках экосистемы целесообразно иметь эталоны почв в естественных ценозах. В условиях же антропогенной деятельности последние переходят в агроэкосистемы, при этом параметры биоэкологического процесса изменяются до параметров агроэкологического процесса. Естественно, что при этом эволюционирует и почвенное плодородие. Для управления агроэкологическим процессом и, в первую очередь, плодородием почвенного покрова необходимо выявить так же, как и в естественных ценозах, эталоны плодородия почв.

Под эталоном плодородия почв понимают локальную (региональную) модель почвенного плодородия, состоящую из системы взаимосвязанных блоков, содержание которых раскрывается с помощью набора почвенных параметров состава, свойств и режима оценки плодородия, агроклимата, а также с помощью управляющих приемов агроэкологического комплекса.

В разработках Почвенного института им В.В. Докучаева эталоны ориентированы на высокий уровень плодородия. Такие эталоны содержат оптимальные параметры агроэкологически важных почвенных свойств, достигнутые в хозяйствах на опытных станциях и государственных сортоиспытательных участках, где длительное время (не менее 10 лет) обеспечивалось простое или расширенное воспроизводство плодородия почв при высокой урожайности сельскохозяйственных культур.

Фактические (хозяйственные) параметры почвы сопоставляются с оптимальными (эталонными) параметрами, определяются отклонения от последних, и на этом основании рекомендуется необходимый комплекс мероприятий по оптимизации фактических параметров до уровня эталонных. По существу, мы имеем форму кибернетической модели, состоящей из 5 крупных блоков. Определяющим уровнем фактического и перспективного плодородия является природно-идентификационный блок.

Адресно-географический агроклиматический блок определяет фактические и эталонные параметры почв и плодородия (морфологические, агрофизические, био-, физико- и агрохимические свойства). Производным от них является оценочный блок, который характеризует уровень плодородия почв и продуктивности культур.

Блок агроуправляющих воздействий, выдающий приемы изменения параметров почвенных свойств, влияет на блоки фактических и эталонных параметров.

Таким образом, основной целью разноуровневого представления о состоянии плодородия почв является определение тренда изменения почвенных параметров при достижении планируемого функционального состояния. То есть установление почвенных параметров, требующих изменений до определенных уровню плодородия значений, и необходимых технологических приемов, позволяющих землепользователю с наибольшей экологической и экономической выгодой размещать сельскохозяйственные культуры.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое эталон почв?
2. Какие почвы принято считать за эталог?
3. Фактические (хозяйственные) параметры почвы.
4. Адресно-географический агроклиматический блок.
5. Блок агроуправляющих воздействий

Практическое занятие 7.

Органическое вещество почвы

Органическое вещество почвы играет значительную роль в формировании почвы и её важнейших свойств и признаков. От содержания органического вещества зависит плодородие почвы, которое от первичного плодородия материнских пород и от искусственного плодородия (внесение удобрений) отличается относительной устойчивостью и способностью к воспроизводству. Органическое вещество определяет сорбционные свойства почвы – выполняет депонирующую функцию по отношению к элементам минерального питания растений. Кроме того, само органическое вещество почвы служит питательным субстратом для почвенной биоты (микроорганизмов, почвенных животных и грибов). Органические вещества участвуют в создании благоприятных водно-физических свойств почвы, устойчивой почвенной структуры, миграции ряда химических элементов и соединений. Все важнейшие почвенные процессы протекают при прямом или косвенном участии органического вещества.

Источником органического вещества почвы служат органические остатки отмерших растений и их частей, микроорганизмов, животных, а также их прижизненные выделения. Эти остатки в почве минерализуются с образованием воды, углекислого газа и минеральных солей или вступают в сложные превращения, итогом которых становится образование специфических почвенных органических веществ – гумуса. Соотношение процессов минерализации и гумификации различно в разных природных зонах. Наиболее интенсивное гумусонакопление происходит в районах с умеренным климатом при участии травянистой растительности и приводит к формированию наиболее богатых гумусом почв – чернозёмов. Органическое вещество почвы постоянно обновляется: часть его минерализуется и замещается новым органическим веществом. Поэтому нарушение баланса поступления органического вещества в почву неизбежно приводит к снижению гумусированности почв, что часто наблюдается в агроландшафтах.

Обязательным условием ведения стабильного земледелия является воспроизводство органического вещества, что означает одновременное воспроизводство биологических, агрофизических и агрохимических факторов плодородия.

Гумус является отличным поглотителем воды – 1 г гумуса способен поглощать от 4 до 20 г воды, которая доступна растениям. Это свойство зависит от наличия гуминовых кислот.

Содержание гумуса является показателем потенциального плодородия почвы и активности всех биологических процессов. Гумус составляет 85-90% от общего количества органического вещества почвы.

От содержания, состава и свойств гумуса зависят температурный, воздушный, питательный режимы, водно-физические свойства, поглотительная способность, буферность почв, общие и подвижные запасы питательных веществ и удобрений, превращения и передвижения питательных элементов. Подвижные формы гумуса из-за медленного разложения участвуют в питании растений в меньшей степени, чем негумифицированные вещества, но создают для этого процесса благоприятную среду.

Содержание органического вещества в пахотном слое различных типов почв сильно варьирует – от очень низкого (менее 1,0%) до высокого (более 10%). Обогащение почвы органическим веществом уменьшает потери питательных веществ удобрений в результате миграционных процессов, тем самым уменьшает и негативное воздействие на окружающую среду. Циклические процессы синтеза и трансформации органических веществ в почве являются основой биогеохимических круговоротов биофильных элементов и играют важную роль в воспроизводстве плодородия почв.

1. Органическое вещество почвы служит источником питания растений. В нем содержатся 98-99% азота, 30-40% – фосфора, 90% серы от общего их содержания в почве.

2. Гуминовые кислоты, фульвокислоты и другие гумусовые вещества, а также уголекислота, постепенно разрушают силикаты и алюмосиликаты, трансформируют в доступную для растений форму карбонаты кальция и магния, фосфаты и другие соли.

3. Органические вещества служат питательной средой для микроорганизмов.

4. Гуминовые кислоты в высокодисперсном состоянии, некоторые органические кислоты, ферменты, антибиотики, витамины, являются стимуляторами роста растений, в том числе в условиях водной и песчаной культур.

5. Органическое вещество почвы повышает поглотительную спо-

собность и буферность, улучшает агрофизические свойства;

6. Органическое вещество почвы способно регулировать водно-физические свойства почв, трансформировать избыточное количество минеральных удобрений, инактивировать тяжелые металлы, пестициды и их метаболиты, задерживая их поступление в растительную продукцию, поверхностные и внутрипочвенные воды.

Истощение почв органическим веществом приводит к ухудшению водно-физических, химических и биологических свойств. Благодаря высокой емкости поглощения, гумус удерживает от миграции по профилю почвы катионов, усиливает биологическую активность, поглощает токсические вещества и тяжелые металлы, препятствуя их поступлению в грунтовые воды и растения.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое органическое вещество почвы?
2. Что такое гумус?
3. Роль гумуса в воспроизводстве плодородия почв.
4. Роль гумуса при оценке почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологическая характеристика пахотных почв РФ по содержанию тяжелых металлов, мышьяка и фтора (по состоянию на 01.01.2000). - М., Агроконсалт, 2002. – 50 с.
2. Адерихин П.Г., Попов В.И. Бонитировка (качественная оценка) почв Белгородской обл. - «Почвоведение», вып. 1, т. 65. - Воронеж, 1968. - С. 169-181.
3. Благовидов Н.Л. Качественная оценка земель и их рациональное использование. - Л., 1962. - 88 с.
4. Блэк К.А. Растение и почва. - М.: Колос, 1973. - 502 с.
5. Бонитировка почв (инструкция). МСХ СССР. - М., 1968. – 55 с.
6. Борук А.Я. Бонитировка и экономическая оценка земель. - М.: Колос, 1972. - 190 с.
7. Варламов А.А., Захаров С.Н. Мониторинг земель. Учебное пособие. - М., 2000. – 156 с.
8. Вознюк С.Т., Деревянко Р.Г. Связь между урожаем и содержанием гумуса в почвах Украинской ССР. «Тезисы докладов IV съезда почвоведов», кн. 2. - Алма-Ата, 1970. – 70 с.
9. Волков С.Н. Экономика землеустройства. - М.: Колос, 1996. - 200 с.
10. Вопросы известкования почв. / Под ред. И.А. Шильникова, Н.И. Акановой. - М., Агроконсалт, 2002. – 292 с.
11. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв. - М.: Высшая школа, 1974. - 271 с.
12. Иванов В.Д., Колесникова Н.Н., Комов И.А. К определению качества и стоимости почв // Почвы и их плодородие на рубеже столетий (материалы 2 съезда белорусского общества почвоведов, 25-29 июня 2001 г., Минск) / Книга 1 «Теоретические и прикладные вопросы почвоведения». - Минск, 2001. - С. 93-96.
13. Иванов В.Д., Кравченко В.А. Изменение почвенного покрова и свойств почв в связи с развитием эрозионных процессов на склонах//Черноземы – 2000: состояние и проблемы рационального использования/Сб. науч. трудов ВГАУ. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – С. 270-275.
14. Иванов В.Д., Кузнецова Е.В. Методические указания и рабо-

чая тетрадь по оценке качества и плодородия почв. – Воронеж: ВГАУ, 2002. – 42 с.

15. Иванов В.Д., Кузнецова Е.В. Потери элементов питания растений и гумуса от эрозии почв на пашне в Воронежской области // Агрохимия, 2001, № 12. С. 5-12.

16. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. - М., 1999. – 332 с.

17. Природно-техногенные воздействия на земельный фонд России и страхование имущественных интересов участников земельного рынка /Под общей редакцией С.И. Сая, Л.Л. Шишова, Е.И. Путилина, Д.С. Булгакова, И.И. Карманова. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2000. – 256 с.

18. Штомпель Ю.А. и др. Почвенно-экологическая оценка почв Краснодарского края. – Краснодар: КГАУ, 1997. – 23 с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	4
Лабораторная работа 1. Общая методика бонитировки почв	4
1.1. Подготовительно-камеральный период	4
1.2. Полевой период	14
1.3. Заключительный камерально-аналитический период	17
Лабораторная работа 2. Оценка почв по В.Д. Иванову	20
Лабораторная работа 3. Методологические основы бонитировки почв. Современные методы оценки почв	35
3.1. Методологические основы	43
3.2. Расчет балла бонитета почв по методу Т.А. Гринченко	43
3.3. Расчет балла плодородия почв по методу ЦИНАО	45
3.4. Расчет совокупного почвенного балла, метод ГИЗРа	47
3.5. Расчет полного плодородия почв, метод Б.П. Никитина	48
3.6. Оценка почв по И.И. Карманову	51
3.7. Оценка почв по Т.Н. Кулаковской и др.	55
Лабораторная работа 4. Оценочная работа почв	59
Лабораторная работа 5. Земля как природный ресурс	67
Лабораторная работа 6. Агропроизводственная группировка почв	71
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	74
Практическое занятие 1. Бонитировка почв	74
Практическое занятие 2. Изучение почвенного профиля и морфологические признаки почв	77
Практическое занятие 3. Гранулометрический состав почв	80
Практическое занятие 4. Плодородие почв. Его виды	84
Практическое занятие 5. Подготовка почвы к анализу	88
Практическое занятие 6. Критерии плодородия почв	94
Практическое занятие 7. Органическое вещество почвы	99
Список использованной литературы	102

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 09.06.2021 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.
Бумага 60x84 1/16. Усл. печ. л. 6,5. Тираж 35. Заказ 74.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»