

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Саратовский государственный аграрный университет**  
**имени Н. И. Вавилова»**

# **УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ**

# **АГРОЭКОСИСТЕМЫ**

**краткий курс лекций**

**для аспирантов**

Направление подготовки  
**35.06.01 Сельское хозяйство**

Профиль подготовки  
**Агрофизика**

**Саратов 2014**

УДК 631.4  
ББК 40.3  
Э73

Рецензенты:

Заведующий отделом «Экологии агроландшафтов и ГИС» ВНИИСХ Ю-В, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»  
*И.Ф.Медведев*

Доктор с.-х. наук, профессор кафедры «Химии, агрохимии и почвоведения»  
ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»  
*Н.Е.Синицына*

Э73 **Управление плодородием агроэкосистемы:** краткий курс лекций для  
аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» / Сост.:  
В.И. Губов// ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 76 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Управление плодородием агроэкосистем» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основам почвообразования, важнейшим процессам и свойствам почвы, закономерностям распространения почв и путям их рационального использования. Направлен на формирование у студентов знаний об основных и вспомогательных почвообразовательных процессах, их взаимосвязь с факторами почвообразования и свойствами почв, и умения применять эти знания для решения профессиональных задач.

УДК 631.4  
ББК 40.3

© Губов В.И., 2014  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

## Введение

Управление плодородием агроэкосистем — это система регулярных наблюдений за изменением агроэкологического состояния почв сельскохозяйственных угодий и сопряженных объектов окружающей природной среды с целью контроля и обеспечения рационального использования земельных ресурсов.

Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения осуществляют центры и станции агрохимической службы, станции защиты растений, центры сельскохозяйственной радиологии, а также научные учреждения Россельхозакадемии — участники Географической сети опытов с удобрениями. В рамках агроэкологического мониторинга проводятся агрохимические, токсикологические, радиологические и гербологические обследования почв сельскохозяйственных угодий.

В рамках агроэкологического мониторинга выделяются две взаимосвязанные по информационной базе подсистемы: научная и производственная. Первая основывается на полигонном мониторинге, обеспечивающем научное обоснование наблюдений по широкому спектру задач. Полигонный мониторинг проводится на делянках длительных опытов, постоянных участках слежения, реперных точках при оснащении современными приборами, оборудованием, автоматизированными системами слежения, стоковыми площадками и т.д.

Производственная подсистема включает мониторинг сельскохозяйственных угодий страны, выполняемый различными службами по сравнительно небольшому набору показателей с определенной периодичностью.

Становление агроэкологического мониторинга относится к 1980-м годам, но в 1990-х годах программа его сильно сократилась после ликвидации землеустроительной и мелиоративной служб, существенного сокращения агрохимической службы и резкого снижения государственного финансирования науки.

Проводя либерально-монетаристскую политику, государство резко ослабило контроль за состоянием земельных ресурсов страны, полагая, что использование их должно регулироваться рыночными отношениями. Между тем, мировой опыт показывает, что рынок и обусловленные им отношения получения прибыли далеко не всегда совпадают с требованиями экологизации производства, экологического благополучия социума и охраны

природы. Очевидно, в данном направлении рыночные отношения должны регулироваться государством посредством проведения соответствующей экологической политики. Это возможно лишь на основе адекватной агроэкологической информации, отражающей динамику изменения окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности, то есть

агроэкологического мониторинга земель. При этом совершенно недостаточно располагать лишь оценками деградиационных процессов, картиной их распространения, интенсивности, которые поставляет мониторинг изменения агроэкосистем. Должны быть идентифицированы причины этих изменений, технологические процессы, которые их обуславливают, источники загрязнения. Это означает, что мониторинг изменения агроэкосистем должен быть точно сопряжен с мониторингом воздействия на агроэкосистемы. Та и другая подсистемы агроэкологического мониторинга необходимы, с одной стороны, для государственного контроля за использованием сельскохозяйственных земель, в том числе принятия санкций к нарушителям, с другой, — для проведения государственной земельной и агротехнологической политики по оптимизации использования земельных ресурсов, систем земледелия и агротехнологий. Соответственно первая функция должна стать предметом государственного контрольного мониторинга, вторая — производственного, или технологического мониторинга.

Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного

производства в конкретной хозяйственной инфраструктуре определяется ее плодородием — *способностью удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культурных растений при хорошем качестве продукции.*

Высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексной оценке и учете всех агрохимических и экологических факторов, необходимых для нормального роста и развития растений.

При удовлетворении потребности сельскохозяйственных культур с учетом их биологических особенностей в питательных элементах (N, P, K, Ca, Mg, S, микроэлементы), воде, воздухе, тепле и создании оптимальных для растений реакции почвенной среды, фитосанитарных, эколого-токсикологических и других условий и при возделывании высокопродуктивных, адаптированных к местным условиям сортов при высоком уровне агротехники возможно повышение урожайности в 2 раза и более против современных уровней.

Федеральным законом РФ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (1998) проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения определено одним из основных направлений агрохимического обслуживания. Этот закон определяет научные исследования по разработке показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения с учетом природно-сельскохозяйственного районирования земель, а также *методики оценки состояния земель сельскохозяйственного назначения и учета показателей состояния их плодородия.*

В настоящее время, из-за недостаточного финансирования указанные исследования почв не отвечают требованиям производства, комплексная (экспертная) оценка плодородия почв сельскохозяйственных земель, как правило, не проводится, что затрудняет разработку *рациональной структуры* сельскохозяйственных угодий, структуры посевных площадей, введение и освоение севооборотов, научно обоснованное распределение сельскохозяйственных культур по земельным участкам (полям севооборотов). Комплексная оценка плодородия почв необходима также для разработки и установления очередности проведения по контурам (полям), *агрохимических, агротехнических, мелиоративных, фитосанитарных* и других мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв, что особенно важно при ограниченных финансовых возможностях хозяйств. Комплексная оценка плодородия необходима для *стоимостной оценки* сельскохозяйственных земель и оценки производственной деятельности хозяйств и растениеводческих подразделений сельскохозяйственных предприятий.

Плодородие почв — это более широкое понятие, чем агрохимическая характеристика, локальные эколого-токсикологические и радиологические обследования почв и посевов и прогнозы фитосанитарного состояния почв и посевов. Плодородие почв включает не только все виды ресурсов, необходимых растению за вегетационный период, но и доступность их растениям, что зависит от строения верхней части почвенного профиля, минералогического состава почв, запасов доступной растению влаги, агрофизических свойств, определяющих как водно-воздушный и тепловой режимы почв, биологических свойств почв. Плодородие почв в многолетнем плане зависит также от климатических, а для конкретных лет — от погодных условий, фитосанитарного, эколого-токсикологического и радиологического

состояния. Интегральным показателем эффективного плодородия почв являются урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность кормовых угодий, качество продукции растениеводства при соблюдении нормативных экологических требований.

Планы природоохранных мероприятий, мероприятий по оптимальному использованию земельного фонда, контроль за состоянием и воспроизводством почвенного плодородия, их реализация могут быть осуществлены только на основе полной оценки состояния почвенного покрова. Оптимальной формой этих работ является периодически повторяемое комплексное почвенно-агрохимическое обследование на всей площади сельскохозяйственных земель России, включающее почвенное, агрохимическое, биологическое, агрофизическое, токсикологическое, радиологическое и фитосанитарное обследование.

При совершенствовании методологии комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных земель наряду с отражением традиционных положений учитывалась необходимость:

- расширения набора контролируемых агрохимических, агрофизических и биологических показателей плодородия почв для его более полной оценки и повышения эффективности применения удобрений и других элементов систем земледелия;

- разработки рациональных (оптимальных) уровней плодородия основных типов, подтипов и разновидностей почв по расширенному перечню показателей для ведущих сельскохозяйственных культур;

- разработки и проведения комплексного мониторинга плодородия почв, необходимого для перехода к экологически и экономически обоснованным системам земледелия;

- обеспечения взаимосвязи результатов научных исследований, материалов комплексного мониторинга плодородия почв с выходом на кадастр и общенациональную систему контроля за состоянием земель сельскохозяйственного назначения.

Для корректировки технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом реальных погодных, хозяйственных и других условий в течение вегетации растений необходимо ежегодно проводить оперативный мониторинг:

- оценки фитосанитарного состояния посевов, запасов продуктивной влаги и плотности почвы;

- содержания азота в почве, макро- и микроэлементов в надземной массе или в индикаторных органах растений для разработки предложений по проведению подкормок.

Проводимый Государственной агрохимической службой мониторинг плодородия сельскохозяйственных земель должен соответствовать перечню показателей и методам исследований, определенным соответствующими ОСТАми.

В предлагаемых методических указаниях использованы результаты отечественных и зарубежных исследований, проведенных за последние годы по этим вопросам, а также опыт передовых государственных центров и станций агрохимической службы. Ряд вопросов методического характера требует дальнейшей научной проработки, прежде всего на региональном уровне применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям. Так, в последние годы установлено, что уровень плодородия почвы зависит не столько от содержания общего гумуса, сколько от содержания его лабильной части или трансформируемого, активного углерода (Странс), содержащегося в нем. Именно эти фракции гумуса оказывают положительное влияние на пищевой режим растений, агрофизические и биологические свойства почвы. Требуют дальнейшей научной проработки на региональном уровне градации обеспеченности растений питательными веществами пахотных и подпахотных горизонтов.

Нуждаются в дальнейшем совершенствовании научные подходы к срокам и технике отбора почвенных образцов, рациональным уровням показателей свойств различных типов и разновидностей почв с учетом требований возделываемых культур и типов севооборотов, комплексной оценке плодородия почв и т.д. При проведении комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных земель (в том числе оперативного) фитосанитарное обследование почв и посевов проводят республиканские (областные, краевые) станции защиты растений; климатические и погодные условия характеризуются

по данным метеослужбы; сведения о почвенном покрове и материнской породе берутся из материалов исследований Федеральной службы земельного кадастра России, а при необходимости государственные центры и станции агрохимической службы проводят корректировку ранее проведенных обследований другими организациями. Каждый из этих видов обследований имеет свои особенности, они излагаются в самостоятельных разделах. Более объективная комплексная оценка плодородия почв сельскохозяйственных земель, разработка на ее основе и реализация в производстве комплекса научно обоснованных агрохимических, агротехнических, фитосанитарных, противоэрозионных, мелиоративных, по реабилитации земель, загрязненных радиоактивными и химическими веществами, и других мероприятий по его сохранению и повышению на каждом конкретном земельном участке, а также проектов производства продукции растениеводства, позволят повысить эффективность использования удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур в 1,8-2 раза и более по сравнению с современным уровнем при создании для сельского хозяйства благоприятных социально-экономических условий и обеспечении хозяйств всеми необходимыми средствами производства. Это позволит также предотвратить загрязнение окружающей среды средствами химизации и улучшить качество и безопасность продукции благодаря более полному учету влияющих на них факторов, обеспечить продовольственную независимость России.

Краткий курс лекций по дисциплине «Управление плодородием агроэкосистемы» предназначен для аспирантов по направлению подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов общепрофессиональных компетенций: «способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1); «владением культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий» (ОПК-2); «способностью к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав» (ОПК-3); и профессиональных компетенций: «способностью оценивать почвенно-экологические условия и степень пригодности их для возделывания сельскохозяйственных культур» (ПК-2); «владением методами диагностики почвообразовательного процесса, системного исследования почв в агроэкосистемах, устойчивости почв к антропогенному воздействию» (ПК-3); «готовностью применять приемы управления агрофизическими свойствами почв и рационального использования биологических ресурсов на основе теоретико-методологических основ системного исследования плодородия» (ПК-4).

## Лекция 1

### ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ

#### 1.1. Сущность почвенного плодородия

Оптимальное сочетание всех агроэкологических факторов в требуемых для сельскохозяйственных культур режимах (водный, питательный, тепловой, воздушный) с учетом их биологических требований, почвенно-климатических и погодных условий, фитосанитарного состояния почв и посевов является одним из основных условий высокой продуктивности и устойчивости земледелия. Сохранение и повышение плодородия почв осуществляется проведением комплекса агротехнических, агрохимических, фитосанитарных, противоэрозионных, мелиоративных и других мероприятий, разрабатываемых по результатам комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. По ГОСТ 27593-88 под термином плодородие почвы следует понимать «способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности».

#### 1.2. Таксономия плодородия почв

Плодородие почв имеет две категории, которые различаются между собой овеществленным результатом прошлой антропогенной деятельности.

*Естественное (природное) плодородие* является свойством почвы, сформировавшейся в природных условиях без антропогенного вмешательства. Примером его реализации являются целинные почвы в экологических системах, представленных естественными ландшафтами.

*Естественно-антропогенное плодородие* является свойством почвы, сформировавшейся в результате взаимодействия природного почвообразовательного процесса и целенаправленной антропогенной деятельности (распашка целины, периодическая механическая обработка, мелиорация, применение удобрений, химикатов и т.п.), дополняющих друг друга. Примером его реализации являются пахотные почвы в агроэкологических системах, представленных агроландшафтами.

Категории плодородия включают две формы.

*Потенциальное (или пассивное) плодородие* представляет собой почвенное свойство, характеризующее общими запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также физическими, химическими, биохимическими, физико-химическими, биологическими и другими свойствами почвы. Потенциальное плодородие, отражающее исходные, генетически обусловленные возможности почвы отождествляется с естественным (природным) плодородием, которое характеризует энергию, накопленную в естественных, природных биогеоценозах на старте их возможного антропогенного преобразования. Оно определяется величиной ресурсов (запасной фонд) при максимальном уровне их реализации на основе саморегулирования.

*Действительное (или актуальное, эффективное) плодородие* представляет собой почвенное свойство, характеризующее обменными запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также агрофизическими, агрохимическими и другими агрономически важными свойствами почвы. Действительное плодородие является формой естественно-антропогенного плодородия, которое характеризует энергию, накопленную суммарно за счет естественных процессов и антропогенного воздействия. Оно определяется величиной ресурсов (обменный фонд) при фактическом уровне их реализа-

ции в условиях конкретного агроценоза на фоне определенной технологии. Эффективное плодородие, выраженное в стоимостных показателях, представляет собой экономическое плодородие. Эта форма имеет, в свою очередь, вид плодородия.

*Искусственное плодородие* представляет собой свойство почвы, сформированной в результате целенаправленной антропогенной деятельности. Проявляется при создании субстратов для теплиц, парников, искусственных почв на ограниченных территориях (например, огороды). Определяется величиной ресурсов при заданном (искусственно сбалансированном) уровне их реализации.

Плодородие, как часть почвообразовательного процесса, тесно связано с превращениями, аккумуляцией и передачей энергии и веществ, что происходит в результате количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия. Эти изменения могут протекать как в благоприятном для развития плодородия отношении, так и в неблагоприятном.

Урожайность сельскохозяйственных культур является следствием реализации не только эффективного, но и потенциального плодородия, а также агроклиматических, производственных и других ресурсов. Важнейшая задача земледелия — обеспечение стабильного роста урожаев при высоком качестве продукции на основе расширенного воспроизводства эффективного и потенциального плодородия почв.

В отличие от естественных биогеоценозов с относительно замкнутым циклом биогенных элементов в агроценозах происходит разрыв этого цикла из-за отчуждения питательных веществ с урожаем, снижение их доступности растениям, потерь в результате стока, эрозии, денитрификации, инфильтрации и т.д. Нарушение баланса питательных веществ в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, но и к снижению устойчивости агроландшафтов. Систематическое наблюдение, изучение, анализ этих процессов и принятие необходимых мер составляют основу мониторинга. По существу, это сложное комплексное исследование большого количества сопряженных факторов, обеспечивающее соблюдение главного принципа, в соответствии с которым развитие природы и цивилизации, взаимодействуя, должно обогащать друг друга, обеспечивая биосферосовместимость и высокое качество жизни человека. В этой связи особенно актуальны высказывания Ю. Либиха («Химия в приложении к земледелию и физиологии», Сельхозгиз, 1936) о поступательном развитии мониторинга плодородия почв и химизации земледелия: «Ни одна техническая деятельность для своего успешного развития не требует большего объема знаний, чем сельское хозяйство, и вместе с тем нигде нет

большого невежества, чем в сельском хозяйстве» и «...Чтобы сохранить плодородие почвы, ей должно возвращать все, у нее взятое. Если взятое не будет возвращено полностью, то нельзя рассчитывать на получение вновь таких же урожаев; урожаи могут быть повышены путем увеличения содержания в почве упомянутых составных частей».

До XIX столетия оценка качества почв сельскохозяйственных земель носила описательный характер и в основном была предназначена 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 их наименований. Результаты качественной оценки земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях используют не только для установления стоимости земли и земельных налогов, но и для решения управленческих задач по повышению продуктивности земледелия и воспроизводству почвенного плодородия (применение удобрений, химическая и водная мелиорация, противоэрозионные и фитосанитарные мероприятия и др.). 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 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, условия укоренения и условия, влияющие на прорастание семян и образование травостоя, влажность воздуха как фактор роста, условия созревания, опасность затопления, климатическая опасность (мороз, шторм), избыток солей (засоленность, солонцеватость), токсичность почвы (присутствие  $Al$ , 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, местоположение, опасность эрозии (дефляции) и деградации почвы и др.

Все показатели группируются по разделам: климатические условия, климат почвы, форма и рельеф участка, гидрология, фитосанитарное состояние посевов и почвы, морфология почвы, 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 агрофизических, агрохимических, биологических свойств, характеру рельефа местности, подверженности почв процессам эрозии, климатических условий, фитосанитарного состояния и другим показателям, важнейшим из которых является продуктивность растений. По комплексной оценке, выраженной в процентах от урожайности, получаемой в оптимальных условиях при отсутствии специальных затрат, определяют класс пригодности земли для тех или иных культур:  $>80\%$  — высокая пригодность;  $41-80\%$  — средняя пригодность;  $20-40\%$  — ограниченная пригодность;  $<20\%$  — непригодные земли.

О необходимости более широкого набора показателей для полной оценки плодородия земель сельскохозяйственного назначения свидетельствуют также отечественный производственный опыт и результаты научных исследований. Земледельческая территория России относится, в основном, к ареалу пониженной биологической активности. Более  $70\%$  ее характеризуется крайне холодным или засушливым климатом. В отдельные годы более половины площади земель подвергается засухе. По многолетним метеорологическим данным, вероятность сухих, засушливых и полусушли-

вых лет составляет в степной зоне темно-каштановых почв  $93\%$ , черноземов —  $73$ , в лесостепной зоне —  $38$ , а в среднетаежной подзоне подзолистых почв —  $17\%$ . Даже в избыточно влажной северо-таежной подзоне примерно один раз в  $16$  лет растения страдают от недостатка влаги. В Нечерноземье европейской части России урожайность сельскохозяйственных культур на  $10-30\%$  зависит от погодных условий.

Биоклиматический потенциал земледельческой территории России в  $2,4-3,2$  раза ниже, чем в странах Западной Европы и США. Поэтому для условий нашей страны особенно важно для обеспечения благоприятных для растений агроэкологических условий осуществлять по результатам комплексного мониторинга плодородия почв соответствующие агротехнические, агрохимические, мелиоративные и другие мероприятия, направленные на улучшение не только агрохимических, но и физических, водно-физических и биологических свойств почв сельскохозяйственных угодий. Свойства почвы находятся во взаимодействии между собой. Комплексный подход к оценке почвенного плодородия с учетом значений интегральных показателей всех основных свойств почв, определяющих продуктивность растений, позволяет при наименьших затратах целенаправленно, исходя из установленных лимитирующих факторов, повышать плодородие почв каждого конкретного земельного участка (поля) хозяйств. Так, уплотнение почв сельскохозяйственной техникой приводит к ухудшению их

агрофизических, биологических и агрохимических свойств, водного, воздушного, теплового и пищевого режимов, снижению всхожести семян сельскохозяйственных культур, условий произрастания и развития их корневой системы и в итоге — к значительному (до 50%) снижению урожайности по сравнению с неуплотненными участками. Уплотненная почва, затрудняя проникновение корней в нижние горизонты, ограничивает возможность растений использовать питательные вещества из почвы и удобрений. На переуплотненных почвах в первую очередь следует провести агротехнические мероприятия по разуплотнению и повышению устойчивости их к уплотнению.

Говоря о более широком использовании биологического азота в земледелии, следует учитывать, что его поступление в почву зависит, как и урожайность сельскохозяйственных культур, от уровня плодородия почв. Бобовые культуры, за исключением люпина и люцерны, особенно клевер и люцерна, очень чувствительны к кислотности почвы и наличию в ней алюминия. При содержании его более 4 мг на 100 г почвы, что наблюдается на кислых почвах при  $pH_{KCl}$  4,8-5,0, азотфиксация прекращается. Наряду с благоприятной реакцией почвенной среды необходима также сбалансированная обеспеченность растений P, K, Ca, Mg, S и микроэлементами. Фиксация атмосферного азота ризосферными бактериями на злаковых и других небобовых растениях и свободноживущими микроорганизмами зависит также от степени окультуренности почв. В отличие от азотфиксирующих бактерий почвенные эндомикоризные грибы (ВАМ), мобилизующие прежде всего фосфор из труднодоступных для растений почвенных фосфатов, развиваются в более широком интервале  $pH$  — от 4,0 до 9,5, но оптимальной для них является слабокислая ( $pH$  6) или нейтральная реакция. Они требуют также умеренно увлажненных и хорошо аэрируемых почв, соответствующих температурных условий и уровня минерального питания. Таким образом, от биологической активности почв зависят агрохимические свойства почвы (обеспеченность N, P и другими питательными веществами), в то же время для нормальной жиз-

недеятельности полезной микрофлоры требуется оптимизация агрохимических свойств почв. Можно привести и много других примеров тесного взаимодействия различных свойств почвы между собой, свидетельствующих о необходимости системного подхода к оценке плодородия почв, не ограничиваясь только агрохимическими, что до сих пор наблюдается в агрохимической службе.

В основу проводимого агрохимической службой мониторинга плодородия почв должен быть положен комплекс определяемых интегральных показателей различных свойств почв и других факторов, от которых зависит урожайность сельскохозяйственных культур, при регулировании которых должно быть строгое соблюдение основных законов земледелия: автотрофности зеленых растений, физиологической равнозначности и незаменимости факторов, ограничивающего фактора, совокупного действия факторов, возврата питательных веществ и энергии в почву, экологического

соответствия между производством и окружающей средой. Нарушение этих законов земледелия приводит к деградации почв сельскохозяйственных угодий, ухудшению окружающей среды, снижению продуктивности и устойчивости земледелия.

При проведении комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных земель должны решаться следующие задачи:

- 1) получение достоверной и объективной информации о состоянии плодородия почв;
- 2) системный анализ и оценка получаемой информации;
- 3) паспортизация и комплексная оценка плодородия почв каждого земельного участка (поля);
- 4) сертификация почв земельных участков;
- 5) разработка и ежегодное представление Правительству Российской Федерации национального доклада о состоянии плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения; аналогичная работа выполняется на региональном и местном уровнях;

6) разработка целевых программ в области обеспечения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на федеральном, региональном, районном и хозяйственном уровнях;

7) разработка проектов производства растениеводческой продукции (зерна, картофеля, овощей, плодово-ягодной продукции).

### **1.3. Нормативно-правовое обеспечение мониторинга и оценки почвенного плодородия.**

Основы государственного регулирования обеспечения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения определены **Земельным кодексом Российской Федерации (ЗК РФ от 25.10.2001 №136)**.

Этим кодексом определено, что основными направлениями агроимического обслуживания сельского хозяйства являются проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и экологотоксикологических обследований, или мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, государственный учет показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий, включающий в себя сбор и обобщение результатов почвенного, агрохимического, фитосанитарного и экологотоксикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения, а также проведение исследований в области обеспечения плодородия почв, в том числе по разработке показателей плодородия почв с учетом их сельскохозяйственного районирования, методик оценки состояния плодородия почв сельскохозяйственных угодий.

**ФЗ РФ «О государственном кадастре недвижимости» (2007 г.)** установлено интегрированное обеспечение государственного контроля за использованием и охраной почв и мероприятий по сохранению и повышению

их плодородия. Этим законом определено проведение государственного кадастрового учета земельных участков, независимо от форм собственности на землю, осуществление их качественной и экономической оценки с присвоением каждому кадастрового номера, установление стоимости и обоснованной платы за землю. В соответствии с Земельным кадастром в Едином государственном реестре земель должны быть следующие сведения о земельных участках:

- 1) кадастровые номера;
- 2) местоположение (адрес);
- 3) площадь;
- 4) категория земель и разрешенное использование земельных участков;
- 5) описание границ земельных участков, их отдельных частей;
- 6) зарегистрированные в установленном порядке вещные права и ограничения (обременения);
- 7) экономические характеристики, в том числе размеры платы за землю;
- 8) качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия земель для отдельных категорий земель;
- 9) наличие объектов недвижимого имущества, прочно связанных с земельными участками.

Кадастровый номер земельного участка состоит из номеров: кадастрового округа, кадастрового района, кадастрового квартала, земельного участка в кадастровом квартале. Порядок кадастрового деления территории Российской Федерации, а также порядок присвоения кадастровых номеров земельным участкам устанавливает Правительство Российской Федерации.

Важнейшими сведениями о земельных участках являются их категории и разрешенное использование, а также качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия для отдельных категорий.

**Земельным кодексом Российской Федерации (2001)** установлен приоритет охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском и лесном хозяйстве, обеспечивающего охрану жизни и здоровья человека. Он предусматривает проведение мониторинга и создание государственного земельного кадастра для оценки земель.

**Федеральный закон «О мелиорации земель» (1996)** устанавливает правовые основы деятельности в области мелиорации земель (гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация).

Этим законом предусмотрено проведение мониторинга мелиорированных земель, по результатам которого выявляются происходящие изменения состояния мелиорированных земель и дается их оценка.

**Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (2002)** определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, в том числе почвенного покрова, регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду (в том числе на почву сельскохозяйственных угодий).

Законом предусмотрено проведение государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга) в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе плодородия земель сельскохозяйственного назначения и обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды.

**Федеральным законом Российской Федерации «О землеустройстве» (2001)**, устанавливающим правовые основы проведения землеустройства в целях обеспечения рационального использования земель и их охраны, создания благоприятной окружающей среды и улучшения ландшафтов, предусмотрено выявление нарушенных земель, а также земель, подверженных водной и ветровой эрозии, селям, подтоплению, заболачиванию, вторичному засолению, иссушению, уплотнению, загрязнению отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражению и другим негативным воздействиям. Этим законом предусмотрено проведение мероприятий по восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных земель, защите земель от эрозий, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражения и других негативных воздействий. Законом предусмотрены при внутрихозяйственном землеустройстве планирование и организация рационального использования земель и их охраны, разработка мероприятий по улучшению сельскохозяйственных угодий, освоению новых земель, восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных земель, защите земель от эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссуше-

ния, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражения и других негативных воздействий.

В **«Основных направлениях агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на 2001-2010 годы» (2000)** особенно актуальной проблемой определена деградация земель. Из оборота выведено около 30 млн га сельскохозяйственных земель. Вынос питательных веществ из почвы в 4 раза превосходит внесение их с удобрениями. Увеличиваются площади закисленных земель, приходят в упадок мелиоративные системы. Стратегическими задачами агропродовольственной политики в экономической области определены формирование эффективного конкурентоспособного агропромышленного производства, способствующего продовольственной безопасности страны, в экологической — производство экологически безопасных продуктов питания и сохранение природных ресурсов для аграрного

производства на основе повышения его технологического уровня и внедрение ресурсосберегающих и экологически чистых технологий. Для поддержания стабильности продовольственного обеспечения страны предусмотрено осуществление мер по ускоренному восстановлению производства зерна, проведению гибкой таможенно-тарифной политики на рынке минеральных удобрений и химических препа-

ратов, чтобы сделать внутренний рынок как минимум равнопривлекательным с внешним, улучшению технической оснащенности хозяйств. Использование земель сельскохозяйственного назначения должно быть только для сельскохозяйственных целей. Предусмотрено также обеспечение ведения земельного кадастра, открытого для всех субъектов хозяйственной деятельности. Для снижения техногенной нагрузки на окружающую среду должен осуществляться контроль над технологиями в сельскохозяйственном производстве.

#### **1.4. Показатели состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.**

Мониторинг плодородия почв сельскохозяйственных угодий требует дальнейшего совершенствования, перечня показателей. Основной задачей мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных угодий является наблюдение за химическими, физико-химическими, биологическими, физическими и водно-физическими свойствами почв, их загрязнением отходами производства и потребления, химическими и радиоактивными веществами, а также фитосанитарным состоянием почв и посевов, метеорологическими условиями и продуктивностью растений на каждом земельном участке.

В программе мониторинга плодородия почв центральное место занимает правильный выбор комплекса интегральных показателей, характеризующих химические, физико-химические, физические, водно-физические и биологические свойства, определяющие уровень плодородия и качество почв. По каждому показателю, определяемому при проведении комплексного мониторинга плодородия почв, необходимо иметь оптимальные величины и диапазон их возможных колебаний.

Перечень показателей, характеризующих состояние плодородия почв и оперативного мониторинга по основным природно-сельскохозяйственным зонам Российской Федерации, определен ОСТами 10 294-2002 - 10 297-2002 . В случаях необходимости перечень показателей мониторинга плодородия

почв сельскохозяйственных угодий может быть расширен, а перечень рекомендуемых работ оперативного мониторинга в период вегетации растений уточнен применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям и культурам.

Наряду с определяемыми в настоящее время агрохимической службой агрохимическими показателями ОСТами 10 294-2002 - 10 297-2002 предусматривается включение дополнительно во всех природно-сельскохозяйственных зонах показателей степени подвижности фосфора и калия, валового содержания азота, поглощенных оснований Са, Mg, К, и Na, а также разовое определение валового содержания фосфора, калия, кальция, магния и серы. В степной зоне в связи с подкислением почв предусмотрено определение кислотных свойств. В солонцовых и засоленных почвах преду-

смотрены анализ водной вытяжки, определение степени и качественного состава засоления.

Из физических свойств почв, кроме гранулометрического состава (разовое определение), во всех природно-сельскохозяйственных зонах предусмотрено определение в пахотном слое агрегатного состава при сухом просеивании (содержание агрегатов 0,25-10 мм и глыбистой фракции более 10 мм), содержания водопрочных агрегатов более 0,25

мм, водопроницаемости и полевой (наименьшей) влагоемкости, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания через каждые 10 см и до 1 м (разовое определение), уровня грунтовых вод (до начала полевых работ),

мощности пахотного слоя, мощности гумусового горизонта, равновесной плотности пахотного слоя и подпахотного горизонта (до 50 см).

Для характеристики биологических свойств почв рекомендовано определять во всех природно-сельскохозяйственных зонах нитрифицирующую, аммонифицирующую и азотфиксирующую активность (способность). Эту информацию следует использовать также для характеристики азотного режима почв и расчета доз азотных удобрений.

Наряду с определением интегральных показателей химических, физико-химических, физических, водно-физических и биологических свойств почв указанными ОСТАми при проведении комплексного мониторинга предусмотрены фитосанитарное и эколого-токсикологическое обследования почв и посевов, а также учет агроклиматических условий за последний цикл мониторинга (температура, осадки, гидротермический коэффициент, запасы продуктивной влаги и др.) по данным ближайших к земельному участку метеостанций или метеопостов.

Интегральным показателем эффективного плодородия почв земельного участка (поля севооборота) является фактическая урожайность сельскохозяйственных культур в натуральном исчислении и в пересчете на зерновые и энергетические эквиваленты, а также качество и безопасность продукции растениеводства.

По каждому земельному участку приводят по литературным данным, по данным земельного кадастра и почвенной съемки его географическое положение, характеристику почвенного покрова и почвообразующей породы, их гранулометрический и минералогический состав, рельеф, степень эродированности (дефлированности), экспозицию, длину и крутизну склонов и т.д.

Наряду с основным мониторингом для корректировки технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом реально сложившихся в планируемом году погодных, фитосанитарных, хозяйственных и других условий ОСТАми предусмотрено дальнейшее совершенствование проводимого в период вегетации растений оперативного мониторинга. Он должен включать в планируемом году оценку фитосанитарного состояния посевов, запасов продуктивной влаги и уровня грунтовых вод, содержания минерального азота в почве, макро- и микроэлементов в надземной массе или индикаторных органах растений, а также плотность почвы.

## 1.5. Засоление почв

Засоление является одним из наиболее распространенных деградиционных почвенных процессов, понижающих плодородие сельскохозяйственных земель. Оно проявляется главным образом в южных регионах страны — степной, сухостепной и полупустынной зонах. Процессу засоления могут быть подвержены различные типы почв как автоморфные, так и гидроморфные.

Засоление — это процесс накопления легкорастворимых солей в почве, приводящий к потере плодородия. Легкорастворимые соли в почвах представлены преимущественно бикарбонатами (сода), сульфатами и хлоридами натрия и магния. Они угнетающе действуют на рост и развитие растений посредством токсического и осмотического эффектов.

Повышенное осмотическое давление почвенного раствора, содержащего легкорастворимые соли, создает так называемую физиологическую засуху, которая воздействует на растения подобно атмосферной засухе. Токсичное действие солей приводит к прямому разрушению клеток растений и их гибели. Сода вызывает сильнощелочную реакцию среды и приводит к дефициту кальция для растений.

Присутствие легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое оказывает отрицательное влияние на химические, физико-химические, агрохимические и другие свойства почв, т.е. вызывает их деградацию. При высокой степени засоления корнеобитаемого слоя почва становится практически бесплодной.

Процесс засоления почв может быть первичным (природным) и вторичным, обусловленным деятельностью человека. Именно вторичное засоление следует рассматривать как деградиционный почвенный процесс. Однако расчленить их бывает сложно. Природные засоленные почвы и породы являются, как правило, источником солей при развитии вторичного засоления.

Чаще всего вторичное засоление возникает при орошении почв, подтоплении территории и эоловом поступлении солей в почву. Избыточные поливы при орошении обычно приводят к подъему грунтовых вод. В условиях сухого и жаркого климата при глубине грунтовых вод менее 3 м начинается процесс интенсивного расхода грунтовых вод на испарение и

транспирацию растениями, что приводит к накоплению легкорастворимых солей в почве. Этот процесс происходит быстрее, если грунтовые воды минерализованы или в почвообразующих породах содержатся легкорастворимые соли. В условиях недостаточной дренированности территории орошение неизбежно приводит к развитию процесса вторичного засоления. Этот же процесс протекает и в условиях подтопления на неорошаемых землях как вокруг орошаемых массивом, так и в зоне влияния водохранилищ и иных искусственных водоемов.

Другой причиной, вызывающей развитие вторичного засоления почв, являются оросительные воды повышенной минерализации, а также техногенное загрязнение территории минерализованными буровыми и сточными водами.

Эоловый перенос солей (перенос ветром) также является одним из важных факторов, вызывающих вторичное засоление почв. Он наиболее активно проявляется в приморских районах и в районах, где широко распространены поверхностно-засоленные почвы — солончаки.

Площадь засоленных почв разного генезиса, их комплексов и сочетаний (без учета глубоко- и потенциально засоленных почв) составляет, по разным источникам, от 44 млн до 54 млн га, что соответствует приблизительно 3% от общей площади России. В почвенном покрове сельскохозяйственных угодий России засоленные почвы занимают, по разным источникам, от 22 млн до 28 млн га, что соответствует 10-13% от общей площади этих угодий. Площадь солонцовых земель в составе сельскохозяйственных угодий России, которые включают не отдельно солонцы и солонцеватые почвы, а их комплексы с другими почвами (черноземы, каштановые почвы), составляет, по разным источникам, от 24 млн до 30 млн га, что соответствует 11-13% от общей площади сельскохозяйственных угодий.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Понятие о почве.
- 2) Основные функции почв.
- 3) Важнейшие элементы почвенного плодородия.
- 4) Понятие о плодородии, воспроизводство почвенного плодородия
- 5) Искусственное и естественное плодородие.
- 6) Потенциальное и эффективное плодородие.
- 7) Экономическое и относительное плодородие.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
2. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
3. **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

*Дополнительная*

1. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).
2. **Баздырев Г.И.**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. **Синицына Н.Е.**Почвы Саратовской области/ Н.Е. Синицына, В.В. Кравченко, С.И. Сысоев, В.И. Губов, Ю.М. Гришин, Т.И. Павлова; Под общей ред. Синицыной Н.Е.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 98 с.
4. **Шеин Е.В.** Агрофизика/ Е.В. Шеин, В.М. Гончаров. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 400с. Ил. (Высшее образование).
1. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России/ Под редакцией академиков Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. <http://library.sgau.ru>; <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 2.

### ПОЧВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АГРОЭКОСИСТЕМЫ

При проведении комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения необходимо учитывать следующие положения:

1. Комплексный мониторинг за состоянием плодородия почв должен осуществляться путем сплошного обследования с использованием современных средств инструментально-аналитической и вычислительной техники и дистанционных методов.

2. При ограниченных объемах финансирования комплексный мониторинг плодородия почв по рекомендованному ОСТАми набору показателей должен в первую очередь охватить регионы, на которые приходится основной объем производства сельскохозяйственной продукции, а мониторинг токсикологического и радиологического загрязнения почв может быть ограничен локальным обследованием почв и посевов в местах возможного загрязнения.

3. По каждому показателю плодородия почв необходимо иметь региональные оптимальные величины (критерии) и диапазон их возможных колебаний.

#### **2.1. Общие сведения о почвах земельного участка при проведении комплексной оценки плодородия почв**

При проведении комплексной оценки плодородия почв сельскохозяйственных угодий необходимо иметь информацию о местоположении земельного участка (поля), ландшафтно-экологическую характеристику и эколого-генетическую характеристику почв. Для этих целей используют данные литературы, а также материалы Земельного кадастра и региональных научных учреждений.

При отсутствии соответствующей информации по отдельным показателям общих сведений о почвах обследуемых земельных участков их определяют государственные центры (ГЦАС) и станции (ГСАС) агрохимической службы, соответствующие зональные и региональные научные учреждения.

Информацию о почвенном покрове, необходимую для объективной паспортизации каждого земельного участка и для последующей интерпретации результатов мониторинга, получают по результатам корректировки почвенных карт или крупномасштабной почвенной съемки с отражением СПП.

Корректировка предусматривает внесение исправлений в материалы ранее проведенных крупномасштабных почвенных обследований и заключается в дополнении содержания, уточнении границ контуров почв на карте или пересоставлении картографических приложений с показом СПП, т.е. в приведении материалов крупномасштабных почвенных обследований прошлых лет в соответствие с современными экологическими, экономическими и технологическими требованиями к сельскохозяйственному производству.

Корректировке подлежат следующие материалы крупно-масштабных почвенных исследований:

- а) материалы, составленные 15 лет назад и более;
- б) материалы любого срока обследования, если основой для составления почвенной карты служил контурный план землепользования;
- в) материалы хозяйств, в которых не менее двух лет назад на значительных площадях проведена коренная мелиорация (осушение, орошение и т.д.), а также хозяйств, где в период последних трех-пяти лет имели место интенсивные процессы эрозии и дефляции почв;

г) материалы по содержанию доброкачественные, но в которых границы обследования не совпадают с современными границами землепользования или в последние три-пять лет произошли существенные внутрхозяйственные трансформации угодий;

д) материалы, выполненные менее 15 лет назад, в составе которых почвенная карта доброкачественна, составлена на основе аэрофотосъемки и топографической карты, но нет необходимого состава и надлежащего качества приложений (картограммы, очерка и т.д.).

Недостатки в материалах крупномасштабных почвенных обследований, подлежащие устранению, могут относиться как к самой карте, так и к сопровождающим ее картографическим и текстовым приложениям. На почвенной карте могут быть следующие недостатки:

а) несоответствие отдельных контуров, отображенных на почвенной карте, с натурой вследствие низкого качества плановой основы, на которой составлялась почвенная карта, вследствие проведения коренной мелиорации, появления окультуренных вариантов почв или, наоборот, ухудшения их при неправильном использовании (эрозия, засоление, заболачивание);

б) несоответствие границ хозяйства, границ и видов угодий, отраженных на карте, с реально существующими в данное время;

в) недостаточная полнота содержания почвенной карты вследствие того, что действующие ранее инструкции не предусматривали отображения тех или иных важных данных на картах и применялась упрощенная классификация почв;

г) несоответствие наименований основных почв, выделенных на карте, их современной номенклатуре;

д) неточность почвенной контуровки (точность выделения контуров на карте не соответствует требованиям, изложенным в современных инструкциях, пропущены отдельные контуры, даны неправильные генетические определения почв);

е) на карте слабо отражены СПП и неоднородность почвенного покрова, в том числе агрономически значимая. Большая часть ареалов диагностируется по преобладающей почве;

ж) почвообразующие породы характеризуются в пределах верхнего метра;

з) рельеф не получил отражения на карте, хотя его роль несомненна (как самостоятельного экологического фактора, так и фактора дифференциации почвенного покрова).

Приложениям, сопровождающим почвенную карту, могут быть свойственны следующие недостатки:

а) отсутствие того или иного требуемого инструкцией картографического приложения или почвенного очерка;

б) неполноценность содержания картографических приложений вследствие ограниченного количества анализов, отсутствия полевых и лабораторных данных по физическим свойствам почв и др.;

в) неправильное содержание картографических приложений в связи с перечисленными неточностями и недостатками, имевшими место на почвенной карте, служившей исходным документом для составления приложений.

Необходимость и очередность корректировки тех или иных материалов и объемы предстоящих работ по корректировке почвенных обследований прошлых лет устанавливают начальники почвенно-агрохимических подразделений государственных центров и станций агрохимической службы по результатам тщательного изучения имеющихся материалов, составляют список хозяйств, на территории которых планируются работы по корректировке.

В список заносят следующие сведения:

а) название хозяйства и административный район;

б) год обследования и название организации, выполнявшей обследование;

в) площадь (общая);

- г) тип основы, на которой было выполнено почвенное обследование;
- д) сведения о состоянии землепользования, о различных мелиорациях на его территории и коренных мелиорациях на соседних землях, оказавших влияние на земли данного хозяйства;
- е) краткую характеристику имеющейся почвенной карты;
- ж) группу, к которой относятся данные материалы, краткий перечень предстоящих работ по корректировке карты и примерный объем работ;
- з) наличие или отсутствие картограмм (если картограммы имеются, то указать, какие и требуют ли они корректировки);
- и) перечень картограмм, которые будут составлены в процессе корректировочных работ;
- к) имеется ли почвенный очерк и соответствует ли он требованиям Инструкции по почвенным обследованиям;
- л) какой раздел очерка должен быть исправлен, дополнен или составлен заново во время корректировочных работ;
- м) объем корректировочных работ в целом на территории данного хозяйства;
- н) тип основы, на которой будут проводить работы по корректировке ранее проведенных крупномасштабных почвенных обследований.

#### ***Корректировка почвенных карт***

Корректировка почвенной карты возможна лишь при наличии доброкачественных картографических основ — топографической карты и аэрофотоснимков. Масштаб аэроснимков, используемых при корректировке, может быть крупнее, равен или несколько мельче масштаба корректируемой карты. Масштаб фотоплана должен быть равен или крупнее масштаба корректируемой карты.

Корректировочные работы нельзя проводить только на основе контурного плана землепользования. При корректировке почвенной карты в распоряжении почвовед-агрохимика (исполнителя работ) должны быть не только оригиналы корректируемой карты и сопровождающих ее документов, но и рабочая полевая почвенная карта с нанесенными разрезами, а также полевые журналы, содержащие описания разрезов.

Работы камерального периода начинают с тщательного изучения всех материалов почвенного обследования и прежде всего почвенной карты и очерка о почвах хозяйства.

Затем переходят к изучению материалов аэрофотосъемки и сопоставлению почвенной карты с изображением территории на аэроснимках, в результате чего создается объективное представление о закономерностях распределения почв в связи с ландшафтом местности, устанавливают дешифровочные признаки различных почв, выявляют в первом приближении неточности в выделении почвенных контуров, пропущенные из-за тех или иных причин контуры и другие недостатки, которые содержит корректируемая карта.

Выясняют вероятные причины недостатков, анализируют обеспеченность почвенных контуров разрезами и выборочно знакомятся с их описанием. Для этого обращаются к полевой почвенной карте, на которой нанесены точки заложения разрезов, и к журналам с полевыми описаниями разрезов.

Территорию, где возможны изменения в почвенном покрове, связанные с хозяйственной деятельностью человека (улучшение или ухудшение почв), устанавливают путем анализа фотоизображения. Величина полей, тон их изображения, отсутствие или наличие пятнистости на их поверхности, изображение «выпотов» солей, эрозионных промоин и т.д. являются опорными признаками для определения состояния почвенного покрова.

На основе проведенного анализа первичных материалов и данных аэрофотосъемки составляют предварительный макет обновленной почвенной карты.

Выделяют контуры почв, не вызывающие сомнений. В контурах, требующих уточнения, намечают места заложения разрезов.

Выборочно намечают также единичные разрезы среди достоверных контуров наиболее распространенных почв, чтобы проверить общую правильность диагностирования почв на корректируемой карте и установить, что с этими почвами не произошло существенных изменений. При этом учитывают сеть заложенных при первичном почвенном обследовании разрезов и в первую очередь намечают места заложения разрезов (основных и контрольных) в тех контурах, которые не были обеспечены разрезами.

По окончании составления предварительной карты намечают примерную сеть маршрутов таким образом, чтобы при проведении полевых работ была возможность осмотреть все контуры почв, выделенные в результате камерального анализа, и корректуры по аэроснимкам, как требующие проверки в натуре.

Полевые работы начинают с получения информации от руководителей хозяйства о произошедших после предшествовавшего обследования изменениях в состоянии землепользования, проведенных мелиорациях, возникновении новых явлений в почвенном покрове и т.д. В результате уточняют места обязательного исследования почв в поле, пункты заложения разрезов и схемы маршрутов.

Для проведения полевых работ по корректировке почвенной карты закладывают преимущественно основные разрезы и полуямы. Основные разрезы закладывают для выяснения изменений, произошедших с почвами с момента съемки, а также для диагностирования спорных и вновь выделенных контуров, не отображенных ранее на карте. Из всех основных разрезов и ряда полуям берут пробы почв на анализ в соответствии с действующими инструкциями и рекомендациями по почвенным обследованиям.

Количество разрезов в соотношении между основными разрезами, полуямами и прикопками при корректировочных работах заранее установить трудно, так как они будут различными в зависимости от степени изменений, произошедших в почвенном покрове современности составления корректируемой карты, правильности диагностирования почв, полноты характеристики почв и обеспеченности данными анализов химических и физических свойств почв, приведенных в очерке. Критерием определения количества разрезов является требование, чтобы каждый вновь выделенный или иначе названный контур должен быть обеспечен разрезом, заложенным вновь или сделанным ранее при составлении первоначальной карты.

При корректировке почвенной карты на территории, где проводили коренные мелиорации, в период полевых работ исследуют прежде всего более динамичные свойства почв: глубину залегания солей, глубину залегания и минерализацию грунтовых вод, мощность гумусового горизонта и т.п. Такие же устойчивые характеристики, как механический состав, проверяют выборочно для контроля.

В период полевых работ по корректировке почвенной карты собирают необходимые агрономические сведения: данные об урожайности разных культур и об истории полей (агротехнические, мелиоративные, противоэрозионные и другие мероприятия), сведения о местном опыте использования почв, проведении работ по повышению плодородия почв и др. Эти сведения используются для корректуры или пересоставления агропроизводственной группировки почв и соответствующих разделов очерка.

Работы послеполевого камерального периода ничем существенно не отличаются от таковых при первичных крупномасштабных обследованиях по полной программе. При отборе проб на анализ руководствуются следующими задачами:

- а) получение характеристики почв тех участков, где предположительно могут быть изменения почвенных свойств в результате осуществленных хозяйственных воздействий;
- б) получение характеристики почв дополнительно выделенных контуров;
- в) получение характеристики почв с целью правильного диагностирования почв, вновь выделяемых на корректируемой карте, выборочного контроля первоначальных определений почвенных разновидностей, углубления их характеристик, в том числе аналитических.

После проведения анализов составляют окончательный оригинал почвенной карты.

Если материалы крупномасштабных исследований доброкачественные, но существующие границы хозяйств не совпадают с границами ранее обследованных территорий или на них произошли существенные изменения в составе угодий и их использовании, то необходимо провести работу по объединению нескольких почвенных карт (или их частей) в одну карту на основе плана землепользования. Эта работа проводится камерально. Если на какую-то часть территории карты не существует или она требует коррек-

ровки в поле, то на этот участок планируют соответствующие полевые работы.

## 2.2. Корректировка картограмм и очерков

Основной формой агрономической интерпретации и обобщения материалов крупномасштабных почвенных исследований является агрономическая группировка почв. Картограмму агрономической группировки почв и рекомендации по их использованию не корректируют, а пересоставляют вновь, так как изменение содержания почвенной карты в разных ее частях даже на 20-25% влечет за собой перестройку всего материала. Исходным материалом для пересоставления агрономической группировки почв (в порядке проведения корректуры материалов прежних лет) служат откорректированная почвенная карта и собранные в период корректурных работ сведения об урожайности сельскохозяйственных культур на обсле дуемых земельных участках, полях, их истории и другие сведения, собранные ранее при первичных почвенных обследованиях и полученные в период их корректировки.

Корректировка сопровождающих почвенную карту картограмм, карт (каменистости почв, солонцов и солонцеватых почв, гранулометрического состава почв, засоленности почв, эродированных земель и противоэрозионных мероприятий и др.) и очерков выполняется в завершающий камеральный период. Исходным материалом для их составления служат откорректированная почвенная карта и дополнительно собранный полевой и лабораторно-аналитический материал. При этом нужно в полной мере использовать первичный материал корректируемых картограмм, карт и очерков.

Если почвенная карта корректировки не требует, но надлежащего состава картограмм и карт по специальной характеристике почв (эродированности, засоленности, солонцеватости, переувлажнению, каменистости и др.) не имеется, то для их составления необходимо проведение полевых, лабораторных и камеральных работ по полной программе и по соответствующим методикам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

4. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
5. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
6. **Муха В.Д.** Агропочвоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

### *Дополнительная*

5. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).

6. **Баздырев Г.И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
7. **Синицына Н.Е.** Почвы Саратовской области/ Н.Е. Синицына, В.В. Кравченко, С.И. Сысоев, В.И. Губов, Ю.М. Гришин, Т.И. Павлова; Под общей ред. Синицыной Н.Е.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 98 с.
8. **Шеин Е.В.** Агрофизика/ Е.В. Шеин, В.М. Гончаров. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 400с. Ил. (Высшее образование).

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. <http://library.sgau.ru>; <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

### Лекция 3.

## ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМАМИ

### 3.1. Роль микроорганизмов в повышении плодородия почв и круговороте питательных веществ

Плодородие почвы тесно связано с деятельностью почвенных микроорганизмов, под действием которых происходят минерализация органических остатков и гумусообразование, разрушение первичных и вторичных минералов почвообразующих пород и извлечение из них необходимых для растений и почвенных микроорганизмов питательных элементов, микробное связывание молекулярного азота атмосферы симбиотическими, несимбиотическими и ассоциативными азотфиксаторами.

Размеры фиксации атмосферного азота в ассоциации «небобовое растение — микроорганизмы» колеблется в широких пределах — от 3 до 150 кг/га в год. Доля биологически фиксированного азота микроорганизмами из атмосферы (биологического азота) в урожае бобовых культур составляет, по данным разных источников, 50-80%.

Микроорганизмам принадлежит главная роль в круговороте азота (азотфиксация, аммонификация, нитрификация, иммобилизация азота, денитрификация), целенаправленное регулирование которого позволит наиболее рационально, экологически обоснованно использовать азотные удобрения.

Ведущая роль микроорганизмам принадлежит в круговороте серы, цикл превращения которой сходен с циклом азота, а также в переводе нерастворимых фосфатов и других питательных элементов в доступные для растений и почвенных микроорганизмов формы. Некоторые почвенные микроорганизмы благодаря образованию кислот способны растворять недоступные для растений фосфаты кальция, более стойкие фосфаты железа и алюминия, а также переводить фосфор из органических веществ в водорастворимую форму.

Отечественными и зарубежными исследованиями установлена возможность улучшения фосфорного питания растений при симбиозе высших растений с эндомикоризными грибами, способными образовывать везикулярно-арбускулярные микоризы (ВАМ). В отличие от эктомикоризных грибов, оплетающих корни своими гифами, эндомикоризные грибы развиваются внутри коркового слоя корня. Отечественными миколого-ботаническими исследованиями установлено развитие эндомикориз в корнях различных сельскохозяйственных культур, в том числе бобовых и злаковых.

Почвенные микроорганизмы принимают участие в детоксикации пестицидов, при этом микробиологическое разложение пестицидов усиливается при внесении органических удобрений. Органические удобрения и свежие растительные остатки также повышают ферментативную активность почв и содержание веществ, катализирующих процессы трансформации пестицидов. Таким образом, плодородие почв и его рациональное использование в земледелии в значительной степени определяются интенсивностью и направленностью биохимических процессов, связанных с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов.

### 3.2. Роль микроорганизмов в трансформации органических веществ

Под действием микроорганизмов происходит минерализация органических веществ в почве, а часть первичного органического вещества превращается в особую группу высокомолекулярных соединений — специфические гумусовые вещества. Наиболее благоприятные для сельскохозяйственных культур водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы создаются в высокогумусированных почвах. При этом структура,

поглощительная способность, кислотность, буферность, водно-физические, физические и другие агрономически важные свойства почвы зависят не только от степени их гумусированности, но и от качественного состава гумуса. Более оптимальные для растений почвенные условия создаются при преимущественном синтезе микроорганизмами гуминовых кислот.

Под действием микроорганизмов одновременно с процессом гумификации происходит минерализация гумуса. При минерализации гумуса в почвенный раствор переходят не только питательные элементы, особенно азот и сера, но и происходит обогащение приземного слоя воздуха углекислотой, повышающее продуктивность растений на 30-100% , и выделение энергии, без которой невозможна жизнедеятельность почвенных организмов и процессы почвообразования. В 1 г гумуса аккумулируется в среднем около 5000 калорий.

Высокогумусированные почвы характеризуются также более высоким содержанием различных физиологически активных веществ микробного происхождения, что также положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур и качестве растениеводческой продукции.

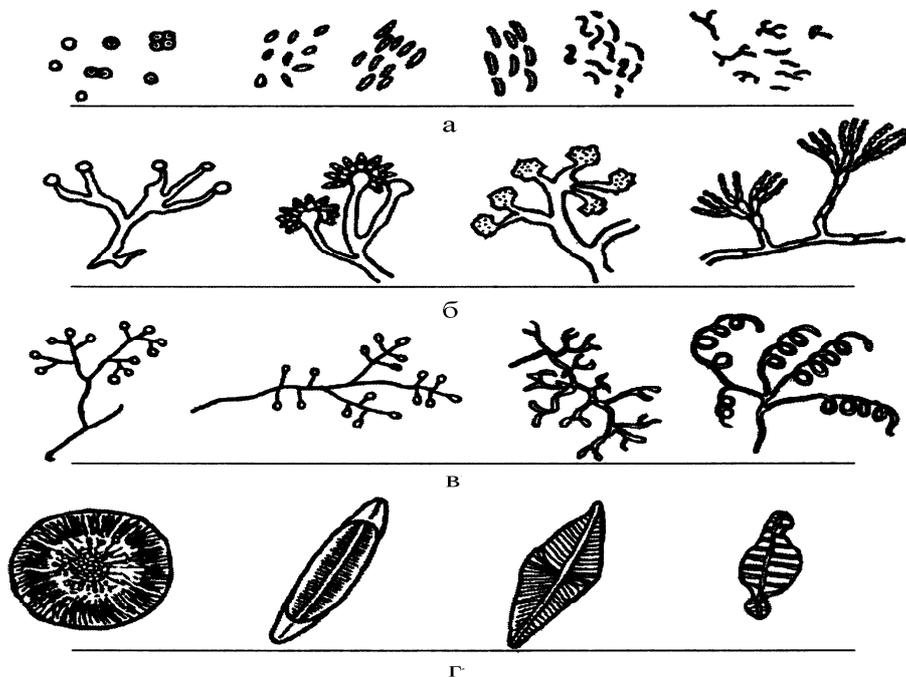


Рис. 1. Микроорганизмы в почвах (по Д.М. Новогрудскому)  
а-бактерии, б- низшие почвенные грибы,

#### **Определение биологической активности почв**

Интенсивность биохимических процессов, связанных с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов (переработка органических остатков, образование и минерализация гумуса, разрушение минералов, азотфиксация молекулярного азота атмосферы и др.), характеризуется биологической активностью почв. Определение биологической активности почв необходимо для целенаправленного ее регулирования в целях создания для культурных растений оптимальных почвенных условий, рационального и экологически

безопасного применения удобрений и других средств химизации.

В настоящее время для оценки биологической активности почв используют следующие методы:

- выделение углекислоты, т.е. «дыхание» почвы ;
- методы учета почвенной активности аммонификации, нитрификации и азотфиксации;
- скорость разложения клетчатки;
- активность ферментов, катализирующих окислительные процессы (оксидоредуктаз);
- абсолютное количество микроорганизмов, особенно азотобактера, эпифитных и неспоровых почвенных бактерий.

Для агрохимической службы наиболее приемлемыми являются методы учета активности аммонификации, нитрификации и азотфиксации. Полученные при использовании этих методов данные могут быть использованы не только для оценки биологической активности почв, но и в качестве исходной инфор-

мации для планирования применения азотных удобрений на обследованном земельном участке. Сроки и способы отбора почвенных образцов для определения этих показателей, а также группировки почв для оценки биологической активности по способности почв к аммонификации, нитрификации и азотфиксации устанавливают ГЦАС (ГСАС) совместно с соответствующими региональными научными учреждениями применительно к конкретным почвенноклиматическим условиям.

Для определения биологической активности почв не исключается использование и других перечисленных методов.

#### ***Регулирование биологической активности почв***

Биологическую активность почв регулируют внесением рациональных доз органических, включая сидераты, солому и другие источники органического вещества, и минеральных удобрений, известкованием кислых почв, гипсованием (мелиоративной обработкой) солонцовых земель, промывками и химической мелиорацией засоленных земель, освоением научно обоснованных севооборотов, правильной механической обработкой почвы и проведением соответствующих культуртехнических работ, противозерозионных и других мероприятий применительно к конкретному земельному участку (полю севооборота). При благоприятных условиях бобовые культуры в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивают до

150-600 кг/га азота атмосферы (приложение 47), а свободноживущие азотфиксаторы — до 24-42 кг/га.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключается малый биологический круговорот веществ?
2. Расскажите о стадиях формирования почв.
3. Каково значение почвообразующих пород в процессе почвообразования?
4. В чем заключается влияние климата на формирование почв?
5. Как влияет рельеф на формирование почв?
6. В чем заключается различие влияния древесных пород и травянистой растительности
7. на почвообразование?
8. Назовите основные функции микроорганизмов в формировании почв.
9. Раскройте понятие «возраст почв».
10. Как влияет хозяйственная деятельность человека на почвообразование?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
2. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
3. **Муха В.Д.** Агропочвоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

*Дополнительная*

1. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).
2. **Баздырев Г.И.**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. **Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., РудаковаТ.А., Кирюшин А.В.**
  - а. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М. 2012. – 186 с.
4. **Мотузова Г.В.** Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 3-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 168 с. (Классический учебник МГУ.
- 5.

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. <http://library.sgau.ru>; <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 4

# ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

### 4.1. Научно-методические основы определения показателей физических и водно-физических свойств почв

Изучение физических свойств почв является необходимой составной частью комплексной оценки и мониторинга и плодородия почв. В агрохимслужбе эти исследования ранее не проводились, что не позволяло проводить комплексную оценку плодородия почв и разработку мероприятий по его воспроизводству. Перечень показателей физических и водно-физических свойств почв при проведении комплексного мониторинга определен ОСТами 10 294-2002 — 10 297-2002.

Для отработки методических и организационных вопросов в первую очередь целесообразно организовать эти исследования в системе локального мониторинга плодородия почв на реперных участках.

Необходимость изучения физических и водно-физических свойств почв вызвана следующими соображениями:

— содержание агрегатов агрономически ценного размера (10-0,25 мм) при сухом просеивании почвы определяет условия протекания почвенно-физических процессов, степень крошения почвы при обработке, устойчивость ее к водной и ветровой эрозии, относительную устойчивость почвы к уплотняющему воздействию сельскохозяйственной техники;

— содержание глыбистой фракции при сухом просеивании является информативным показателем изменения физического состояния почв как при окультуривании, так и при их физической деградации;

— содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм характеризует устойчивость создаваемого обработкой сложения почв во времени;

— равновесная плотность почв, являющаяся в значительной мере интегральным показателем физического состояния, определяет многие условия жизни растений, степень окультуренности или деградированности почв;

— показатель водопроницаемости почв определяет впитывание выпадающих осадков и поливной воды;

— полевая или наименьшая влагоемкость отражает водоудерживающую способность почв, определяет влагообеспеченность растений и длительность межполивного периода в орошаемых условиях;

— показатели максимальной гигроскопической влажности и влажность устойчивого завядания используют для определения содержания доступной влаги в почве;

— мощность пахотного слоя используют для определения в нем запасов влаги и питательных элементов, расчета доз удобрений и химических мелиорантов, оценки степени окультуренности почв.

### 1.2. Определение физических и водно-физических свойств почв

Описание методов изучения основных агрофизических свойств почв приведено в книге А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной «Методы исследований физических свойств почв».

Отбор проб для определения структурного состояния (сухое и мокрое просеивание по методу Н.И. Саввинова), определение равновесной плотности, водопроницаемости, полевой или наименьшей влагоемкости проводятся на специальных площадках по основным почвенным выделам.

Пробы для определения структурного состояния почв в количестве 0,5-1,0 кг каждый отбирают из пахотного горизонта в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см, если мощность пахотного слоя достигает 30 см, — в 3-кратной повторности.

Равновесную плотность определяют в конце вегетационного периода (перед уборкой или после уборки урожая) в пахотном слое с поверхности, с 10 и 20 см — в пятикратной повторности, в подпахотном горизонте до 50 см — в 3-кратной повторности.

Водопроницаемость почв определяется с поверхности почвы методом заливаемых площадей (методом рам, прибором ПВН) в 3-кратной повторности. Напор воды в рамках или кольцах ПВН — 5 см. Водопроницаемость определяют в течение 6 ч с тем, чтобы установить не только скорость впитывания влаги (первые 2-3 ч), но и фильтрации (5-6-й часы).

Полевую (наименьшую) влагоемкость определяют через 2-3 дня после определения водопроницаемости в тех же рамках (кольцах ПВН), которые после завершения 6-часового опыта определения водопроницаемости заливают до верха водой, тщательно укрывают пленкой (сеном и т.п.) для предотвращения потери влаги из почвы на испарение. Пробы отбирают через 2-3 суток послойно через каждые 10 см на глубину промачивания. Одновременно определяется влажность по тем же глубинам вне рам (контроль).

Структурный анализ (сухое и мокрое просеивание по Н.И. Саввинову) проводят в лаборатории. На основе сухого просеивания рассчитывают содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм), содержание глыбистой фракции (> 10 мм), а на основе мокрого просеивания — содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм.

Отклонение показателей физических и водно-физических свойств от оптимального состояния приводит к ухудшению водно-воздушного и теплового режимов, биологической активности, пищевого режима и в целом к снижению почвенного плодородия. Соответственно резко снижаются эффективность применения средств химизации, урожайность и качество продукции растениеводства.

Поэтому задача земледельца — поддержать физические и водно-физические свойства почв в пределах оптимума и не допускать их выхода за пределы слабого снижения и превышения от оптимальных значений.

Результаты обследования почв по агрофизическим и водно-физическим показателям используют при комплексной оценке плодородия почв, разработке рекомендаций по применению средств химизации и проектов производства продукции растениеводства, механической обработке почвы, при планировании мелиоративных мероприятий и др.

### **Вопросы для самопроверки**

11. В чем заключается малый биологический круговорот веществ?
12. Расскажите о стадиях формирования почв.
13. Каково значение почвообразующих пород в процессе почвообразования?
14. В чем заключается влияние климата на формирование почв?
15. Как влияет рельеф на формирование почв?
16. В чем заключается различие влияния древесных пород и травянистой растительности
17. на почвообразование?
18. Назовите основные функции микроорганизмов в формировании почв.
19. Раскройте понятие «возраст почв».
20. Как влияет хозяйственная деятельность человека на почвообразование?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

4. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
5. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
6. **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

*Дополнительная*

6. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).
7. **Баздырев Г.И.**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
8. **Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., РудаковаТ.А., Кирюшин А.В.**.  
а. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М. 2012. – 186 с.
9. **Мотузова Г.В.** Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация,  
10. экологическое значение, мониторинг. Изд. 3-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 168 с. (Классический учебник МГУ.

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. [http://library.sgau.ru.](http://library.sgau.ru;); <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 5.

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

#### 1.1. Отбор проб почвы и растений

Для эколого-токсикологической оценки почв сельскохозяйственных угодий отбирается объединенная проба почвы с каждого поля или отдельно обрабатываемого участка в ходе проведения агрохимического обследования. В случае, если поле севооборота состоит из нескольких участков, то объединенная почвенная проба отбирается с каждого участка.

В тех случаях, когда выявляются участки с содержанием тяжелых металлов (ТМ) или остаточных количеств пестицидов (ОКП) выше ПДК (ОДК), проводят вторичный отбор проб почвы с этих участков в конце вегетационного периода.

Объединенную пробу составляют не менее чем из 30-40 точечных проб, отобранных тростевым буром БП-25-15 на глубине пахотного горизонта. На почвах легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные), а также на сельскохозяйственных угодьях, занятых многолетними травами, допускается отбор проб лопатой. На сенокосах и пастбищах отбор точечных проб производят на глубине гумусового горизонта, но не менее чем на 10 см, в садах и виноградниках — 0-20 и 20-40 см. При наличии плотной дернины или войлочной подстилки их отбирают как самостоятельную пробу массой до 600 г. Масса объединенной пробы почвы должна быть не менее 1,5 кг.

Если угодье примыкает к явному источнику загрязнения (промзона, шоссе и др.), то вблизи источника (до 200 м от него) берется отдельная объединенная проба. В этих случаях пробы берут и из более глубоких горизонтов (20-40, 40-60 см), чтобы более точно определить источник загрязнения.

Номер объединенной пробы должен соответствовать номеру поля (участка), обозначенному на плане внутрихозяйственного землеустройства с границами земельных участков (полей севооборотов) и контурами почв.

В случае обнаружения выраженных понижений на поле (блюдцеобразные западины, русла временных водотоков и т.д.) с этих участков отбирают отдельную объединенную пробу почвы.

Если обследуемое поле (участок) расположено на различных элементах рельефа (плато, склон, подножье склона), то объединенная проба почвы отбирается с каждого элемента рельефа.

Каждую объединенную пробу почвы помещают в полотняный мешок или полиэтиленовый пакет и вкладывают туда этикетку установленного образца. Отобранные пробы почвы высушиваются в проветриваемом затененном месте до воздушно-сухого состояния.

Пробы растений с выделением основной и побочной продукции отбирают на тех же участках, что и пробы почвы, перед уборкой урожая. Для получения объединенной пробы растений массой 1 кг натуральной влажности рекомендуется отбирать не менее 10 точечных проб. Точечные пробы отбираются с пробных площадок, закладываемых по маршруту отбора проб почвы, с типичным состоянием растений. В зависимости от вида сельскохозяйственных культур размер пробных площадок может быть 1x1 м (для культур сплошного сева) или 1x2 м (для пропашных культур).

В полевых условиях наземную часть растений срезают острым ножом, ножницами или серпом на высоте 3-5 см над поверхностью почвы, укладывают в полиэтиленовую пленку или крафт-бумагу, вкладывают этикетку установленного образца. Разделение срезанных растений на основную и побочную продукцию проводят в лаборатории. При отборе проб корнеплодов и клубнеплодов желателен их укладывать для транспортировки отдельно от ботвы.

Одновременно с отбором проб растительной продукции проводят визуальную оценку состояния посевов и отмечают наличие признаков угнетения или поражения сельскохозяйственных культур. Отбор проб травы и зеленой массы сельскохозяйственных культур проводят по ГОСТ 27262-87.

Методики проведения анализов изложены в специальной нормативно-методической документации (ГОСТ 29269-91, 26204-91, 26205-91, 26206-91, 26210-91, 26212-91, 26213-91, 26483-85 и др., ОСТ 10070-95, 10125-96 и др.)

Определение тяжелых металлов (ТМ) в первую очередь проводят в почвах, расположенных в зонах экологического бедствия, а также на сельскохозяйственных угодьях, прилегающих к загрязнителям почв ТМ, и на полях (участках), предназначенных для выращивания экологически чистой продукции. В почвенных пробах определяют «подвижные» формы ТМ и их валовое содержание. Степень загрязнения почв ТМ выявляют путем сравнения с предельно допустимой концентрацией (ПДК или ОДК) соответствующего элемента в почве или его фоновым содержанием.

Определение остаточных количеств пестицидов (ОКП) проводят в почвенных пробах, которые представляют наиболее характерные поля и участки. Особое внимание уделяют полям с интенсивным применением пестицидов, участкам полей, на которых технологически могут быть внесены повышенные количества препаратов (место заправки емкостей, развороты техники, движение техники, движение техники на подъем и т.п.), участкам с пониженным рельефом местности и др. Содержание ОКП проводят методом

газожидкостной хроматографии по официально утвержденным методикам. Результаты определения оценивают путем сопоставления с нормативами допустимого содержания пестицидов в почве (предельно допустимыми концентрациями — ПДК). Особо отмечают наличие в почвенных пробах ОКП с повышенной устойчивостью: хлорорганических пестицидов, сим-триазиновых гербицидов, трефлана и др.

## **1.2. Обследование сельхозугодий на проявление гербицидной фитотоксичности**

Составной частью обследования сельхозугодий является проведение визуального контроля за проявлениями фитотоксического действия и последствия гербицидов на сельскохозяйственные культуры. Под фитотоксичностью гербицидов понимается токсическое действие самих гербицидов, их остаточных количеств и метаболитов, содержащихся в почве от ранее проведенных обработок, на сельскохозяйственные культуры. Фитотоксичность проявляется в виде общего хлороза растений, пожелтении, скручивании кончиков и краев листьев, стеблей и других частей растения, в отставании растений в росте, высыхании, отсутствии всходов и т.д. Характер угнетения и поражения растений может быть также различным:

сплошным на всем поле или на его части, на краях поля, пятнами («проплешинами»), полосами и т.д. При этом на пораженных участках растения могут отсутствовать полностью, произрастать куртинами или находиться в разной степени угнетения. Переход между пораженными и непораженными участками может быть плавным или четко выраженным.

При визуальном обследовании не всегда можно достоверно установить фитотоксичность как причину поражения растений. Аналогичные признаки угнетения и гибель растений могут быть вызваны и другими причинами: вымоканием растений, засолением почв, передозировкой удобрений, болезнями и т.д. Однозначное заключение о проявлении гербицидной фитотоксичности, как правило, может быть дано лишь после отбора почвенных проб и их анализа на содержание остаточных количеств гербицидов и их фитотоксичных метаболитов. Предварительные выводы могут быть сделаны также на основании истории поля: ассортимента и количества внесенных гербицидов, в том числе на полях, расположенных

рядом с обследуемыми угодьями.

Визуальный контроль гербицидной фитотоксичности осуществляется во время отбора почвенных образцов. В процессе контроля производится оценка интенсивности (характера) и масштабов повреждения растений в баллах по следующим критериям:

*1 балл* — наблюдается хлороз растений, пожелтение листьев, скручивание их краев или кончиков, изгибы стеблей и черешков, другие морфологические изменения, отставание в росте (менее 30% к контролю); перечисленные признаки (один или одновременно несколько) в слаборазвитой форме проявляются пятнами или на отдельных участках;

*2 балла* — перечисленные признаки проявляются в большой степени, отставание в росте растений более 30%, посевы изрежены, имеются отдельные пятна без растений (культурных и сорняков) площадью не более 100 м<sup>2</sup>;

*3 балла* — выпадение растений составляет более 30%, имеются пятна без растений площадью более 100 м<sup>2</sup>;

*4 балла* — наблюдается гибель растений на значительных площадях сельхозугодий (более 1 га) или полностью на полях, площадь которых не превышает 1 га.

При осуществлении контроля гербицидной фитотоксичности в ведомости полевого обследования указывают: культуру, на которой отмечают проявление фитотоксичности, ее сорт; фазу развития растений; состояние растений и морфологические изменения; характер поражения растений на территории, размеры пораженных участков.

При обнаружении проявлений фитотоксичности с интенсивностью 2 балла специалисты токсикологических подразделений ГЦАС (ГСАС) проводят дополнительное обследование таких полей.

Отдельные смешанные пробы отбирают на участках, где растения отсутствуют полностью (на «проплешинах»); растения угнетены в той или иной степени; признаки фитотоксичности не наблюдаются («фон»).

Отбор проб производится по общепринятой методике на глубину пахотного слоя. В этикетке пробы помимо обычных показателей приводят показатели, перечисленные выше (степень угнетения растений, фаза их развития и т.д.). На участках со средней изреженностью посевов и на «фоновых» участках наряду с почвой отбирают пробы растений по принятой в токсикологических исследованиях методике.

Для угодий, на которых установлены случаи проявления гербицидной фитотоксичности, изучают историю путем сбора в хозяйствах информации, которая должна включать сведения о культуре -предшественнике, режиме орошения, применении удобрений и гербицидов в текущем году и предыдущих. Информация о применении средств химизации должна включать данные о виде (наименовании) примененного средства, сроках, дозах, кратности и способе применения.

Картографирование почв сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и других токсикантов проводят путем составления картограмм. Основным исходным документом для составления картограмм являются полевая карта отбора почвенных проб и сводная ведомость результатов анализов. Картограммы содержания тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и других токсикантов составляются в том случае, когда хотя бы на одном участке обследуемой территории концентрация токсиканта превышает 0,5 ПДК (ОДК).

При составлении картограмм не допускается объединение в один контур полей (участков), относящихся к двум смежным группам.

Картографической основой для составления картограмм является последняя карта внутрихозяйственного землеустройства в масштабе 1:10000-1:25000.

Основой для составления картограмм содержания тяжелых металлов являются результаты содержания их валовых и подвижных форм в почвенных пробах и ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Градация почв по содержанию валовых и подвижных форм включает 5 групп.

Первая группа соответствует концентрациям элементов в почвах ниже 0,5 ПДК (ОДК), а численное значение верхней границы второй группы соответствует ПДК (ОДК) данного элемента в почве. Почвы, вошедшие в третью группу, относятся к территории с неудовлетворительной экологической ситуацией. Четвертая группа характеризует почвы, относимые к зоне чрезвычайной экологической ситуации, а пятая — к зоне экологического бедствия.

Таким образом, для отнесения обследуемых почв к той или иной группе агроэкологической оценки необходимо иметь три параметра: гранулометрический состав, степень кислотности почвы, определенной в солевой вытяжке, и валовое содержание тяжелого элемента.

Картографическое изображение содержания тяжелых металлов в почвах может быть выражено в виде отдельных или совмещенных картограмм.

Выделенные контуры раскрашиваются различными цветами:

1 группа — зеленый; 2 — синий; 3 — желтый; 4 — розовый; 5 группа — красный.

При составлении совмещенных картограмм на них должно быть отображено не более двух показателей, например, валовая и подвижная медь и др.

На совмещенных картограммах выделенные контуры одного показателя раскрашиваются, а другого — штрихуются. Почвы, отнесенные к первым трем группам эколого-токсикологической оценки, пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур, однако на почвах, отнесенных к третьей группе, вся продукция растениеводства должна ежегодно контролироваться на содержание тяжелых металлов. На почвах, отнесенных к четвертой и пятой группам, возможно возделывание только технических культур непродовольственного назначения по специальным технологиям.

Радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий проводится одновременно с агрохимическим и эколого-токсикологическим обследованиями. При этом используют единые картографическую основу, разбивку на элементарные участки и нумерацию почвенных проб.

Радиологическое обследование проводят путем замера гаммафона и отбора почвенных образцов. Для определения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения почв рекомендуется использовать дозиметры ДРГ-01Т, а в случае их отсутствия — дозиметры ДРГ-05М или сцинтилляционные геологоразведочные приборы СРП-88Н (СРП-68-01), работе на которых специалисты обучаются в подготовительный период. В соответствии с техническим описанием проводят проверку точности работы приборов в лаборатории и их госпроверку.

Гамма-фон измеряют по ходу маршрута в восьми точках элементарного участка. Если в пределах элементарного участка одна почвенная разность, а изменения в величине гамма-фона в какой-то точке выше предыдущего измерения на 10 мкР/ч (75с-1), проводят более детальные замеры в пределах этого элементарного участка. Дополнительные измерения гамма-фона проводят следующим образом: от этой точки вправо и влево прокладывают

дополнительные маршрутные ходы строго перпендикулярно к основной маршрутной линии и на расстоянии 30 м делают замеры.

### **Вопросы для самопроверки**

21. В чем заключается малый биологический круговорот веществ?
22. Расскажите о стадиях формирования почв.
23. Каково значение почвообразующих пород в процессе почвообразования?
24. В чем заключается влияние климата на формирование почв?
25. Как влияет рельеф на формирование почв?
26. В чем заключается различие влияния древесных пород и травянистой

- растительности
27. на почвообразование?
  28. Назовите основные функции микроорганизмов в формировании почв.
  29. Раскройте понятие «возраст почв».
  30. Как влияет хозяйственная деятельность человека на почвообразование?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
2. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
3. **Муха В.Д.** Агропочвоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

### *Дополнительная*

1. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).
2. **Баздырев Г.И.**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. **Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., Рудакова Т.А., Кирюшин А.В.**  
а. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М. 2012. – 186 с.
4. **Мотузова Г.В.** Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 3-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 168 с. (Классический учебник МГУ.
5. **Безуглова О.С.** Диагностика состава и свойств почв: Учебное пособие - Ростов-на-Дону, 2008. - 124 с

### *Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. [http://library.sgau.ru.](http://library.sgau.ru;); <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 6

# ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АГРОЭКОСИСТЕМЫ

### 6.1. Обследование почв и посевов сельскохозяйственных культур на засоренность

Сорняки являются серьезными конкурентами культурным растениям в борьбе за свет, воду, питательные вещества. Засоренность посевов является одним из основных факторов, снижающих эффективность применения удобрений и других мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. На образование 1 кг сухой массы сорняков расходуется до 1000 л воды и более, тот же показатель у культурных растений в 2-3 раза меньше. При сильной засоренности посевов из расчета на

1 га сорняками отчуждается из почвы и удобрений количество азота, фосфора и калия, достаточное для получения урожайности зерновых культур 3 т /га. В выносе NPK сорняками в среднем приходится на долю N — 46%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 15, K<sub>2</sub>O — 39%. Более объективные данные о выносе питательных элементов сорняками можно получить только при учете не только численности сорняков, но и их видового состава и биологической массы.

Кроме отчуждения питательных элементов сорняками, на засоренных посевах температура почвы снижается не менее чем на 2-4<sup>0</sup>С, что отрицательно влияет на активность почвенных микроорганизмов, процесс минерализации органических веществ в почве, пищевой режим культурных растений. Затеняя посевы, сорняки снижают процесс фотосинтеза сельскохозяйственных культур, они вытягиваются, становятся более нежными, менее прочными и полегают при первом же ливне.

Сорные растения являются также местообитанием и временным источником питания многих вредителей сельскохозяйственных культур, распространителями грибковых и бактериальных болезней. Корни некоторых сорняков (горчак ползучий и др.) выделяют фитонциды, угнетающие рост и развитие культурных растений, а ряд сорняков (амброзия и др.) оказывает аллергическое воздействие на людей.

Сорняки отрицательно влияют не только на урожайность, но и на качество продукции и ее безопасность. На засоренных полях снижаются белковость зерна, крахмалистость картофеля, сахаристость свеклы, питательная ценность кормов и т.д. Примеси коостра ржаного, гречихи татарской и других сорняков придают муке черный цвет, повышают ее влажность, приводят к затхлости и порче.

Ярутка, горча, вязель делают муку горькой и несъедобной, а примеси в зерне куколя и плевела могут вызвать даже отравление людей и животных.

При поедании коровами полыни, дикого лука и других сорняков молоко и молочные продукты приобретают неприятный вкус и запах, от хвоща молоко становится кровавым, при поедании щавеля оно свертывается и плохо сбивается. Поедание животными сорных растений, плоды которых снабжены острыми шипами, крючочками и т.п., может привести к воспалению слизистых оболочек и дыхательных путей, повреждению ротовой полости и пищевода. На засоренных полях повышаются затраты на уборку и доработку урожая, механическую обработку почвы, особенно на полях, засоренных корневищными сорняками.

Потери урожая сельскохозяйственных культур от сорняков зависят от степени засоренности посевов. С повышением засоренности резко снижается эффективность удобрений. Экономическую опасность в отечественном зем-

леделии представляют более 120 видов сорняков. Целесообразность проведения защитных мероприятий против сорной растительности, как и других вредных организмов сельскохозяйственных культур, устанавливают исходя из экономических порогов

вредоносности, выражающихся их численностью и массой на 1 м<sup>2</sup> или степенью покрытия ими поверхности почвы, при которых потери урожая в стоимостной оценке соответствуют возможным затратам на предотвращение этих потерь. Величины экономических порогов вредоносности зависят не только от видов сорняков, но и от сельскохозяйственных культур, а также стоимостного проведения

работ по интегрированной защите посевов от сорной растительности.

Обследование посевов сельскохозяйственных культур на засоренность сорняками проводят в соответствии с Инструкцией по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ. Оно возложено на Государственную службу защиты растений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Градации засоренности посевов по численности сорняков и проективному покрытию ими площади приведены в приложении . По результатам обследования сель-

скохозяйственных угодий на засоренность составляют картограммы засоренности земельных участков пахотных земель, многолетних насаждений и кормовых угодий. На картограммах засоренности указывают степень засоренности (слабая — менее экономического порога вредоносности, средняя и сильная); преобладающие виды сорняков; типы засоренности (простые — малолетний, корнеотпрысковый, корневищный, корнестержневой; сложные — их сочетания); видовой состав и степень засоренности посевов карантинными сорняками.

Для прогнозирования засоренности посевов и всесторонней оценки работ по интегрированной защите посевов сельскохозяйственных культур от сорняков при проведении мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных угодий наряду с засоренностью посевов проводят определение запаса семян и вегетативных органов размножения сорняков в почве (потенциальную засоренность) Определение запаса семян сорняков в почве включает следующие последовательные этапы:

- отбор почвенных образцов;
- удаление из почвенных образцов мелкой фракции путем отмывания их на ситах с отверстиями 0,25 мм;
- выделение семян сорняков из оставшейся минеральной фракции;
- определение видового состава семян сорняков и количества их в определенном слое почвы;
- определение всхожести семян сорных растений.

К органам вегетативного размножения сорняков относят луковицы, клубни, подземные стебли (корневища) и корни корнеотпрысковых сорняков с находящимися на них почками. Луковицы и клубни учитывают одновременно с семенами сорняков. Потенциальную засоренность почвы вегетативными органами корневищных и корнеотпрысковых сорняков определяют на учетных площадках размером 0,5х2 = 1 м<sup>2</sup>, размещаемых в 3-5 местах с одинаковым количеством розеток и стеблей на изучаемом участке.

Потенциальную засоренность пахотных земель выражают числом жизнеспособных семян сорняков по видам в млн шт/га в слоях 0-10, 10-20, 20-30 и 0-30 см (мощность пахотного слоя), на сенокосах и пастбищах, в гумусном горизонте (но не более 0-10 см) или числом семян на единицу массы (1 кг или 1 т) воздушно-сухой почвы. По результатам обследования почв на засоренность семенами сорняков по заявке хозяйств составляют картограмму потенциальной засоренности почвы семенами сорняков. При этом, как и при засоренности посевов, при составлении картограмм потенциальной засоренности используют трехчленную группировку почв по содержанию жизнеспособных семян в пахотном слое — низкая, средняя и высокая с указанием основных видов и биологических групп сорняков.

## **6.2. Обследование посевов сельскохозяйственных культур на распространение болезней и вредителей и пораженность ими культурных растений**

Мировой опыт интенсификации земледелия свидетельствует о росте распространения вредителей и болезней и пораженности ими культурных растений. Потенциальные потери урожая (%) в среднем за год от болезней и вредителей сельскохозяйственных культур в Российской Федерации составляют: зерновые — 14,4, сахарная свекла — 16,3, подсолнечник — 17, лен-долгунец — 11,5, картофель — 25, овощные — 22, плодовые и ягодные — 21, виноград — 27, кормовые (в пересчете на сено) — 10. Из общих ежегодных потенциальных потерь урожая в России от вредных организмов

(71,3 млн т зерновых единиц) на долю болезней растений приходится 45,1%, вредителей — 23,5 и сорняков — 31,4%. Поэтому систематическое проведение комплекса работ по интегрированной защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей с учетом их экономических порогов вредоносности является необходимым условием повышения продуктивности земледелия.

Для научно обоснованного и оперативного решения задач по разработке и проведению комплекса мероприятий по интегрированной защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей необходима обширная, целенаправленно собранная и обработанная информация, характеризующая фитосанитарную диагностику, распространение и заселенность вредителями и зараженность сельскохозяйственных культур болезнями, а также данные прогноза о появлении вредителей и болезней на планируемый период, о критических периодах вредоносности и оптимальных сроках проведения защитных работ, показателях экономических порогов вредоносности, агрометеорологических и организационнохозяйственных условий, агротехнических мероприятий и другой необходимой для этих целей информации.

При оперативной фитосанитарной диагностике учитывают три группы данных:

— характеристику экологической обстановки посевов и насаждений, складывающейся под влиянием агрометеорологических и организационно-хозяйственных условий и агротехнических мероприятий;

— учет фенологии и состояния посевов (насаждений), учет фенологии, состояния и динамики популяций патогенов и фитофагов;

— учет вредоносности патогенов и фитофагов и эффективности защитных мероприятий по их устранению.

Фитосанитарное обследование посевов и насаждений приурочивают к определенным фазам развития культуры, при этом выявляют фазу динамики популяций каждого вредного объекта, его фенологию и плотность с учетом экономического порога вредоносности.

Многие из рекомендуемых порогов вредоносности вредных организмов имеют интервал, нижний предел которого используют в неблагоприятных условиях, а верхний — в обычных. По мере получения новых данных они должны уточняться прежде всего в зональном аспекте, а также в зависимости от цен на сельскохозяйственную продукцию, стоимости проведения защитных мероприятий, включая стоимость пестицидов, уборки дополнительно сохраненного (защищенного) урожая и накладных расходов.

Для качественной оценки фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур по заселенности вредителей и зараженности болезнями разработаны соответствующие параметры (группировка) их состояния.

Выявление вредителей и патогенов, обитающих в почве, определяют путем взятия почвенных проб с последующим их анализом.

Виды вредителей и патогенов, обитающих на поверхности почвы, учитывают путем их подсчета на площадках, размеры которых устанавливают в зависимости от подвижности и размеров вредных организмов.

Обследование почв на наличие в них вредителей проводят, как минимум, 2 раза в год — при минимальном заселении стадий и после сезона размножения при максимальной их численности для данного года.

Учет вредных объектов, обитающих на растениях, проводят путем их подсчета в пробах с последующим определением средней заселенности на 1 м<sup>2</sup> или 100 растений.

Учет вредных объектов, обитающих внутри растений, проводят путем анализа листьев, стеблей и ветвей в зависимости от мест заселяемости вредителей и патогенов. Заселенность вредных организмов характеризуют численностью заселенных растений в процентах и средней численностью особей, приходящихся на растение; численностью заселенных стеблей в процентах, а у некоторых видов — средней численностью особей на стебле; поверхностью листьев, пораженных патогенами, в процентах; заселенностью побегов, ветвей и листьев вредными организмами, выражаемой числом особей на лист (10 см) побега или ветви. Заселенность посевов высокоподвижными вредителями учитывают выловом энтомологическими сачками.

Распространение ряда видов вредных организмов определяют по поврежденности ими растений, стеблей, листьев, плодоеlementов, плодов, роющей деятельности. Работы по выявлению и учету вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, как и по обследованию на засоренность, проводят пункты сигнализации и прогнозов районных станций защиты растений, входящих в состав республиканских (областных, краевых) станций защиты растений, а также агрономы хозяйств. В последние годы для проведения фитосанитарной диагностики начали использовать различные формы автоматизации, дистанционные методы.

По результатам обследования почв и посевов на фитосанитарное состояние для каждого поля (участка) разрабатывают комплекс мероприятий по интегрированной защите сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней, позволяющих доведение численности сорняков и других вредных организмов до уровней, не превышающих экономические пороги вредоносности. В комплекс мероприятий по интегрированной защите сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней входят организационные мероприятия (организация специализированных отрядов по борьбе с вредными организмами и др.), предупредительные меры борьбы, биологические и агротехнические методы борьбы, экономически и экологически обоснованное использование пестицидов при широком внедрении наиболее рациональных технологий их применения.

### Вопросы для самопроверки

31. В чем заключается малый биологический круговорот веществ?
32. Расскажите о стадиях формирования почв.
33. Каково значение почвообразующих пород в процессе почвообразования?
34. В чем заключается влияние климата на формирование почв?
35. Как влияет рельеф на формирование почв?
36. В чем заключается различие влияния древесных пород и травянистой растительности
37. на почвообразование?
38. Назовите основные функции микроорганизмов в формировании почв.
39. Раскройте понятие «возраст почв».
40. Как влияет хозяйственная деятельность человека на почвообразование?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Ковриго В.П.** Почвоведение с основами геологии: учебник /В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
2. **Мамонтов В.Г.**Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
3. **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

*Дополнительная*

1. **Наумов В.Д.**География почв: учебное пособие / В.Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).
2. **Баздырев Г.И.**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г.И. Баздырев, А.В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. **Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., Рудакова Т.А., Кирюшин А.В..**
4. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М. 2012. – 186 с.
5. **Мотузова Г.В.** Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация,
6. экологическое значение, мониторинг. Изд. 3-е. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 168 с. (Классический учебник МГУ)
7. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России/ Под редакцией академиков Россельхозакадемии **А.В. Гордеева, Г.А. Романенко**. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
8. **Околелова А. А.** Экологические принципы сохранения почвенного покрова: монография / А. А. Околелова, О. С. Безуглова, Г. С. Егорова / ВолгГТУ. - Волгоград, 2006. - 96 с.
9. **Шеин Е.В.** Реологические процессы почв физико-механической природы и их связь с эрозионными процессами: учебное пособие / Е.В. Шеин, А.М. Дербенцева, А.В. Назаркина, О.В. Нестерова, Л.Н. Пуртова, Т.И. Матвеевко, О.М. Морина. - Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал, ун-та, 2011. - 196 с.
10. **Мотузова Г.В., Безуглова О.С.** Экологический мониторинг почв: учебник/ Г.В.Мотузова, О.С.Безуглова.-М.: Академический проект; Гаудеамус.2007.-237с.
11. **Мотузова Г.В.,** Карпова Е.А.Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. Учебник. — М.: Издательство Московского университета, 2013 — 304 с. (Библиотека факультета почвоведения МГУ).

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler  
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
2. <http://library.sgau.ru>; <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 7

### ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

#### 7.1. Роль фотосинтетической активной радиации

Урожай формируется в процессе фотосинтеза углеводов зелеными растениями при использовании энергии фотосинтетически активной (с длиной волн от 380 до 710 нм) радиации (ФАР), поступающей к поверхности почвы от солнца. Уровень урожайности зависит от количества прихода ФАР и коэффициентов ее использования растениями. Величина ФАР на территории России сильно изменяется в направлении с севера на юг: в приполярных районах за вегетационный период на 1 га земли поступает 1-1,5 млрд ккал, а в южных районах страны — 6-8 млрд. Приход солнечной энер-

гии определяется прежде всего продолжительностью дня и высотой солнца, т.е. астрономическими факторами. Коэффициенты использования ФАР растениями (КПД ФАР) зависят от биологических особенностей культур, их сортов (гибридов), агроклиматических условий, обеспечения потребности растений всеми необходимыми питательными элементами и их сбалансированности, уровня агротехники, выбора направления посевов, создания посевов с оптимальной площадью листьев, благоприятного фитосанитарного состояния посевов и других факторов.

При оптимальных условиях сельскохозяйственные культуры реально могут использовать 3-5% ФАР. При недостаточной обеспеченности растений факторами роста (теплом, водой, пищей и др.) КПД ФАР снижается до 1-2%, а при плохой — до 0,2-0,5%. Поэтому всесторонний количественный учет всех факторов жизни растений, в том числе микроклимата применительно к конкретному полю, должен быть положен в основу агротехнических приемов и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включая использование удобрений и других средств химизации.

По степени усвоения растениями ФАР А.А.Ничипорович подразделяет посевы на 4 класса: обычно наблюдаемые (КПД ФАР составляет 0,5-1,5%), хорошие (1,5-3,0), рекордные (3,5-5,0) и теоретически возможные (6,0-8,0). Д.И.Шашко считает, что на первой, наиболее низкой ступени почвенного плодородия урожайность зерновых культур составляет 8-23 ц/га и растения усваивают не более 1% ФАР, на второй соответственно 23-46 ц/га и 1-2%, на

третьей — 46-69 ц/га и 2-3% ФАР.

Данными науки и производства установлено большое значение удобрений в повышении КПД ФАР. В Подмосковье при внесении удобрений на планируемую урожайность КПД ФАР озимой пшеницы, ячменя, овса, картофеля, свеклы кормовой, кукурузы на силос, вико-овса на зеленую массу и многолетних трав на сено был в среднем за 7 лет в 2-3 раза выше, чем

без внесения удобрений.

#### 7.2. Влияние теплового фактора на продуктивность растений

Влияние теплового фактора на жизнедеятельность растений многообразно. По мере повышения температуры от минимума до оптимума возрастает скорость ферментативных биохимических реакций. Повышение температуры к более чем оптимальной приводит к усилению процессов, ослабляющих процесс фотосинтеза, и прекращению фотосинтеза при максимальной температуре. С повышением температуры до оптимального уровня возрастает биологическая активность почв в связи с усилением деятельности микроорганизмов и соответственно улучшается пищевой режим растений, повышается эффективное плодородие почв.

Действие теплового фактора на урожайность выражают суммой среднесуточных температур за основной период вегетации ( $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ ), при этом из подсчета суммы температур исключают дни с низкой и высокой температурой, задерживающих рост и развитие растений и вводят необходимые поправки.

По продолжительности со средней суточной температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  основной период вегетации сельскохозяйственных культур различают на очень короткий (<90 дней), короткий (90-120), средней продолжительности (121-150), длинный (151-180), очень длинный (>180), с непрерывной вегетацией (при температуре наиболее холодного месяца выше  $0^{\circ}\text{C}$ ) (~365 дней).

По показателям теплообеспеченности в виде суммы активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  и распространению определенных типов сельскохозяйственных культур выделены следующие агроклиматические пояса и подпояса: холодный, умеренный, теплый и жаркий (за пределами Российской Федерации).

Оценка условий перезимовки зимующих сельскохозяйственных культур (озимой ржи, озимой пшеницы, озимого ячменя, многолетних трав, плодовых и других культур) основана на характеристике климата по типам и подтипам суровости зимы, исходя из средней температуры воздуха наиболее холодного месяца. За общий показатель условий перезимовки полевых культур, у которых из-за неблагоприятных зимних условий повреждаются только кор-

ни, может быть принято соотношение температуры воздуха и высоты снежного покрова, определяющих температуру почвы на глубине кущения. Критической температурой почвы на глубине кущения озимой пшеницы является —  $15-16^{\circ}\text{C}$ , озимой ржи —  $18-20^{\circ}\text{C}$ . При хорошей закалке озимых с осени указанная температура может быть значительно ниже. Кроме вымерзания, травянистые растения в зимний период могут повреждаться и гибнуть от выпревания, вымокания, а также механических воздействий.

### 7.3. Роль влагообеспеченности на продуктивность растений

Влияние влагообеспеченности на урожайность и качество продукции растениеводства связано в основном с доступностью растениям почвенной влаги и питательных веществ из почвы и удобрений. При оценке влагообеспеченности различают ее минимум, оптимум и максимум. При влагообеспеченности почв ниже оптимальной происходит торможение водоотдачи почвой растениям, падение скорости тока воды от корней к листьям, ухудшение биологической активности почв и пищевого режима, нарушение работы устьиц, снижение КПД ФАР и продуктивности растений. При влагообеспеченности выше оптимальной также происходит ухудшение почвенных условий для нормального роста и развития растений из-за нарушения оптимального соотношения между водой и воздухом в почве в пользу первого фактора. Это приводит к ухудшению теплового режима, снижению деятельности почвенных микроорганизмов и соответственно ухудшению пищевого режима растений, переходу окисных соединений в почве во вредные для растений закисные соединения, замедлению процессов фотосинтеза и соответственно снижению урожайности и качества растениеводческой продукции.

В отдельные годы более половины площади земель сельскохозяйственного назначения в России подвергается засухе. Периодически повторяющиеся засухи оказывают наибольшее влияние на продуктивность и устойчивость земледелия в нашей стране.

Наиболее надежным показателем для оценки влагообеспеченности растений является показатель увлажнения по Н.Н. Иванову. За показатель увлажнения по Н.Н. Иванову принят коэффициент (КУ), выражающий отношение годового количества осадков (Р) в мм к годовой испаряемости (f), несколько уточненный в последние годы.

$$\text{Имес} = 0,0018 \cdot (t+22)^2 \cdot (100-a),$$

где t — средняя температура месяца,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$a$  — среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

## Лекция 8

**ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМ ПЛОДОРОДИЕМ В ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МИКРОЗОНАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****8.1. Условия почвообразования черноземов.**

Чернозёмные почвы – одни из самых плодородных почв мира. России принадлежит 50% от площади, занятой чернозёмными почвам во всем мире. Чернозёмные почвы распространены в лесостепной и степной зонах

**Климат** зоны формирования чернозёмных почв характеризуется теплым, довольно сухим летом и умеренно холодной зимой, суровость которой нарастает с запада на восток. В том же направлении увеличивается континентальность климата. Средняя годовая температура на западе и юге страны +10°C, на востоке – около 0°C. Продолжительность теплого периода на западе составляет 140–180 дней, на востоке – 100–140 дней. Больше всего осадков выпадает на западе и в Предкавказье (500–600 мм), в Поволжье количество осадков уменьшается до 350–400 мм, в Западной Сибири и Казахстане – до 300–350 мм. Максимальное количество осадков выпадает в первую половину лета. Формируется непромывной тип водного режима.

**Рельеф** европейской части территории преимущественно равнинный, однако Среднерусская и Приволжская возвышенности характеризуются расчлененным рельефом с густой овражно-балочной сетью. В степной зоне среди

плоских водоразделов встречаются мелкие блюдцеобразные понижения – западины, поды, лиманы.

**Почвообразующими породами** служат чаще всего лёссы и лёссовидные суглинки различного происхождения, встречаются суглинки и глины аллювиального и делювиального происхождения.

• **Главная особенность почвообразующих пород – наличие в них карбонатов кальция.** В Западной Сибири и в Южно-Русской провинции встречаются засоленные породы.

**Растительность.** Естественная растительность чернозёмов почти отсутствует. По водоразделам, балкам, речным поймам сохранились отдельные участки леса, которые представлены главным образом дубом, вязом, ясенем, по песчаным террасам рек – сосной и березой. Состав естественной травянистой растительности на протяжении зоны неодинаков.

Северные луговые степи представлены степными овсами, степной тимофеевкой, мятликом, костром, клевером, желтой люцерной, образующими сплошную дернину.

Все северная и центральная часть степи произрастают ковыли, типчак, степной овес, шалфей, клевер. Для типчаково-ковыльных степей, кроме ковылей, типчака, житняка, осок, характерны эфемеры – луговичный мятлик, тюльпаны, полыни.

В южной зоне сплошной травяной покров во второй половине лета пропадает, выгорая из-за недостатка влаги.

**8.2. Образование черноземов**

**В.В. Докучаев, В.Р. Вильямс, П.А. Костычевы** других исследователей отмечали, что наиболее благоприятно образование гумуса при разложении опада растений протекает при щелочной реакции среды, достаточном доступе кислорода, оптимальном увлажнении, без интенсивного выщелачивания, при богатстве растительных остатков белковым азотом и основаниями.

**Весной**, когда в почве благоприятные температуры и достаточно влаги, происходит разложение органического вещества. Кальций опада и материнских горных пород, вступая в соединение с гуминовыми кислотами и гумусовыми веществами, образуют нерастворимые в воде соединения – гуматы кальция.

В **летний сухой период** микробиологические процессы ослабевают. Гумусовые кислоты и гуматы под влиянием относительно высоких температур лишаются влаги, конденсируются, окисляются, приобретая более сложное строение и вместе с тем становясь менее растворимыми в воде.

**Осенью** процессы образования гумуса усиливаются, но быстро прекращаются из-за понижения температур до весны следующего года.

**Зимнее** охлаждение и замораживание почв также способствует накоплению гумуса, так как при низких температурах происходит денатурация гумуса.

Периоды летнего иссушения и зимнего промерзания вызывают не только закрепление, но и усложнение состава гумусовых веществ, в котором доминируют гуминовые кислоты и гуматы кальция, обладающие клеящей способностью, что приводит к образованию водопрочной зернистой структуры.

### 8.3. Строение почвенного профиля.

Профиль чернозёмов имеет следующее строение: **Ад-А-АВ-В-С**.

**Ад** – дернина, травяной войлок, густо пронизан корнями растений, формируется под травянистой, прежде всего, луговой растительностью.

**А** – гумусовый, перегнойно-аккумулятивный, горизонт, однородно тёмноокрашенный, зернистый, рыхлый, с ходами дождевых червей и землероев, пронизан корнями растений.

**АВ** – переходный горизонт, однородно тёмноокрашенный, общим побурением книзу, более светлый, чем А. Обычно имеет также зернистую структуру.

**В** – *иллювиально-гумусовый* горизонт, переходный к породе, имеет бурую (до палевой) окраску, с языками и пятнами гумуса, глыбистую структуру. Может подразделяться на подгоризонты  $V_1$  и  $V_2$ , или иллювиально-карбонатные  $V_k$ .

**С** – материнская (почвообразующая) порода, обычно содержащая карбонаты.

### 8.4. Классификация чернозёмов

В настоящее время выделяют **пять** подтипов чернозёмов: *оподзоленный, выщелоченный, типичный, обыкновенный, южный*.

**Оподзоленные чернозёмы (ЧОП)**. Встречаются преимущественно в северной лесостепи на территориях, ранее бывших под лесом. По происхождению и свойствам они наиболее близки к темно-серым лесным почвам. Они отличаются зернистой структурой тёмно-серого горизонта А, который при высыхании приобретает серый цвет, обнаруживая белесую кремнезёмистую присыпку на поверхности структурных отдельностей.

Профиль имеет следующее строение: **Ад-А-АВ-В-(Вск)-Ск**.

**Выщелоченные чернозёмы (ЧВ)**. Распространены в южной лесостепи под луговой разнотравно-злаковой растительностью по понижениям рельефа, в блюдцеобразных западинах. Основным отличительным признаком их является вымытость карбонатов из гумусового слоя (А+АВ) и из верхней половины горизонта В, ниже которого залегает карбонатный горизонт  $V_k$ . Профиль имеет следующее морфологическое строение:

**Ад-А-АВ-В-(Вк)-(Вск)-Ск**.

**Типичные чернозёмы (ЧТ)** встречаются в южной лесостепи и северной степи. Они обладают наиболее характерно выраженными признаками и чертами чернозёмообразования: интенсивным накоплением гумуса, азота и зольных элементов,

неглубоким вымыванием карбонатов, отсутствием элювиально-иллювиальной дифференциации почвенного профиля (по илстой фракции, оксидам железа и алюминия), зернистой структурой в горизонте А.

Строение профиля типичных чернозёмов:

**Ад-А-АВ(АВк)-Вк-(ВСк)-Ск.**

**Обыкновенные чернозёмы (ЧО)** распространены в северной степи, в районах с умеренно засушливым климатом, непромытым водным режимом, под разнотравно-злаковой (ковыльной) растительностью. По строению и свойствам обыкновенные чернозёмы близки к типичным, но, по сравнению с последними, в них ослаблен процесс гумусонакопления. Профиль обыкновенных чернозёмов имеет следующее строение:

**Ад-А-АВ(АВк)-Вк-ВСк-Ск.**

Вскипание начинается с нижней части горизонта АВ или верхней части Вк. Карбонаты в горизонте Вк проявляются в форме белоглазки. На глубине 200–300 см встречаются выделения гипса.

**Южные чернозёмы (ЧЮ)** распространены в южной степи, непосредственно граничат с тёмно-каштановыми почвами. Формируются под типчаково-ковыльной растительностью.

Характеризуются ослабленным гумусонакоплением, формированием укороченного почвенного профиля, наличием гипсовых новообразований в пределах 1,5...3,0 метров.

Вскипают от соляной кислоты с поверхности или с верхней части горизонта АВ. Профиль южных чернозёмов имеет следующее морфологическое строение:

**Ад-А-АВ(АВк)-Вк-ВСк-Ск-Сс.**

Различия между родами отражают различия в характере материнских пород и истории развития почв. Например, слитые чернозёмы развиваются на тяжёлых глинах, остаточнокорбонатные – на плотных корбонатных породах. Подтипы чернозёмов подразделяются на следующие роды:

**обычные** – признаки и свойства соответствуют основным характеристикам подтипа;

**слабодифференцированные** – развиты на супесчаных и песчаных породах;

**глубоковскипающие** – выделяются среди типичных, обыкновенных и южных чернозёмов;

**бескарбонатные** – вскипание и выделение карбонатов отсутствует, встречаются преимущественно среди типичных, выщелоченных и оподзоленных чернозёмов;

**карбонатные** – при устойчивом вскипании с поверхности, данный род не выделяется в оподзоленных и выщелоченных чернозёмах;

**солонцеватые** – в пределах гумусового слоя, имеют солонцеватый горизонт, содержащий обменный Na<sup>+</sup> более 5% от емкости;

**осолоделые** – чернозёмы с ясно выраженной белесой присыпкой в гумусовом горизонте, потечностью гумусовой окраски, относительно высоким вскипанием от кислоты, наличием водорастворимых солей, слабощелочной реакцией;

**слитые** – сформировались на иловато-глинистых отложениях характерна исключительная плотность(слитость) горизонта В;

**неполноразвитые.**

На **виды** чернозёмы подразделяются: • по мощности гумусового слоя (А+АВ):

сверхмощные (свыше 120 см),

мощные (120–80 см),

среднемощные (80–40 см),

маломощные (40–25 см)

и очень маломощные (менее 25 см);

по содержанию гумуса различают тучные (более 9%), среднегумусные (9–6%), малогумусные (6–4%) и слабогумусированные (менее 4%).

### 8.5. Состав и свойства чернозёмов

В минералогическом составе преобладают первичные минералы. Из вторичных минералов преобладают минералы монтмориллонитовой и гидрослюдистой групп.

Чернозёмы характеризуются высоким содержанием гумуса, аккумуляцией в гумусовом профиле элементов питания растений, иллювиальным характером распределением карбонатов и выщелоченностью от легкорастворимых солей.

В составе гумуса преобладает группа гуминовых кислот. Отличаются благоприятными физическими и водно-физическими свойствами: рыхлым сложением гумусового слоя, высокой влагоёмкостью и хорошей водопроницаемостью.

### 8.6. Использование и лесорастительные свойства чернозёмов

По плодородию они превосходят другие почвы. На чернозёмах выращивают зерновые, сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу, овощные и плодовые культуры.

Большая часть зоны находится в районах недостаточного увлажнения, и повышение плодородия чернозёмов в значительной степени связано с накоплением влаги.

Высокая распаханность территории привела к развитию водной (в северной и центральной частях) и ветровой (в южной части зоны) эрозии, вследствие чего теряется главное богатство почвы – гумус. Это приводит к необходимости проведения мер по борьбе с водной и ветровой эрозией.

Эродированные почвы обладают низким плодородием и требуют внесения удобрений.

Под лесные насаждения отводят главным образом сильноэродированные чернозёмы.

К основным мероприятиям по борьбе с засухой и эрозией почв относятся создание полевых защитных лесных полос на водоразделах, вдоль границ полей, по берегам оврагов и балок. Лесные полосы, задерживая снег, перехватывают поверхностный сток и, переводя его внутрь почвы, способствуют лучшему увлажнению территории, а также препятствуют возникновению оврагов. В южной степи лесные полосы, ослабляя действие ветра, препятствуют развитию пыльных бурь.

В районах, подверженных водной эрозии применяется вспашка поперек склона. В районах пыльных бурь оставляют стерню, а почвы подвергают безотвальной вспашке или глубокому рыхлению.

При выращивании леса особое внимание уделяется ассортименту древесных пород и конструкции лесных полос. В районах оподзоленных, выщелоченных и типичных чернозёмов лесные полосы создаются из дуба, в более засушливых районах применяются засухоустойчивые древесные породы – вяз, акация, лох узколистный, и др.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Условия почвообразования черноземных почв.
- 2) Отличительная особенность почвообразующей породе черноземных почв.
- 3) Образование черноземных почв.
- 4) Свойства черноземов.
- 5) Строение почвенного профиля черноземов.
- 6) Классификация черноземов.
- 7) Пути эффективного использования черноземов

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная:*

1. **Ковриго В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
2. **Мамонтов В.Г.** Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
3. **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.
4. **Наумов В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).

*Дополнительная*

1. Агрехимическая, агроэкологическая характеристика почв и научно-обоснованная система удобрений. Государственная станция агрохимической службы «Саратовская». Саратов, 2008.
2. **Баздырев Г. И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г. И. Баздырев, А. В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. **Болдырев В.А.** Полевые исследования морфологических признаков почв/ В.А. Болдырев, В.В. Пискунов// Учеб.пособие.– 2–е изд., перераб. И доп.– Саратов: Изд–во Саратовского ун–та, 2006.–60 с.

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler
2. <http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
3. <http://library.sgau.ru>
4. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>
5. <http://www.ecosystema.ru/08nature/soil/>

## Лекция 9

**ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМ ПЛОДОРОДИЕМ В  
ЛЕВОБЕРЕЖНЫХ ПРИГОРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МИКРОЗОНАХ  
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****9.1.. Условия почвообразования каштановых почв.**

Каштановые почвы на территории России распространены в Предкавказье, Ставропольском крае, Калмыкии, Ростовской, Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Оренбургской областях, Алтайском крае. Отдельные массивы каштановых почв встречаются в Забайкалье.

**Климат.** Каштановые почвы формируются в сухом континентальном климате с жарким летом, холодной зимой и небольшой мощностью снежного покрова. В летний период с поверхности почвы испаряется в 2–4 раза больше влаги, чем ее выпадает. В северной части зоны выпадает 300–400 мм осадков в год, в центральной – 300–350 мм, в южной – 250–300 мм. Количество осадков с запада на восток уменьшается до 200–250 мм. Средняя годовая температура в европейской части зоны 9°C, а в азиатской части 2–3°C. Здесь часты суховеи, вызывающие пыльные бури и гибель растений.

**Рельеф** зоны преимущественно равнинный или слабоволнистый с отчетливо выраженным микрорельефом. Встречаются различные понижения (западины, лиманы).

**Почвообразующие породы** разнообразны. Преобладают лессовидные карбонатные суглинки, реже лессы. Встречаются морские и озерные засоленные отложения, древнеаллювиальные отложения, продукты выветривания песчаников, известняков, мергелей, элювий коренных пород, пролювиально-делювиальных отложения. Почвообразующие породы в этой зоне часто засолены.

**Растительность** зоны сравнительно бедна по составу, особенно в южной части. Среди травянистых растений преобладают ковыль, типчак, полынь, тонконог, различные эфемеры, образующие полынно-типчаковые степи. Луговая растительность проникает в зону сухих степей по долинам и поймам рек.

Древесные растения в этой зоне приурочены к пониженным участкам, чаще всего к склонам и днищам балок, оврагов, поймам рек. Здесь произрастают дуб, клен татарский, осина, сосна, вяз, акация белая.

Лесные насаждения развиваются на темно-каштановых и каштановых почвах. Однако леса в этой зоне имеют ограниченное распространение, преобладающим типом растительности является степная.

**9.2. Образование каштановых почв**

В формировании каштановых почв участвуют те же процессы, что и формировании чернозёмов (дерновый процесс и процесс миграции гидрокарбонатов кальция), но протекают они в более засушливых условиях. Они формируются под растительностью сухих степей в условиях засушливого климата. Почвообразовательный процесс характеризуется ослабленным развитием дернового процесса по сравнению с чернозёмной зоной, непромывным водным режимом, наличием на небольшой глубине карбонатов кальция и магния, а чуть глубже - сульфатов кальция.

Характерной особенностью каштановых почв является высокая комплексность почвенного покрова.

**Строение почвенного профиля каштановых почв** имеет следующее строение:

**Ад-А-АВ-В-Вк(Вск)-Ск.**

**Классификация каштановых почв.**

Тип каштановые почвы подразделяется на три подтипа:

**темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые.**

**Тёмно-каштановые почвы (КТ)** распространены в северной части сухих степей. Профиль тёмно-каштановых почв имеет следующее строение:

**(Ад)-А-АВ-В-Вк(Вск)-Ск.**

**Каштановые почвы (К).** Распространены в средней части сухих степей. От тёмно-каштановых почв отличаются более низким содержанием гумуса и меньшей мощностью гумусового слоя (А+АВ), призмовидно – крупнокомковатой структурой в горизонтах АВ и В, более высоким залеганием известняка и гипса. Профиль каштановых почв имеет следующее строение: **(Ад)-А-АВ-В-Вк (Вск)-Ск.**

**Светло-каштановые почвы (КС)** формируются в южной части сухих степей. Отличаются небольшой мощностью гумусового слоя (А+АВ), его бесструктурностью. Карбонатный горизонт залегает ближе к поверхности.

Часто проявляются признаки солонцеватости.

Профиль светло-каштановых почв имеет следующее строение:

**(Ад)-А-АВ-Вк-Ск**

По родам выделяют:

- **обычные** – признаки и свойства соответствуют основным характеристикам подтипа;

- **глубоковскипающие**;

- **карбонатные** – повышенное содержание карбонатов с самой поверхности;

- **карбонатные перерытые**;

- **солончаковатые** – содержат более 0,25% легкорастворимых солей;

- **солонцеватые** – характеризуется значительно уплотненным горизонтом АВ, имеющим комковато – призматическую структуру, покрытую глянцевыми буровато-коричневыми корочками;

- **глубокосолонцеватые**;

- **остаточно-солонцеватые** – имеют четко выраженные признаки солонцеватости без заметного содержания обменного натрия.

- **слитые**;

- **неполноразвитые** с несформировавшимся почвенным профилем.

- На **виды** каштановые почвы подразделяются:

- **по мощности гумусового слоя (А+АВ):** мощные (А+АВ более 50 см), среднемощные (30–50 см), маломощные (20–30 см) и очень маломощные (менее 20 см);

- **по степени солонцеватости:** несолонцеватые (содержание поглощенного натрия менее 3% от емкости поглощения), слабосолонцеватые (3–5%), среднесолонцеватые – (5–10%) и сильносолонцеватые (10–15%).

### 9.3. Состав и свойства каштановых почв

Для каштановых почв характерно невысокое содержание гумуса (темно-каштановые-2-3, 3-4 и 4-5%). В составе почвенного поглощающего комплекса каштановых почв содержатся поглощенные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^{+}$ .

Тёмно-каштановые почвы характеризуются удовлетворительными физическими и водно-физическими свойствами, близкими к свойствам чернозёмов. Менее благоприятны они у солонцеватых почв.

В почвенном поглощающем комплексе каштановых почв в значительном количестве присутствует  $\text{Na}^{+}$ , благодаря чему происходит диспергирование коллоидов с весенним образованием зелей и соответствующим передвижением илистых частиц и гумуса в нижний слой. В результате в каштановых почвах под влиянием ионов  $\text{Na}^{+}$  и уплотнение иллювиально-гумусового горизонта В. Часто ниже горизонта В образуются иллювиально-солевые горизонты с накоплением гипса и карбоната кальция.

Каштановые и особенно светло-каштановые почвы отличаются резким дефицитом влаги, что является основным лимитирующим фактором их плодородия.

#### 9.4. Использование каштановых почв.

Почвы сухих степей используют по-разному: 37,2% территории занято пашней, где выращивают пшеницу, кукурузу, просо, подсолнечник и бахчевые культуры; 4,1% занято сенокосами и 47% пастбищами.

Засоленность почв приводит к значительной потере урожая зерновых культур. Ущерб народному хозяйству в этой зоне наносят также ветровая эрозия и пыльные бури.

Повышение плодородия каштановых почв, прежде всего, связано с влагонакоплением, орошением, гипсованием, внесением удобрений. Огромное значение имеет правильная агротехника, улучшающая свойства почв. Особое место занимает борьба с ветровой эрозией почвы путем безотвальной обработки и оставления стерни, посевов кулис высокостебельных растений, полосного земледелия и выращивания защитных лесонасаждений.

Полезатитные лесные полосы в зоне сухих степей имеют важнейшее значение. Для их выращивания применяют плантажную обработку почвы и 2-х летние черные пары с целью накопления влаги.

На светло-каштановых солонцеватых почвах лесные полосы создаются из вяза мелколистного, акации белой, клена ясенелистного и татарского.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Условия почвообразования для каштановых почв.
- 2) Почвообразовательные процессы каштановых почв.
- 3) Классификация каштановых почв.
- 4) Состав катионов ППК каштановых почв.
- 5) Агрономическая оценка и мероприятия по поддержанию плодородия каштановых почв.
- 6) Строение профиля каштановых почв.
- 7) Отличия каштановых почв от светло-каштановых.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная:*

- 1) **Ковриго В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Булакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
- 2) **Мамонтов В.Г.** Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 3) **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.
- 4) **Наумов В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).

##### *Дополнительная*

- 1) Агрехимическая, агроэкологическая характеристика почв и научно-обоснованная система удобрений. Государственная станция агрохимической службы «Саратовская». Саратов, 2008.

- 2) **Баздырев Г. И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г. И. Баздырев, А. В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
- 3) **Болдырев В.А.** Полевые исследования морфологических признаков почв/ В.А. Болдырев, В.В. Пискунов// Учеб.пособие.– 2–е изд., перераб. И доп.– Саратов: Изд–во Саратовского ун–та, 2006.–60 с.

*Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler
2. <http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
3. <http://library.sgau.ru>
4. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>
5. <http://www.ecosystema.ru/08nature/soil/>

## Лекция 10

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕСУРСО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ОЦЕНКЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ.****10.1. Закономерности расположения почв. Зональность почвенного покрова**

Образование (генезис) любой почвы есть результат сложного взаимодействия факторов почвообразования. Поскольку изменение климата, рельефа и других факторов почвообразования на земной поверхности подвержено определенным закономерностям, то, естественно, они отражаются на распределении почв. Основные закономерности в географии почв выражаются следующими законами: закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности, закон вертикальной почвенной зональности, закон фаціальности почв, закон аналогичных топографических рядов.

**Закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности** - поскольку важнейшие почвообразователи (климат, растительность и животный мир) закономерно изменяются в широтном направлении с севера на юг, то и главные (зональные) типы почв должны последовательно сменять друг друга, располагаясь на земной поверхности широтными полосами (зонами). Этот закон сформулирован В. В. Докучаевым.

В Северном полушарии при движении с севера на юг выделяют пять поясов: полярный, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический. Аналогичные пояса могут быть выделены в Южном полушарии.

Второе проявление закона горизонтальной почвенной зональности выражается в выделении почвенно-климатических зон. Для каждой зоны характерен свой тип почв, например, лесостепь - серые лесные почвы, оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы; степь - черноземы обыкновенные и южные; сухая степь - каштановые почвы; полупустыня - бурые полупустынные почвы и т.д.

**Закон вертикальной почвенной зональности** – в условиях горного рельефа с изменением абсолютной высоты местности происходят закономерные последовательные изменения климата, растительности и почв.

В общем виде последовательная смена зон аналогична их смене на равнинных пространствах при движении с юга на север. Например, если нижняя зона представлена черноземами, то по мере повышения абсолютной высоты могут размещаться серые лесные почвы, затем дерново-подзолистые и т. д.

**Закон фаціальности почв** – почвенный покров климатических зон может изменяться в связи с изменением климата под влиянием термодинамических атмосферных процессов (повышения или ослабления атмосферного увлажнения и континентальности климата).

Фаціальные особенности почвенного покрова выражаются в дифференциации почв по температурному режиму (теплые, умеренные, холодные, непромерзающие, промерзающие, длительно промерзающие почвы и т.д.), в появляющихся различиях в строении профиля (мощности гумусовых горизонтов и др.). Например, при движении с запада на восток климат постепенно становится более континентальным и холодным от Европейской части и далее на территории Западной и Восточной Сибири. В Дальневосточном Приморье вновь господствуют условия влажного океанического климата. В связи с таким изменением гидротермических условий наблюдается последовательная смена дерново-подзолистых умеренно теплых кратковременно промерзающих почв умеренными промерзающими (центр европейской части пояса) и далее умеренно холодными длительно промерзающими (южная часть таежной Сибири), затем появлением специфических типов мерзлотно-таежных (Восточная Сибирь) и буротаежных почв (Приморье).

**Закон аналогичных топографических рядов** - в любой зоне распределение почв на элементах рельефа имеет аналогичный характер: на возвышенных элементах залегают почвы, генетически самостоятельные (автоморфные); на пониженных элементах рельефа (шлейфы склонов, днища низин и западин, приозерные понижения, пойменные террасы и т. д.) расположены генетически подчиненные почвы (полугидроморфные и гидроморфные). Отражает сходную закономерную смену почв по элементам.

## 10.2. Агропроизводственная группировка почв

**Агропроизводственная группировка** - это объединение видов и разновидностей почв в более крупные агропроизводственные группы по общности свойств, близости экологических условий, сходству качественных особенностей и уровней плодородия, однотипности необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

При ее составлении учитывают следующие показатели:

1. Приблизительно одинаковые водно-воздушные и тепловые свойства.
2. Близость свойств, характеризующих питательный режим почв и условия применения удобрений (валовые запасы и содержание доступных форм элементов питания, гумусированность, физико-химические свойства, реакция, ОВ-условия и др.).
3. Близость свойств, определяющих отношение почв к обработке.
4. Потребность в мелиоративных мероприятиях.
5. Содержание в почве вредных для растений веществ (токсичные водорастворимые соли, тяжелые металлы, продукты восстановительных процессов —  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  и др.).
6. Характер и интенсивность процессов засоления.

Для почв, объединенных в одну агропроизводственную группу, намечают одинаковое направление их сельскохозяйственного использования и общий комплекс агротехнических, мелиоративных или противоэрозионных мероприятий.

## 10.3. Классификация почв

**Классификация почв** — это объединение почв в группы по их признакам, свойствам и особенностям плодородия.

Основой построения современных классификаций является генетический принцип. Идеи генетической классификации были разработаны В. В. Докучаевым и Н. М. Сибирцевым.

В настоящее время в отечественной классификации почв принята следующая система таксономических единиц: тип — подтип — род — вид — разновидность — разряд.

**Генетический тип** — большая группа почв, выделяющаяся по общности строения их профиля, обусловленной однотипностью поступления и превращения органических веществ, разложения и синтеза минеральных соединений, однотипностью процессов миграции и аккумуляции веществ, мероприятий по поддержанию плодородия почв, например черноземы, серые лесные, каштановые почвы и др..

Типы почв подразделяются на подтипы.

**Подтипы** — группы почв в пределах типа, различающиеся по проявлению основного процесса или приобретающие характерные особенности в строении профиля и свойствах налагающегося процесса, например, чернозем оподзоленный, чернозем южный, светло-каштановая почва.

**Роды выделяют** в пределах подтипа по особенностям почв возникающим в почвах подтипа под влиянием местных условий — состава пород, химизма грунтовых вод, признаков, унаследованных от предшествующих стадий почвообразования (реликтовых) и др. — чернозем южный слабосолонцеватый.

**Виды почв** выделяют в пределах рода по степени развития почвообразовательных процессов (мощности отдельных горизонтов, степени гумусированности, засоленности и т.д.) - чернозем южный слабосолонцеватый маломощный.

**Разновидности почв** выделяют по гранулометрическому составу их верхнего горизонта - чернозем южный слабосолонцеватый маломощный тяжелосуглинистый.

**Разряды почв** обуславливаются генетическими свойствами почвообразующих пород – чернозем южный слабосолонцеватый маломощный тяжелосуглинистый на делювиальной глине.

Составными разделами классификации почв являются номенклатура и диагностика.

**Номенклатура почв** - это название почв в зависимости от их свойств и места в классификации.

**Диагностика почв** — совокупность морфологических признаков, показателей состава, свойств и режимов, характеризующих почву любого таксономического уровня и позволяющих объективно дать ей конкретное название.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое Закон горизонтальной изменчивости?
2. Закон вертикальной изменчивости.
3. Закон фациальности почв.
4. Закон аналогичных топографических рядов.
5. Агропроизводственная группировка почв.
6. Что такое классификация почв. Основные таксономические единицы

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная:

- 1) **Ковриго В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
- 2) **Мамонтов В.Г.** Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 3) **Муха В.Д.** Агрочвоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.
- 4) **Наумов В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).

#### Дополнительная

- 1) Агрохимическая, агроэкологическая характеристика почв и научно-обоснованная система удобрений. Государственная станция агрохимической службы «Саратовская». Саратов, 2008.
- 2) **Баздырев Г. И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г. И. Баздырев, А. В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

**Болдырев В.А.** Полевые исследования морфологических признаков почв/ В.А. Болдырев, В.В. Пискунов// Учеб.пособие.– 2-е изд., перераб. И доп.– Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2006.–60 с

## Лекция 11

### УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ АГРОЭКОСИСТЕМ

#### 11.1. Научно-методические основы определения показателей физических и водно-физических свойств почв

Изучение физических свойств почв является необходимой составной частью комплексной оценки и мониторинга и плодородия почв. В агрохимслужбе эти исследования ранее не проводились, что не позволяло проводить комплексную оценку плодородия почв и разработку мероприятий по его воспроизводству. Перечень показателей физических и водно-физических свойств почв при проведении комплексного мониторинга определен ОСТами 10 294-2002 — 10 297-2002.

Для отработки методических и организационных вопросов в первую очередь целесообразно организовать эти исследования в системе локального мониторинга плодородия почв на реперных участках.

Необходимость изучения физических и водно-физических свойств почв вызвана следующими соображениями:

— содержание агрегатов агрономически ценного размера (10-0,25 мм) при сухом просеивании почвы определяет условия протекания почвенно-физических процессов, степень крошения почвы при обработке, устойчивость ее к водной и ветровой эрозии, относительную устойчивость почвы к уплотняющему воздействию сельскохозяйственной техники;

— содержание глыбистой фракции при сухом просеивании является информативным показателем изменения физического состояния почв как при окультуривании, так и при их физической деградации;

— содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм характеризует устойчивость создаваемого обработкой сложения почв во времени;

— равновесная плотность почв, являющаяся в значительной мере интегральным показателем физического состояния, определяет многие условия жизни растений, степень окультуренности или деградированности почв;

— показатель водопроницаемости почв определяет впитывание выпадающих осадков и поливной воды;

— полевая или наименьшая влагоемкость отражает водоудерживающую способность почв, определяет влагообеспеченность растений и длительность межполивного периода в орошаемых условиях;

— показатели максимальной гигроскопической влажности и влажность устойчивого завядания используют для определения содержания доступной влаги в почве;

— мощность пахотного слоя используют для определения в нем запасов влаги и питательных элементов, расчета доз удобрений и химических мелиорантов, оценки степени окультуренности почв.

#### 11.2. Определение физических и водно-физических свойств почв

Описание методов изучения основных агрофизических свойств почв приведено в книге А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной «Методы исследований физических свойств почв».

Отбор проб для определения структурного состояния (сухое и мокрое просеивание по методу Н.И. Саввинова), определение равновесной плотности, водопроницаемости, полевой или наименьшей влагоемкости проводятся на специальных площадках по основным почвенным выделам.

Пробы для определения структурного состояния почв в количестве 0,5-1,0 кг каждый отбирают из пахотного горизонта в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см, если мощность пахотного слоя достигает 30 см, — в 3-кратной повторности.

Равновесную плотность определяют в конце вегетационного периода (перед уборкой или после уборки урожая) в пахотном слое с поверхности, с 10 и 20 см — в пятикратной повторности, в подпахотном горизонте до 50 см — в 3-кратной повторности.

Водопроницаемость почв определяется с поверхности почвы методом заливаемых площадей (методом рам, прибором ПВН) в 3-кратной повторности. Напор воды в рамках или кольцах ПВН — 5 см. Водопроницаемость определяют в течение 6 ч с тем, чтобы установить не только скорость впитывания влаги (первые 2-3 ч), но и фильтрации (5-6-й часы).

Полевую (наименьшую) влагоемкость определяют через 2-3 дня после определения водопроницаемости в тех же рамках (кольцах ПВН), которые после завершения 6-часового опыта определения водопроницаемости заливают до верха водой, тщательно укрывают пленкой (сеном и т.п.) для предотвращения потери влаги из почвы на испарение. Пробы отбирают через 2-3 суток послойно через каждые 10 см на глубину промачивания. Одновременно определяется влажность по тем же глубинам вне рам (контроль).

Структурный анализ (сухое и мокрое просеивание по Н.И. Саввинову) проводят в лаборатории. На основе сухого просеивания рассчитывают содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм), содержание глыбистой фракции (> 10 мм), а на основе мокрого просеивания — содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм.

Отклонение показателей физических и водно-физических свойств от оптимального состояния приводит к ухудшению водно-воздушного и теплового режимов, биологической активности, пищевого режима и в целом к снижению почвенного плодородия. Соответственно резко снижаются эффективность применения средств химизации, урожайность и качество продукции растениеводства.

Поэтому задача земледельца — поддержать физические и водно-физические свойства почв в пределах оптимума и не допускать их выхода за пределы слабого снижения и превышения от оптимальных значений.

Результаты обследования почв по агрофизическим и водно-физическим показателям используют при комплексной оценке плодородия почв, разработке рекомендаций по применению средств химизации и проектов производства продукции растениеводства, механической обработке почвы, при планировании мелиоративных мероприятий и др.

### Вопросы для самоконтроля

7. Что такое Закон горизонтальной изменчивости?
8. Закон вертикальной изменчивости.
9. Закон фаціальности почв.
10. Закон аналогичных топографических рядов.
11. Агропроизводственная группировка почв.
12. Что такое классификация почв. Основные таксономические единицы

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная:*

- 5) **Ковриго В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
- 6) **Мамонтов В.Г.** Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 7) **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.

- 8) **Наумов В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. Учеб.заведений).

*Дополнительная*

- 3) Агрохимическая, агроэкологическая характеристика почв и научно-обоснованная система удобрений. Государственная станция агрохимической службы «Саратовская». Саратов, 2008.
- 4) **Баздырев Г. И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г. И. Баздырев, А. В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

**Болдырев В.А.** Полевые исследования морфологических признаков почв/ В.А. Болдырев, В.В. Пискунов// Учеб.пособие.– 2–е изд., перераб. И доп.– Саратов: Изд–во Саратовского ун–та, 2006.–60 с

## Лекция 12

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И НЕТРАДИЦИОННЫХ АГРОРУД САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

#### 12.1. Общая характеристика условий почвообразования Саратовской области.

Саратовская область расположена на юго-востоке Европейской части России, в Нижнем Поволжье и относится к суббореальному (умеренно-теплому) поясу. Территорию области пересекают 4 почвенно-климатические зоны: лесостепная, засушливая черноземная степь, сухая степь и полупустыня.

Река Волга разграничивает область на возвышенное Правобережье и низменное Левобережье – Заволжье.

Правобережье состоит из двух ясно отличающихся геоморфологических областей. Западная ее часть (западнее реки Медведицы) относится к Донской равнине.

Почвенный покров Донской равнины представлен почти исключительно черноземами – выщелоченными, типичными, обыкновенными и южными, преимущественно глинистого гранулометрического состава.

Восточная часть Правобережья – междуречье Волга – Медведица – относится к Приволжской возвышенности

Наиболее характерной чертой почвенного покрова Приволжской возвышенности является широкое распространение черноземов с невыраженным подтипом на различных коренных породах – опоках, песчаниках, мергелях, часто с неполным укороченным профилем, щебенчатых и эродированных.

Волжская долина состоит из пойменной и ряда надпойменных террас. Пойменная терраса Волги в пределах Саратовской области в основном затоплена водами Волгоградского и Саратовского водохранилищ. Надпойменные террасы с преимущественным распространением террасовых каштановых почв и на севере – террасовых черноземов южных, простираются на несколько десятков километров на восток от Волги и почти неразвиты в возвышенном Правобережье.

Большая часть территории Саратовского Заволжья лежит в области Сыртовой равнины.

Характер современного рельефа Сыртовой равнины связан с покрывающими ее сырцовыми глинами. Эти глины, ровным слоем отложившиеся в Заволжье, создали выровненную поверхность с постепенным падением высот с севера на юг.

В Сыртовой равнине отчетливо выделяется два агропочвенных района: в северной ее части – севернее Большого Иргиза (высокая Сыртовая равнина) – распространены южные и обыкновенные черноземы, южнее Большого Иргиза (низкая Сыртовая равнина) – темно-каштановые и каштановые почвы.

На крайнем востоке Саратовской области (Озинский район и часть Перелюбского района) обособилась Заволжская возвышенность, представляющая южный отрог Общего Сырта, идущий от Уральских гор.

Здесь распространены темно-каштановые и каштановые почвы различного гранулометрического состава на коренных породах, значительное развитие получили солонцовые комплексные почвы.

Юго-Восток Заволжья (Новоузенский район) лежит в Прикаспийской низменности, представляющей морскую аккумулятивную равнину, сложенную засоленными Хвалынскими осадками. Эта равнина характерна распространением многочисленных замкнутых понижений – падин и лиманов, являющихся приемниками местного поверхностного стока. В почвенном покрове Прикаспийской низменности преобладают солонцовые комплексы, чередующиеся с лугово-каштановыми и лугово-лиманскими почвами падин и лиманов.

## 12.2. Сельскохозяйственное использование почв Саратовской области

Саратовская область исторически сложилась как традиционный регион интенсивного сельскохозяйственного землепользования и крупнейшая продовольственная база России. Биоклиматический потенциал области обеспечивает принципиальную возможность получения высокого урожая основных сельскохозяйственных культур, возможность сохранения высокого потенциального плодородия даже в условиях их длительной эксплуатации.

В почвенном покрове области преобладают два основных типа почв: черноземы и каштановые почвы (50,4 и 30,0 % от общей площади соответственно). Солонцовые комплексы занимают 11,5 %; аллювиальные почвы – 6,3 %; прочие – 1,8 %. Большая часть почвенного покрова области (86 %) имеет глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав.

В среднем по области коэффициент распаханности сельскохозяйственных земель достигает 75%. При этом более 60% угодий размещены на склонах и подвержены эрозии почв. Ежегодно площадь эродированных земель в черноземностепной зоне увеличивается на 11,1 тыс.га, а в сухостепной – на 9,5 тыс.га.

Современное состояние почв характеризуется высоким уровнем дегумификации, эрозии и других негативных процессов (табл. 2, 3). Так площадь эрозионно-опасных земель по области составляет 46,4 %, а дефляционно-опасных – 71,4 %.

Анализ данных сплошного почвенного мониторинга за содержанием гумуса показал, что его потери в почве за время ее сельскохозяйственного использования достигли 40-50 %. Из почвенного покрова области почти исчезли тучные, мощные и высокогумусные черноземы. Тучные и мощные черноземы с содержанием гумуса до 12-14 % перешли по преобладающим генетическим признакам в среднегумусные типичные или обыкновенные с содержанием гумуса 6-8 %. Подобная трансформация почвенного покрова наблюдается и на других подтипах и разновидностях. В гумусе сократилась с 60-65 до 35-45 % его активная часть, за счет которой формируется основная масса урожая. По уровню содержания гумуса почвы области распределяются следующим образом: очень низкое и низкое – 57 %, среднее – около 35 % и высокое – 8 % от общей площади. Средневзвешенное содержание гумуса в разрезе микрзон Саратовской области по различным типам, подтипам, разновидностям и разновидностям представлены в таблицах 5.

Важным показателем плодородия почв является обеспеченность их микроэлементами

Практически во всех районах области наблюдается недостаток определенных микроэлементов. Наибольшей эффективности от применения микроудобрений можно ожидать на почвах, недостаточно обеспеченных микроэлементами.

В связи с большим разнообразием почвенно-климатических и геоморфологических условий области и задач сельскохозяйственного производства выделяется 7 экономических микрзон:

**1. Западная Правобережная:** Аркадакский, Балашовский, Романовский, Ртищевский, Самойловский, Турковский районы;

**2. Центральная Правобережная:** Аткарский, Екатериновский, Калининский, Красноармейский, Лысогорский районы;

**3. Северная Правобережная:** Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Воскресенский, Новобураский, Петровский, Хвалынский районы;

**4. Пригородная:** Саратовский, Татищевский, Энгельский районы;

**5. Северная Левобережная:** Балаковский, Духовницкий, Ивантеевский, Марковский, Пугачевский районы;

**6. Центральная Левобережная:** Ершовский, Краснокутский, Краснопартизанский, Ровенский, Советский, Федоровский районы;

**7. Юго-восточная Левобережная:** Александрово-Гайский, Дергачевский, Новоузенский, Озинский, Перелюбский, Питерский районы.

Агроклиматические условия территории области из-за большой протяженности (с севера на юг – 320 км, с запада на восток – 575 км) неоднородны и изменяются с северо-запада на юго-восток с возрастанием континентальности, засушливости климата, сокращением количества осадков.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Какой рельеф характерен для саратовской области?
- 2) Местоположение Саратовской области.
- 3) Основные почвы Левобережья.
- 4) Почвы Правобережья Саратовской области.
- 5) Содержание гумуса в почвах Правобережья.
- 6) Какие районы входят в центральную Левобережную микрозону?
- 7) Какие районы входят в северную Левобережную микрозону?
- 8) Какие районы входят в западную Правобережную микрозону?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная:*

- 1) **Ковриго В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – 2-е изд., доп. И перераб. – М. : КолосС, 2008. – 439 с. : ил.
- 2) **Мамонтов В.Г.** Общее почвоведение/ В.Г. Мамонтов [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 3) **Муха В.Д.** Агрочесоведение: Учебник для студентов высших учебных заведений/ В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха; Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003.– 528 с.
- 4) **Наумов В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. – М. : КолосС, 2008. – 288 с. : ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. Учеб. заведений).
- 5) **Синицына Н.Е.** Почвы Саратовской области/ Н.Е. Синицына, В.В. Кравченко, С.И. Сысоев, В.И. Губов, Ю.М. Гришин, Т.И. Павлова; Под общей ред. Синицыной Н.Е.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 98 с.

#### *Дополнительная*

- 1) Агрехимическая, агроэкологическая характеристика почв и научно-обоснованная система удобрений. Государственная станция агрохимической службы «Саратовская». Саратов, 2008.
- 2) **Баздырев Г. И.** Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Г. И. Баздырев, А. В. Сафонов. - М. : КолосС, 2009. - 415 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
- 3) **Болдырев В.А.** Полевые исследования морфологических признаков почв/ В.А. Болдырев, В.В. Пискунов// Учеб. пособие.– 2-е изд., перераб. И доп.– Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2006.–60 с.

#### *Программное обеспечение и интернет-ресурсы*

1. Базы, информационно-справочные и поисковые системы: Yandex, Google, Rambler
2. <http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s01/e0001231/index.shtml>
3. <http://library.sgau.ru>
4. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>
5. <http://www.ecosystema.ru/08nature/soil/>

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон Российской Федерации «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.
2. Федеральный закон Российской Федерации «О мелиорации земель» от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ.
3. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. №7-ФЗ.
4. Федеральный закон Российской Федерации «О землеустройстве» от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ.
5. Федеральный закон Российской Федерации «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ.
6. Основные направления агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на 2001-2010 годы. Одобрены на заседании Правительства Российской Федерации 27 июля 2000 г. (протокол № 25).
7. О Федеральной целевой программе «Повышение плодородия почв России на 2002-2005 годы». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 8 ноября 2001 г. № 780.
8. Положение о Государственной службе защиты растений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 9 октября 2000 г. № 756.
9. Агрохимические методы исследования почв. — М.: Наука, 1975. — 656 с.
10. **Бабьева И.П., Зенова Г.М.** Биология почв. — М.: Изд.-во Моск. ун-та, 1989. — 336 с.
11. **Базаров Е.И., Глинка Е.В., Мамонтова Л.А. и др.** Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства. — М.: ВАСХНИЛ, 1983. — 45с.
12. **Баранов Н.Н., Захаренко В.А., Шевченко А.С. и др.** Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1979. — 32 с.
13. Биологические основы плодородия почвы /Под ред. О.А. Берестецкого. — М.: Колос, 1981. — 288 с.
14. **Бондарев А.Г.** Проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения// Почвоведение, 1990, № 5. —С. 31-37.
15. **Булгаков Д.С.** Агроэкологическая оценка пахотных почв. — М.: РАСХН, 2002. — 251 с.
16. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. — М.: Агропромиздат, 1986. — 416 с.
17. **Воробьева Л.А., Панкова Е.И.** Природа щелочности и диагностика щелочных почв аридных и семиаридных территорий //Агрохимия, 1995, № 1. — С. 108-114.
18. Временная инструкция по определению нефтепродуктов в почве / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. — Обнинск, 1980. — 21 с.
19. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень) /ГН 1.546-96 Госкомэпиднадзор РФ. — М.: Минздрав РФ, 1997. — 51 с.
20. ГОСТ 27593-88 (СТ СЭВ 5298-85). Почвы. Термины и определения.
21. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Практик. пособие. — М.: РосНИИ- земпроект, 2000. — 152 с.
22. Государственный земельный кадастр СССР. — М., 1987. —С. 217-270.
23. **Державин Л.М.** Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. — М.: Колос, 1992. — 272 с.
24. **Державин Л.М., Скворцова Н.К., Пузанова О.А. и др.** Ме-

25. тодические указания по определению выноса питательных веществ
26. сорняками с учетом видового состава и степени засоренности посе-
27. вов. — М.: Минсельхозпрод РФ, 1999. — 17 с.
28. **Державин Л.М., Флоринский М.А., Юрьева О.В. и др.** Методические указания по обобщению результатов агрохимического обследования почв. — М.: МСХ СССР, 1978. — 68 с.
29. **Державин Л.М., Фрид А.С.** Модели комплексной оценки плодородия пахотных почв // Агрохимия, 2002, № 8. — С. 5-13.
30. **Державин Л.М., Фрид А.С.** О комплексной оценке плодородия пахотных земель // Агрохимия, 2001, № 9. — С. 5-12.
31. **Державин Л.М., Фрид А.С., Янишевский Ф.В.** О мониторинге плодородия земель сельскохозяйственного назначения
32. // Агрохимия, 1999, № 12. — С. 19-30.
33. **Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. и др.** Классификация и диагностика почв СССР. — М.: Колос, 1977. — 224 с.
34. **Ельников И.И., Прохоров А.Н., Горшкова М.А.** Методические рекомендации по определению нормативов соотношений макро- и микроэлементов в растениях по системе ИСОД. — М.: ВАСХНИЛ, 1989. — 80 с.
35. **Захаренко В.А., Ртищева И.А., Ченкин А.Ф. и др.** Экономические и организационные основы управления фитосанитарным состоянием агроценозов. Метод. реком. — М.: РАСХН, 1994. — 38 с.
36. **Исаев В.В.** Прогноз и картографирование сорняков. — М.: ВО «Агропромиздат», 1990. — 193 с.
37. **Карманов И.И.** Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. — М.: ВАСХНИЛ, 1990. — 114 с.
38. **Карманов И.И.** Плодородие почв СССР. — М.: Колос, 1980. — 226 с.
39. **Карманов И.И., Булгаков Д.С.** Ландшафтно-сельскохозяйственная типизация территории. — М.: РАСХН, 1997. — 110 с.
40. **Карманов И.И., Фриев Т.А.** Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей // Почвоведение, 1982,
41. Катон, Варрон, Колумелла, Плиний. О сельском хозяйстве / Под. ред. Бурского М.И. — М., Л.: Сельхозгиз, 1937. — 301 с.
42. **Каюмов М.К.** Программирование продуктивности полевых культур. Справочник. — М.: Росагропромиздат, 1989. — 368 с.
43. **Кирюшин В.И.** Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 366 с.
44. Классификация почв России. / Под общей ред. Л.Л. Шишова, Г.В. Добровольского. — М.: РАСХН, 2000. — 235 с.
45. **Ковда В.А.** Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты. — Пушино.: Изд-во АН СССР, 1989. — 155 с.
46. **Ковда В.А.** Щелочные почвы содового засоления. Симпозиум по содовому засолению почв. — Будапешт, 1965. — Т. 14. — С. 49-82.
47. **Когут Б.М.** Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах // Почвоведение, 2003, № 3. — С. 308-316.
48. Методические указания по комплексной диагностике оценки азотного питания озимых зерновых культур. — М.: Колос, 1984. — 48 с.
49. Методические указания по определению валового содержания стронция и кальция в почвах. — М.: Минсельхоз России, 1999. — 12 с.
50. Методические указания по определению подвижных форм фосфора и калия в торфяно-болотных почвах. — М.: МСХ СССР, 1983. — 9 с.
51. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. — М.: ВПНО «Союзсельхозхимия», 1984. — 17 с.

52.73. Методические указания по определению аммонифицирующей способности почв. — М.: Минсельхоз России, 1993. — 18 с.

53. Методические указания по экспрессному определению солевого состава водных вытяжек из почв, грунтовых и поливных вод методом ЦИНАО. — М.: ВПНО «Союзсельхозхимия», 1991. — 150 с.

54. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М.: Минсельхоз России, 1992.

55. Методические указания по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом. — М.: Минсельхоз России, 1993. — 13 с.

56. Методические указания по определению щелочногидролизуемого азота в почве по методу Корнфилда. — М.: МСХ СССР, 1985. — 9 с.

57. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами № 4266-87. — М.: Минздрав СССР, 1987. — 25 с.

58. Методические указания по экспрессному атомно-абсорбционному определению ртути в почвах с термическим разложением проб. — М.: ЦИНАО, 2000. — 9 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Вводная лекция</b> .....	7
Вопросы для самоконтроля.....	15
Список литературы.....	16
<b>Лекция 2. Почвенный экологический мониторинг агроэкосистемы</b> .....	17
Вопросы для самоконтроля.....	21
Список литературы.....	21
<b>Лекция 3. Теория управления агроэкосистемами</b> .....	23
Вопросы для самоконтроля.....	25
Список литературы.....	26
<b>Лекция 4. Влияние традиционных и альтернативных систем удобрения на плодородие почв</b> .....	27
Вопросы для самоконтроля.....	28
Список литературы.....	29
<b>Лекция 5. Экологическое состояние почв</b> .....	30
Вопросы для самоконтроля.....	33
Список литературы.....	34
<b>Лекция 6. Факторы устойчивого и экологически безопасного развития агроэкосистемы</b> .....	35
Вопросы для самоконтроля.....	38
Список литературы.....	39
<b>Лекция 7. Пути оптимизации гумусового состояния почв</b> .....	40
Вопросы для самоконтроля.....	42
Список литературы.....	42
<b>Лекция 8. Особенности управления почвенным плодородием в Правобережных пригородно-экономических микрорайонах Саратовской области</b> .....	43
Вопросы для самоконтроля.....	46
Список литературы.....	47
<b>Лекция 9. Особенности управления почвенным плодородием в Левобережных пригородно-экономических микрорайонах Саратовской области</b> .....	48
Вопросы для самоконтроля.....	50
Список литературы.....	50
<b>Лекция 10. Научно-методические подходы к ресурсно-экологической оценке земледелия на биоэнергетической основе</b> .....	52
Вопросы для самоконтроля.....	54
Список литературы.....	54
<b>Лекция 11. Управление состоянием агроэкосистем</b> .....	55
Вопросы для самоконтроля.....	56
Список литературы.....	56
<b>Лекция 12. Использование местного минерального сырья и нетрадиционных агрокультур Саратовской области</b> .....	58
Вопросы для самоконтроля.....	60
Список литературы.....	60
<b>Библиографический список</b> .....	61
<b>Содержание</b> .....	64