

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ

С.А. Фокин, Т.Н. Черноситова, Ж.М. Карёгина

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ  
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Учебно-методическое пособие*

Благовещенск  
Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

УДК 631. 81 (027)

*Рецензент –  
Епифанцев Виктор Владимирович, д-р с.-х наук, профессор*

Фокин С.А., Комплексный мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения: учебно-методическое пособие / С.А. Фокин, Т.Н. Черноситова, Ж.М. Карёгина. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – 121 [1] с.

В учебно-методическом пособии изложена современная программа и нормативно-правовое обеспечение комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, даны показатели состояния почв, программа полевых агроэкологических наблюдений, почвенно-экологической оценки земель.

Предложенный материал соответствует основным образовательным программам для подготовки обучающихся по агрономическим направлениям.

Одобрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе методическим советом факультета агрономии и экологии Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №3 от 7 декабря 2016 года).

Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>Тема 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....</b>	<b>8</b>
Работа 1 Теоретические и методологические основы организации мониторинга.....	8
Работа 2 Задачи комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и основные требования к его проведению.....	14
Работа 3 Объекты агроэкологического мониторинга .....	17
Работа 4 Нормативно-правовое обеспечение проведения комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения .....	21
<b>ТЕМА 2 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА .....</b>	<b>26</b>
Работа 5 Агроэкологический мониторинг на реперных участках.....	26
Работа 6 Мониторинг снежного покрова .....	32
Работа 7 Аналитическое обеспечение агроэкологического мониторинга .....	35
Работа 8 Метрологическое обеспечение агроэкологического мониторинга .....	51
<b>ТЕМА 3 МЕТОДИКА РАБОТЫ НА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКАХ .....</b>	<b>55</b>
Работа 9 Методика закладки реперных участков .....	55
Работа 10 Виды работ на реперном участке .....	56
Работа 11 Контроль остаточных количеств пестицидов в почве и растительной продукции .....	62

Работа 12 Отбор проб снега и анализ снеговой воды, дождевых и грунтовых вод .....	63
Работа 13 Анализ результатов обследования реперных участков. Документация и порядок отчетности.....	64
<b>ТЕМА 4 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КОНТРОЛЬНЫХ УЧАСТКАХ .....</b>	<b>67</b>
Работа 14 Закладка контрольных участков .....	67
Работа 15 Виды работ на контрольном участке.....	69
Работа 16 Оформление результатов исследований. Требования к выполнению радиологических анализов.....	72
<b>Тема 5 ВЕДЕНИЕ АРХИВА МАТЕРИАЛОВ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....</b>	<b>75</b>
Работа 17 Ведение архивного материала и контроль качества работ .....	75
<b>Список рекомендуемой литературы.....</b>	<b>80</b>
<b>Рекомендуемые ГОСТы и ОСТы, используемые в работах на реперных участках.....</b>	<b>82</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>88</b>
Приложение А. Паспорт реперного участка .....	88
Приложение Б. Отчет по реперным участкам .....	103
Приложение В. Паспорт контрольного участка.....	116
Приложение Г. Перечень контрольных участков .....	119
Приложение Д Сводная ведомость радиологического обследования почв контрольных участков .....	120

## ВВЕДЕНИЕ

Программа комплексного мониторинга почв земель сельскохозяйственного назначения разработана на основе ряда законов Российской Федерации, постановлений Правительства Российской Федерации и целевых программ, направленных на повышение плодородия почв страны.

В связи с современными требованиями к организации системы природопользования, мероприятиям по рациональному использованию и охране ресурсов, в том числе земель сельскохозяйственного назначения, необходимой задачей является проведение комплексного мониторинга плодородия почв.

Задачей мониторинга является постоянное наблюдение за комплексом свойств почв, уровнем агроэкологического состояния земель, позволяющие поддерживать показатели в пределах оптимальных значений для возделывания сельскохозяйственных культур.

Методы определения показателей мониторинга рекомендуется проводить в соответствии с отраслевыми стандартами. В программе мониторинга обязательным является отслеживание ранее не определяющихся агрофизических показателей состояния почв. Рекомендовано проведение агроэкологических наблюдений, дающих ценную информацию о плодородии земель. Одним из методов экологической оценки земель и их сравнения по уровню плодородия является расчет почвенно-экологических индексов.

Комплексное определение показателей состояния почв земель сельскохозяйственного назначения в режиме мониторинга позволяет оперативно управлять почвенным плодородием и служит основой для рационального землепользования и ведения сельскохозяйственного производства.

Основной задачей экологического мониторинга является обеспечение государственных и муниципальных органов, юридических лиц и граждан достоверной информации о состоянии окружающей среды и ее возможных неблагоприятных изменениях. Для этого необходимо:

- 1 Создание единой государственной системы экологического мониторинга на всей территории страны, включая мониторинг биотических и абиотических компонентов природной среды.

- 2 Совершенствование нормативной базы, регламентирующей

взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный экологический мониторинг, включая формирование информационных ресурсов.

3 Совершенствование системы показателей, создание методологии экологического мониторинга Российской Федерации. А также техническое и материальное обеспечение деятельности системы экологического мониторинга.

4 Обеспечение достоверности и сопоставимости данных экологического мониторинга по отдельным отраслям экономики и регионам страны.

5 Проведение работ по выявлению зон экологического бедствия.

6 Выявление и обозначение на местности всех территорий, подвергшихся радиоактивному и химическому загрязнению в масштабах, представляющих опасность для окружающей среды и населения.

7 Инвентаризация территории для выявления и специальной охраны земель, пригодных для производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, водных объектов со стратегическими запасами питьевой воды, природных комплексов, выполняющих особо важные средообразующие функции и обладающих особым рекреационно-оздоровительным значением.

8 Инвентаризация экологически опасных производств, сооружений отходов; оценка риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций и путей их предотвращения.

9 Формирование и ведение кадастров экологически опасных объектов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Реализация экологического мониторинга позволяет решать задачи охраны окружающей среды и рационального природопользования как на общегосударственном уровне, так и на уровне ведомственной ответственности. Важную природоохранную и одновременно производственную роль играет применение принципов мониторинга в сельскохозяйственном производстве. При использовании основных компонентов природной среды в качестве средства производства в земледелии актуальным является не только предотвращение и снижение негативного антропогенного воздействия на эти компоненты, но и поддержание и улучшение их характеристик, влияющих на результативность производственного процесса. Так, высокая и устойчивая продуктивность сельскохозяйственных культур

в адаптивно-ландшафтных системах земледелия возможна лишь при реализации оптимальной совокупности агрохимических и экологических факторов, обеспечивающих нормальный рост и развитие растений и формирование урожая высокого потребительского качества.

Важное место в структурно-функциональной организации мониторинга занимают почвы, представляющие наиболее сложные биологические системы, которые включают множество разнообразных химических и биологических составляющих. Их изучение позволяет не только установить различные зависимости, включающие отдельные и совокупные свойства почв, но и разработать долговременные и эффективные приемы контроля за состоянием окружающей среды во всех аспектах, касающихся почвенных ресурсов. Почвы играют защитную роль по отношению к природным водам, атмосфере и растительности. В то же время, в условиях антропогенной нагрузки почвы нередко выполняют функции депо для ксенобиотиков и других загрязняющих химических веществ. Последние могут поступать из почвы в атмосферу, гидросферу, растительные сообщества, изменяя их эколого-токсикологические характеристики и включаясь в трофические цепи живых организмов различных уровней.

Таким образом, при проведении комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения решается многоплановая задача по оценке их плодородия, экологического состояния и взаимодействия с другими макрокомпонентами биосферы.

**Тема 1**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**  
**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**  
**В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Работа 1**  
**Теоретические и методологические основы**  
**организации мониторинга**

Рациональное природопользование предполагает управление природными объектами и процессами, т.е. запрограммированное воздействие на природные объекты с целью получения полезного хозяйственного эффекта. Чтобы управление было достаточно эффективным, необходимо иметь данные о динамических свойствах этих объектов, их изменении в результате антропогенного воздействия, предвидеть последствия вмешательства человека в ход естественных процессов. В связи с этим возникла необходимость организации системы специальных наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее антропогенными (техногенными) изменениями с целью их оценки, прогнозирования и своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях. Такая система должна включать наблюдения за источниками и факторами воздействия (в том числе источниками загрязнений, излучений и т.п.), за состоянием элементов биосферы (в том числе за откликами живых организмов на воздействие), за изменением их структурных и функциональных показателей.

В настоящее время в Российской Федерации разработано и эксплуатируется большое количество систем контроля и наблюдения за изменением параметров окружающей среды различного уровня и функционального назначения, включая дистанционные и автоматизированные средства. Среди них:

- 1 Служба наблюдений за загрязнением окружающей среды Росгидромета;
- 2 Служба мониторинга чрезвычайных ситуаций МЧС России.
- 3 Служба мониторинга лесных ресурсов.
- 4 Служба мониторинга водных ресурсов.
- 5 Служба агрохимического и агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий Минсельхоза России.

6 Служба санитарно-гигиенического контроля среды обитания человека.

7 Контрольно-инспекционная служба Минприроды России и др.

Перечисленные службы проводят систематические наблюдения и оценивают состояние отдельных компонентов окружающей среды и природных ресурсов. Каждая из таких систем мониторинга функционирует по самостоятельным, специально разработанным программам. Децентрализованный подход, при котором каждое ведомство отдельно создает свои системы мониторинга, требует разработки общегосударственной унифицированной нормативной базы, в которой должны быть отражены иерархия, принципы взаимодействия и информационного обмена ведомственных и функциональных систем мониторинга на всех уровнях их развертывания.

В целом система управления природоохранной деятельностью в России связана с формированием единой системы экологического мониторинга.

Такая система включает в себя:

1. Мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду.
2. Мониторинг загрязнения абиотической компоненты окружающей природной среды.
3. Мониторинг биотической компоненты.
4. Создание и функционирование взаимодополняющих отраслевых и территориальных информационных систем.
5. Прогноз возможных изменений в окружающей среде и влияние этих изменений на здоровье человека и качество окружающей среды.

Взаимодействия различных мониторинговых подсистем приведена на рисунке 1.



**Рис.1. Взаимодействие различных уровней экологического и агроэкологического мониторинга**

Современная технология изучения и контроля процессов загрязнения компонентов окружающей среды в результате антропогенной и техногенной деятельности сводится к определенному набору операций:

- 1 Разработка методик наблюдений и измерений, обработки,

анализа информации и принятия решений.

2 Выбор критериев оценки информации, ее калибровка.

3 Выявление источников негативного воздействия на окружающую среду.

4 Сбор первичной информации и ее обработка (объединение и отождествление разнородной по качеству, объему, значимости и темпам поступления информации в единый банк данных).

5 Анализ и оценка обработанной информации.

6 Разработка краткосрочных и долгосрочных моделей поведения природных и природно-антропогенных систем, оценка степени риска отдельных территорий, производств и технологий; подсистем предупреждения и экстренного реагирования на негативные процессы и явления в окружающей среде; прогнозов развития природно-территориальных систем.

**Общими принципами организации экологического мониторинга** являются:

1 Создание постоянно действующей фиксированной на местности сети опорных пунктов наблюдений (постов, полигонов, стационаров и прочее) для ведения стандартного (согласованного) комплекса наблюдений.

2 Выполнение наблюдений по основным (приоритетным) и дополнительным (связанным со спецификой компонента природной среды) перечням контролируемых показателей.

3 Обеспечение методического и метрологического единства информации путем применения унифицированных методик, технических средств, это является гарантией сопоставимости и достоверности получаемой информации.

**Организационная структура мониторинга.** Организация и функционирование любой ведомственной наблюдательной сети, в том числе и сети агроэкологического мониторинга почв и посевов сельскохозяйственных культур, осуществляется с соблюдением основных принципов деятельности службы мониторинга:

1. Репрезентативности пунктов наблюдений.

2. Комплексности и систематичности наблюдений.

3. Выполнения наблюдений по основным (приоритетным) и дополнительным (связанным со спецификой региона) перечням контролируемых показателей.

4. Единства и сопоставимости методов наблюдений, обра-

ботки и обобщения результатов наблюдений; обеспечения достоверности получаемых результатов и доступности информации для пользователей.

Агроэкологический мониторинг - это не только система постоянных наблюдений за состоянием почв и посевов сельскохозяйственных культур, но и определенная методология таких наблюдений, базирующаяся на естественнонаучной основе (биологические, химические, физико-химические и другие методы измерения параметров почв и внешних воздействий, математическое моделирование, геоинформационные технологии и т. д.).

Экологическое значение почвы на ландшафтном уровне определяет ее центральное место в ландшафтных системах и тесную связь с остальными компонентами ландшафта, водными и воздушными потоками вещества. Опасность накопления загрязняющих веществ в верхних горизонтах почв или их вымывание и накопление в более глубоких горизонтах контролируется характером и положением в почвенном профиле разных геохимических барьеров, индикаторами которых являются определенные генетические горизонты почв. В этой связи почвы сельскохозяйственных угодий являются основным объектом агроэкологического мониторинга, осуществляемого центрами и станциями агрохимической службы.

Агроэкологический мониторинг почв сельскохозяйственных угодий как система регулярных и долгосрочных наблюдений в пространстве и во времени за изменением состояния почв, процессами и явлениями, происходящими в них, является наиболее важным элементом обеспечения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве. Он позволяет прогнозировать изменения качества основного производственного ресурса сельского хозяйства - земель сельскохозяйственного назначения (точнее, плодородного слоя сельскохозяйственных угодий) применительно к условиям жизнедеятельности человека в рамках отдельных территориальных единиц.

В системе агрохимической службы Минсельхоза России агроэкологический мониторинг почв и посевов осуществляется на следующих уровнях:

- 1 Федеральном (определение целей и постановка задач, разработка методологии получения и обработки информации, обобщение данных региональных подразделений, разработка прогнозов и выработка управляющих воздействий).

2 Региональном (первичное обобщение информации с реперных участков, выдачи сигнальной информации).

3 локальном (систематические наблюдения за агроэкологической и радиологической обстановкой).

Организация сети мониторинга по административно - территориальному принципу и ее структура обеспечивают получение общей информации об экологической обстановке в сельскохозяйственном производстве. Регионы Российской Федерации значительно отличаются как по номенклатуре воздействующих факторов, так и по масштабам их воздействий, что определяет необходимость развития адекватной системы мониторинга агроэкосистем в условиях техногенного воздействия. Увеличение масштабов техногенного воздействия на аграрные экосистемы приводит к необходимости увеличения числа точек наблюдений с учетом пространственного размещения источников загрязнения.

***Вопросы для самопроверки:***

1 Какие системы контроля и наблюдения за изменением окружающей среды существуют в РФ?

2 Что включает в себя единая система экологического мониторинга?

3 Из каких операций состоит современная технология природоохранной деятельности в Российской Федерации?

4 Какие существуют принципы организации экологического мониторинга?

5 Что такое организационная структура мониторинга?

6 На каких уровнях осуществляется агроэкологический мониторинг почв и посевов в системе агрохимической службы?

## Работа 2

### **Задачи комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и основные требования к его проведению**

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.

Федеральным законом РФ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных наблюдений определено как одно из основных направлений агрохимического обслуживания. В области обеспечения плодородия почв выделены в качестве важнейших научные исследования, разрабатывающие показатели земель сельскохозяйственного назначения с учётом их природно-сельскохозяйственного значения и состояния плодородия.

В настоящее время из-за недостаточного финансирования указанные исследования почв сельскохозяйственных земель, как правило, не проводятся, что затрудняет разработку рациональных структур сельскохозяйственных угодий, посевных площадей, научно обоснованное распределение сельскохозяйственных культур по земельным участкам (полям и севооборотам), значительно снижает эффективность применения удобрений и других средств химизации, урожайность и качества продукции.

Мировой и отечественный опыт свидетельствуют, что высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексном учёте всех агрохимических и экологических факторов, необходимых для нормального роста и развития растений, формирования урожая и его качества, недопущении деградации земель (закисления, засоления, переуплотнения, эрозии, дефляции, истощения запасов органического вещества и доступных для растений питательных элементов, загрязнения вредными веществами и т.д.).

Плодородие почв - более широкое понятие, чем агрохимическая характеристика.

Плодородие почв включает не только все виды ресурсов, необходимых растению за вегетационный период, но и доступность их

растениям. Последнее зависит от строения верхней части почвенного профиля, минералогического состава почв, запасов доступной растению влаги, агрофизических свойств, определяющих как водно-воздушный и тепловой режимы почв, так и возможности пространственного роста корневых систем, а также биологических свойств почв. Плодородие почв в многолетнем плане зависит также от климатических, а для конкретных лет и от погодных условий, фитосанитарного, эколого-токсикологического, радиологического состояния. Интегральным показателем эффективного плодородия почв является 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 могут быть осуществлены только на основе полной информации о состоянии окружающей среды и почвенного покрова. Оптимальной формой этих работ является периодически повторяемое комплексное почвенно-агрохимическое обследование на всей площади сельскохозяйственных земель России: почвенное, агрохимическое, микробиологическое, агрофизическое, радиологическое и фитосанитарное.

Проводимый Государственной агрохимической службой мониторинг плодородия сельскохозяйственных земель должен отвечать перечню показателей и методов исследований, соответствующих отраслевым стандартам.

Использованные материалы «Методических указаний по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения», результаты отечественных и зарубежных исследований, проведенных за последние годы по этим вопросам, а также опыт передовых государственных центров и станций агрохимической службы показал, что 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. 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, к разработке показателей свойств различных типов и разновидностей почв с учётом требований возделываемых культур и типов севооборотов.

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

1. Получение достоверной и объективной информации о состоянии плодородия почв.

2. Паспортизация и комплексная оценка плодородия почв каждого земельного участка (поля).

3. Сертификация почв земельных участков.

4. Разработка и ежегодное представление Правительству Российской Федерации национального доклада о состоянии плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Аналогичная работа должна выполняться на региональных и местных уровнях.

5. Разработка целевых программ в области обеспечения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на федеральном, региональном, районном и хозяйственном уровнях.

6. Разработка проектов производства растениеводческой продукции.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1 Что является основной задачей мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных угодий?

2 От каких свойств почвы и условий зависит плодородие почвы?

3 Назовите задачи комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

### Работа 3

#### Объекты агроэкологического мониторинга

Объектом наблюдения в системе агроэкологического мониторинга являются сельскохозяйственные угодья. На всей территории Российской Федерации выделяют угодья, загрязненные пестицидами, тяжелыми металлами и радионуклидами.

Агроэкологический мониторинг в сельском хозяйстве в зоне воздействия отдельных промышленных объектов является частью общего мониторинга техногенного воздействия на агроэкосистемы, проводимого агрохимической службой на сети реперных (контрольных) участков и пунктов, которые размещены на всей территории Российской Федерации в соответствии с ее административно-территориальным делением. Агроэкологический мониторинг в зоне воздействия отдельных промышленных предприятий организуют путем создания сети наблюдений (дополнительные участки и пункты) с учетом характеристик и направления распространения выбросов объекта, а также его размещения относительно сельскохозяйственных угодий. Он обеспечивает объективную оценку эколого - токсикологической ситуации, выявление тенденций в ее изменении и прогноз, на основании которого принимаются решения по оздоровлению экологической обстановки в сфере сельскохозяйственного производства.

При организации службы мониторинга окружающей природной среды обычно используют один из четырех подходов к формированию сети пунктов наблюдения (или их сочетание):

1. Координатно-сеточный (разбивка территории на ячейки и размещение опорных пунктов сети наблюдения в каждой ячейке).
2. Ландшафтно-бассейновый (размещение сети пунктов наблюдения с учетом рельефа территории и бассейнов водосбора).
3. Привязки наблюдательных пунктов к уже выявленным или потенциальным источникам загрязнения окружающей среды.
4. Административно-территориальный (размещение пунктов наблюдения в соответствии с действующим административным делением территории).

Координатно-сеточный подход позволяет собрать детальную информацию о химическом составе почвенного покрова, подстилающих пород и грунтовых вод на территориях вблизи зон техногенного загрязнения. При данном подходе территория разбивается на

ячейки не более 3,5 тыс. га, в которых размещаются опорные пункты наблюдения за окружающей средой.

Ландшафтно-экологический и бассейновый подходы к изучению природных условий позволяют установить тип и потенциал ландшафта и его почвенного покрова, экологическую нишу и степень техногенной нагрузки в структуре бассейна, любой локальной и региональной территории.

Привязку сети наблюдательных пунктов к потенциальным источникам загрязнения окружающей природной среды использует Росгидромет, который организует систематические наблюдения за содержанием токсикантов промышленного происхождения в почвах территорий, примыкающих к 76 промышленным центрам. В системе Росгидромета информация по мониторингу техногенно загрязненных почв поступает с 36 пунктов наблюдений в зоне влияния крупных и средних городов страны, 21 геоботанического профиля в придорожных полосах, хозяйств 28 районов (за содержанием остаточных количеств пестицидов), 100 реперных пунктов изучения глобального загрязнения почв. Система базируется на сети пунктов режимных наблюдений, которые устанавливаются в городах, на водоемах и водотоках как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных территориях.

Административно-территориальный принцип размещения точек наблюдений существенно упрощает управление мониторингом, систему передачи информации и ее обобщения, но предполагает стабильность административного деления во времени и пространстве. К сожалению, административно-территориальное деление, сложившееся в 60-е годы прошлого столетия на территории бывшего СССР, сейчас претерпевает заметные изменения: возникают новые муниципальные образования, границы которых далеко не всегда совпадают с прежними административными границами территориальных единиц.

В странах Западной Европы действуют несколько мониторинговых программ, цели и задачи которых совпадают с целями агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации. В 90-е годы в рамках программы FOREGS (Forum of European Geological Surveys) была собрана детальная информация о химическом составе почвенного покрова, подстилающих пород и грунтовых вод в 26 странах Европы. Для характеристики территории с площадью 4,2 млн. км<sup>2</sup> были выбраны 925 точек

наблюдения (1 точка на 500 тыс. га). На основе этой и дополнительной информации был подготовлен агрохимический и агроэкологический атлас почв стран Северной Европы (10 стран, площадь 1,8 млн. км<sup>2</sup>), включающий информацию о содержании в почвах 40 химических элементов. В настоящее время в рамках программы по интегрированному мониторингу (ICP M) рассматриваются варианты использования сеток для покрытия территории объединенной Европы (ЕС25) размером 16x16 или 8x8 кв. км. При использовании первого варианта (площадь ячейки 25,6 тыс. га) необходима организация сети наблюдений из 15,5 тыс. пунктов, а при втором варианте - 62 тыс. пунктов. В небольшой по территории Словакии, например, организована сеть из 637 пунктов наблюдения за состоянием почв (1 точка на 3,5 тыс. га сельхозугодий или 2,5 тыс. га пашни).

В основе организации и проведения агроэкологического мониторинга лежат комплексность и систематичность наблюдений, согласованность сроков их проведения с изменением метеорологических условий, определение показателей с применением единых методических подходов на всей территории страны.

С позиции информатики агроэкологический мониторинг - это многоцелевая открытая информационная система, которая позволяет решать следующие задачи:

1. Проводить наблюдения и фиксировать состояние агроэкосистем.
2. Давать комплексную оценку агроэкологического состояния.
3. Выявлять основные факторы и параметры агроландшафта, лимитирующие уровень его функционирования.
4. Осуществлять поливариантное прогнозирование для оптимизации управленческих и технологических решений по повышению экологической безопасности и экономической эффективности производства.
5. Формулировать экспертные оценки для принятия управленческих решений.

Информационные геофизические системы, так же как и информационная система мониторинга антропогенных изменений, являются составной частью системы управления, взаимодействия человека с окружающей средой (системы управления состоянием окружающей среды), поскольку информация о существующем состоянии природной среды и тенденциях ее изменения должна быть

положена в основу разработки мер по охране природы и учитываться при планировании развития экономики. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния биосферы, в свою очередь, дают возможность уточнить требования к подсистеме наблюдений, что и составляет научное обоснование мониторинга - состава, структуры сети и методов наблюдений.

Определение источника загрязнения окружающей среды, величины выброса какого-либо вещества в окружающую среду (в том числе выявление основных загрязнителей и их состава) еще не означает, что с помощью системы экологического мониторинга в полной мере решены поставленные задачи. Эта система дает исчерпывающий результат только в том случае, когда на основе полученных данных появится возможность прогнозировать последствия загрязнения окружающей среды, ухудшения здоровья человека и среды обитания животного и растительного мира. Кроме того, система мониторинга должна предлагать меры как до ликвидации последствий загрязнений, так и по предотвращению их возникновения.

Социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды в административных единицах в результате природных и техногенных аварий, катастроф, эпидемий или обычной хозяйственной деятельности тесно связаны с наличием и эффективностью системы экологического мониторинга. Эти последствия носят двойкий характер: во-первых, они определяются масштабами ущерба, нанесенного природе и социально-экономической системе (государству в целом, региону, административной единице и др.), и, во-вторых, последствиями негативного влияния этого ущерба на дальнейшее функционирование и развитие природно-территориальных систем. Очень важным является выявление экономической и социальной составляющих экологического мониторинга, к которым относятся потери (финансовые, материальные, социальные и др.) в результате нарушения процессов нормальной хозяйственной деятельности, утраты того или иного вида собственности, здоровья и др., а также потери вследствие изменений качества окружающей среды (социальной и природной).

***Вопросы для самопроверки:***

- 1 Назовите объекты наблюдения в системе агроэкологического мониторинга.
- 2 Какие бывают подходы к формированию сети пунктов

наблюдения?

3 Что изучает ландшафтно-бассейновый подход к изучению природных условий?

4 Что такое программа FOREGS, ICP M?

5 Что является задачами агроэкологического мониторинга с позиции информатики?

#### **Работа 4**

### **Нормативно-правовое обеспечение проведения комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения**

Положением об осуществлении государственного мониторинга земель, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 ноября 2002 г. № 846, установлен порядок осуществления государственного мониторинга земель. Мониторинг осуществляется, исходя из единой системы показателей, на основе методических и нормативно-технических документов, утверждаемых Федеральной службой земельного кадастра России по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

Правовое обеспечение деятельности в области сохранения и воспроизводства плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения отражено в нескольких Федеральных законах и постановлениях Правительства Российской Федерации.

В то же время нормативно-правовое обеспечение в этой области требует дальнейшего развития и совершенствования как на федеральном, так и на региональном уровнях. Особенно это касается источников финансирования проведения комплексного мониторинга плодородия почв.

В Федеральном законе Российской Федерации «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (1998 г.) определен порядок регулирования.

В нем говорится, что одним из направлений агрохимического обслуживания сельского хозяйства является проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических об-

следований или мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, государственный учет показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий, включающий сбор и обобщение результатов почвенного, агрохимического, фитосанитарного и эколого-токсикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения, а также определены исследования 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.

**Федеральным законом Российской Федерации «О государственном земельном кадастре»** (2000 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 качественной и экономической оценки с присвоением каждому кадастровому номеру, установление стоимости и обоснованной платы за землю. В соответствии с земельным кадастром в Едином государственном реестре земель учитываются 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 права и ограничения (обременения); 7) экономические характеристики, в том числе размеры платы за землю; 8) качественные характеристики, в том числе показатели состояния плодородия для отдельных категорий земель; 9) наличие объектов недвижимого имущества, прочно связанных с земельными участками.

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 г.) установлен приоритет охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском и лесном хозяйствах, обеспечивающего охрану жизни и здоровья человека. Он

предусматривает проведение мониторинга и создание государственного земельного кадастра для оценки земель.

**Федеральный закон «О мелиорации земель»** (1996 г.) устанавливает правовые основы деятельности в области мелиорации земель (гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, химическая мелиорация). Законом предусмотрено проведение мониторинга мелиорированных земель, по результатам которого выявляются происходящие изменения их состояния, дается оценка земель.

**Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды»** (2002 г.) определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, в том числе почвенного покрова, регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду, в том числе на почву. Законом предусмотрено проведение государственного мониторинга окружающей среды в целях наблюдения за ее состоянием, в том числе за плодородием земель сельскохозяйственного назначения.

**Федеральный закон Российской Федерации «О землеустройстве»** (2001 г.) устанавливает правовые основы проведения землеустройства в целях обеспечения рационального использования земель и их охраны, создания благоприятной окружающей среды и улучшения ландшафтов, принимает во внимание выявление нарушенных земель, а также земель, подверженных деградационным процессам. Законом предусмотрено проведение мероприятий по восстановлению и консервации земель, рекультивации нарушенных, защите земель от неблагоприятных природных и антропогенных процессов.

В «Основных направлениях агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на 2001-2010 годы» (2000 г.) особенно актуальной проблемой определена деградация земель.

Стратегической задачей агропродовольственной политики в экономической области определено: формирование эффективного конкурентоспособного агропромышленного производства, способствующего продовольственной безопасности страны, в экологической - производство экологически безопасных продуктов питания и сохранение природных ресурсов для аграрного производства.

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 препаратов, чтобы сделать внутренний рынок как минимум равно-привлекательным с внешним; по улучшению технической оснащённости хозяйств. Закон предусматривает использование земель сельскохозяйственного назначения только для сельскохозяйственных целей.

Положением о государственном земельном контроле, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2002 г. № 833, установлен порядок осуществления контроля за соблюдением: земельного законодательства, требований по охране и использованию земель, в том числе государственного контроля за воспроизводством плодородия земель сельскохозяйственного назначения организациями независимо от организационно-правовой формы, их руководителями, должностными лицами, а также гражданами. Этим положением предусмотрено осуществление государственного земельного контроля Федеральной службой Земельного кадастра России и ее территориальными органами совместно с Министерством природных ресурсов РФ и другими заинтересованными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Положением об осуществлении государственного мониторинга земель, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 25 ноября 2002 г. № 846, установлен порядок осуществления государственного мониторинга земель. Мониторинг осуществляется исходя из единой системы показателей на основе методических и нормативно-технических документов, утверждаемых Федеральной службой земельного кадастра России по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

Таким образом, правовое обеспечение деятельности в области сохранения и воспроизводства плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения отражено в нескольких Федеральных законах и постановлениях Правительства Российской Федерации. В то же время нормативно-правовое обеспечение в этой области требует дальнейшего развития и совершенствования как на федеральном, так

и на региональном уровнях. Особенно это касается источников финансирования проведения комплексного мониторинга плодородия почв. Больше всего в его проведении заинтересованы хозяйства, для которых необходима исходная информация о состоянии плодородия почв по расширенному набору интегральных показателей основных свойств почв для разработки и реализации агрохимических, агротехнических, фитосанитарных, противоэрозионных, мелиоративных и других мероприятий на каждом конкретном земельном участке для повышения продуктивности и устойчивости земледелия, улучшения качества продукции и окружающей природной среды. При этом должны быть созданы благоприятные социально-экономические условия для сельского хозяйства, чтобы иметь реальные экономические возможности вести расширенное сельскохозяйственное воспроизводство и, соответственно, наращивать почвенное плодородие, использовать высокие технологии при возделывании сельскохозяйственных культур.

***Вопросы для самопроверки:***

1 Перечислите законы, нормативные акты, программы, составляющие нормативно-правовую базу комплексного мониторинга почв.

2 Назовите сведения о земельных участках, которые учитываются в Едином государственном реестре земель.

3 Какой нормативно-правовой документ определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, в том числе и почвенного покрова?

## ТЕМА 2 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

### Работа 5 Агроэкологический мониторинг на реперных участках

Одним из распространенных видов агроэкологического мониторинга является локальный мониторинг, основными задачами которого являются:

1. Контроль (наблюдение) за состоянием экосистемы (почва, растение, вода) и оценка изменений во времени и пространстве.
2. Прогноз изменения состояния экосистемы.
3. Составление рекомендаций по внедрению экологически безопасных технологических приемов в земледелии и направленному регулированию основных режимов в почвах, непосредственно определяющих их плодородие, урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Локальный мониторинг осуществляется, как правило, на реперных участках. Такие участки располагают на типичных сельскохозяйственных угодьях в различных природно-сельскохозяйственных зонах и провинциях, а также на техногенно загрязненных территориях вблизи крупных промышленных предприятий, транспортных магистралей, городов. От традиционных почвенно-агрохимических изысканий мониторинг отличается, прежде всего, комплексностью программы изучения и непрерывностью исследований во времени.

Многообразие природно-климатических условий России, разнообразие антропогенных воздействий на почву, сложные структуры почвенного покрова обуславливают необходимость закладки в зоне деятельности центров и станций агрохимической службы, центров химизации и сельскохозяйственной радиологии Минсельхоза России по одному или нескольких реперных участков в каждом административном районе, но не менее 20-ти на зону обслуживания.

Реперный (контрольный) участок – это поле (часть поля) или отдельно обрабатываемый участок площадью не менее 4 га и не более 40 га, типичный для данного региона. Он должен отражать преобладающий почвенный покров, историю землепользования, интен-

сивность и характер применения средств химизации, проведения мелиоративных мероприятий. Закладка реперных и контрольных участков проводится с учетом всех природно-климатических и производственно-технологических условий, чтобы максимально характеризовать все многообразие факторов, влияющих на сельскохозяйственное производство в административном районе.

Для детальной характеристики расположения реперного участка и хозяйственной деятельности используют три блока показателей, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

### Блоки показателей характеристики расположения реперного участка

Индекс	Блок	Показатель
<b>А</b>	<b>Адресно-топографический блок</b>	Включает 10 показателей: номер и код реперного участка; административный район, хозяйство, название близлежащего населенного пункта; географические координаты реперного участка (широта, долгота); площадь поля и площадь реперного участка; расстояние участка от потенциальных источников загрязнения почвенного покрова (фермы, навозохранилища, склады минеральных удобрений и ядохимикатов, ГСМ, автомобильные и железные дороги, аэродромы, атомные и тепловые электростанции, карьеры по добычи рудного и нерудного сырья, заводы по производству химической продукции, нефтеперерабатывающие и металлургические заводы и др.).
<b>Б</b>	<b>Почвенно-ландшафтный блок</b>	Включает 11 показателей: характеристика почвы (почвенная зона, провинция, тип, подтип почвы, гранулометрический состав, эродированность (тип, степень), экспозиция склона и его крутизна, засоленность (тип, степень).
<b>В</b>	<b>Информационный блок</b>	Информация об использовании минеральных и органических удобрений, микроудобрений, химических мелиорантов, средств защиты растений (дозы и сроки внесения, возделываемые культуры).

Агроклиматические характеристики реперного участка характеризуются следующими показателями, представленными в таблице 2.

Таблица 2

**Агроклиматические характеристики реперного участка**

Показатель	Характеристика
<b>Теплообеспеченность</b>	Сумма температур выше 10°C. Период вегетации с температурами выше 10°C. Средняя температура самого теплого месяца. Средняя температура самого холодного месяца. Время наступления устойчивой температуры воздуха выше 10°C.
<b>Влагообеспеченность</b>	Количество осадков (мм). Высота снежного покрова (мм). Коэффициент увлажнения (КУ). Гидротермический коэффициент (ГТК).

Показатели, регистрируемые в ходе проведения мониторинга почв сельскохозяйственных угодий и подвергающиеся затем обобщению и анализу, могут быть представлены в виде трех отдельных блоков (табл. 3).

Таблица 3

**Блоки показателей, регистрируемых при проведении мониторинга**

Блок	Характеристика
<b>Агрохимический блок</b>	Содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменных форм кальция, магния и натрия в пахотном и метровом слое (интервал 20 см), pH и гидролитическая кислотность, запасы минерального азота в метровом слое.
<b>Агроэкологический блок</b>	Содержание подвижных форм микроэлементов в пахотном горизонте и в метровом слое (интервал 20 см). Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов и мышьяка. Содержание остаточных количеств пестицидов в пахотном и метровом слое (ГХЦГ, ДДТ, симазин, атразин, 2,4-Д и др.).
<b>Радиологический блок</b>	Содержание $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ , мощность экспозиционной дозы гамма-излучения.

Проведение агроэкологического мониторинга предполагает наряду с почвами обследование растительной продукции. В растениях определяют показатели, характеризующие качество растительной продукции и уровни содержания в ней основных групп загрязняющих веществ. Второй блок данных позволяет оценить процессы транслокации загрязняющих веществ и уровни возможного аэриального загрязнения растительных объектов (табл. 4).

Таблица 4

**Блоки данных, характеризующих качество и уровни загрязнения растительной продукции**

Блок	Характеристика
<b>Блок, характеризующий качество растительной продукции</b>	Вид растительной продукции. Урожай. Содержание влаги и сухого вещества в основной и побочной продукции. Содержание протеина, крахмала, жира, золы, сахаров и нитратов. Для пшеницы дополнительно определяют клейковину и ИДК.
<b>Блок, характеризующий уровни загрязнения растительной продукции</b>	Содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка. Содержание остаточных количеств персистентных пестицидов (хлорорганические, симтриазины и др.). Содержание изотопов $^{137}\text{Cs}$ и $^{90}\text{Sr}$ .

В ходе агроэкологического мониторинга проводятся сопряженные наблюдения по смежным объектам – атмосферным осадкам (снег, воды дождевые) и водам грунтовым (табл. 5).

На реперных участках обязательным является изучение миграции химических элементов и загрязняющих веществ по профилю почв до глубины 1 м путём отбора проб почвы через 20 см. Все агрохимические и агроэкологические показатели определяют сразу после закладки реперного участка и в дальнейшем один раз в 5 лет. Информацию о внесении органических и минеральных удобрений и химических мелиорантов на участке обобщают ежегодно.

Агроэкологический мониторинг почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации на реперных участках ведётся центрами и станциями агрохимической службы (ФГУЦАС И ФГУСАС)

Минсельхоза Российской Федерации с 1991 года. Обобщение результатов мониторинга осуществляется Всероссийским научно-исследовательским институтом агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА).

Таблица 5

## Сопряженные наблюдения

Наблюдаемый объект	Контролируемые показатели
<b>Вода грунтовая</b>	Сухой остаток, электропроводность, pH, содержание нитратов, хлоридов, сульфатов, натрия, кальция и магния, микроэлементов и тяжелых металлов.
<b>Вода дождевая</b>	Сухой остаток, электропроводность, pH, содержание нитратов, хлоридов, сульфатов, натрия, кальция и магния, микроэлементов и тяжелых металлов.
<b>Снег</b>	Электропроводность, pH, содержание нитратов, хлоридов, сульфатов, натрия, кальция и магния, микроэлементов и тяжелых металлов, гамма-фон, содержание <sup>137</sup> Cs.

Количество реперных участков на 01.01.2016 года составляет 1780. Распределение реперных участков по субъектам Российской Федерации неоднозначно и зависит от наличия в производстве площадей сельскохозяйственных угодий данного субъекта и числа административных районов (количество колеблется от 5 реперных участков в Мурманской области до 88 реперных участков в Алтайском крае). В Амурской области заложено 15 реперных участков в основных сельскохозяйственных районах региона.

Реперные участки расположены в основном на пахотных землях, реже на культурных пастбищах и многолетних насаждениях, практически в каждом административном районе, где развито земледелие и растениеводство. Реперный участок отражает преобладающий в районе почвенный покров, историю землепользования, интенсивность и характер применения средств химизации, органических удобрений и проведения различных мелиоративных мероприятий.

На реперных участках ведется то же сельскохозяйственное производство, что и на других почвах, с учетом требований севооборотов.

Реперные участки закреплены на местности, их географические координаты зарегистрированы в паспорте и используются для

составления различных карт и картограмм. В адресной части реперного участка указывается код участка, район, хозяйство, отделение, севооборот, номер поля, площадь участка, угодье. Для характеристики реперного участка указывается зона, провинция, тип и подтип почвы, гранулометрический состав, тип и степень эродированности, экспозиция и крутизна склона, засоленность и расстояние реперного участка от источников загрязнения почвы (склады удобрений и/или пестицидов, фермы, заводы, ТЭЦ, автодороги, аэродромы и т. д.).

Картографическое обеспечение агроэкологического мониторинга предполагает соблюдение ряда общих требований, в частности, основной картографический материал для мониторинга регионального, местного и локального уровней должен быть составлен на точной топографической основе, иметь координатную сетку и отражать почвенные особенности.

В качестве основного картографического материала для ведения агроэкологического мониторинга используют:

- карты сельскохозяйственных угодий масштаба 1:100000;
- карты хозяйств на загрязненных радионуклидами территориях масштаба 1:100 000 и 1:50000;
- топографические карты районов, субъектов Российской Федерации масштаба 1:200000;
- карты радиоактивного загрязнения местности по отдельным субъектам Российской Федерации масштаба 1:200000;
- карты-схемы хозяйств с характеристикой радиоактивного загрязнения местности по лесным кварталам.

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Назовите задачи локального мониторинга.
- 2 Что такое реперный участок?
- 3 Что такое площадь реперного участка?
- 4 Что включает в себя адресно-топографический блок?
- 5 Что включает в себя почвенно-ландшафтный блок?
- 6 Какие бывают показатели, регистрируемые в ходе мониторинга почв сельскохозяйственных угодий?
- 7 Назовите смежные объекты при мониторинге.
- 8 Что предполагает картографическое обеспечение мониторинга?
- 9 Что используют в качестве основного картографического материала для ведения агроэкологического мониторинга?

## Работа 6

### Мониторинг снежного покрова

В рамках проведения мониторинга на реперных участках проводится обследование снежного покрова.

Агрохимическое обследование снежного покрова включает определение кислотности снеговой воды и содержание элементов питания растений для прогнозирования возможного подкисления (подщелачивания) почв сельскохозяйственных угодий, оценки качества окружающей среды, дополнения к информации, поступающей от сети контроля загрязнения снежного покрова Госкомгидромета России.

Агрохимическому обследованию подлежит снежный покров сельскохозяйственных угодий предприятий, занимающихся сельскохозяйственным производством. Такое обследование проводится ежегодно в конце зимы, перед началом весеннего снеготаяния, когда влагозапас в снеге приближается к максимальному. Для различных регионов рекомендуются следующие сроки отбора проб:

Регион	Срок отбора снежного покрова
Ставропольский и Краснодарский края	1 декада февраля
Центральные черноземные области	3 декада февраля
Смоленская, Московская, Нижегородская, Владимирская, Рязанская, Костромская области, Поволжье, Урал и Предуралье	1 декада марта
Волгоградская, Тверская, Новгородская, Ленинградская, Кировская области	2 декада марта
Республика Карелия, Республика Коми	3 декада марта
Сибирь и Дальний Восток	1 декада марта

Для проведения агрохимического обследования снежного покрова организуется полевая группа (группы) в составе одного специалиста агрохимика и шофера с автомашиной.

Картографической основой для проведения агрохимического обследования снежного покрова служит административная карта области М 1:200000 и М 1:1000000. При разработке маршрута отбора проб используются карты природно-сельскохозяйственного районирования, геоморфологические общедоступные карты размещения промышленных центров и предприятий.

Работа по подготовке картографической основы состоит из следующих этапов:

1 Нанесение границ природно-сельскохозяйственного районирования и предварительных точек отбора смешанных проб снега.

2 Подготовка 2-х экземпляров картографической основы: первый экземпляр передается руководителю полевой группы, второй экземпляр сохраняется до завершения всех работ и переноса на него результатов обследования. Один чистовой экземпляр карты отбора с нанесёнными результатами анализов хранится в центре (станции) агрохимической службы, второй при необходимости направляется для обобщения.

Пробы снега отбираются в ходе маршрутных исследований. Маршруты отбора прокладываются по основным шоссейным магистралям области. Расстояния между точками отбора 25-30 км.

Для отбора пробы выбирается площадка размером 100х100 м, удалённая от автомобильной или железной дорог не менее чем на 500 м. Площадка должна быть расположена на расстоянии не ближе чем 1-2 км от небольших поселков и деревень, не ближе чем 5 км от городов или промышленных (заводских) поселков. При выборе места отбора пробы на маршруте необходимо исключить влияние локальных источников загрязнения (выбросов из котельных и печных труб), авто- и железнодорожного транспорта, а также случайных загрязнений снега от воздействия свалок, отвалов карьеров и т.п. Необходимо также избегать отбора проб снега на вспаханных осенью полях.

Если на маршруте расположены явные потенциальные загрязнители снежного покрова, то отбираются дополнительные пробы.

Каждая проба снега является смешанной и состоит из трех индивидуальных проб, объединённых в одну. На выбранной площадке в произвольных точках, которые характеризуются (приблизительно) средней величиной толщины снежного покрова, отбирают три индивидуальные пробы и ссыпают в один полиэтиленовый мешок. Индивидуальные пробы снега вырезают на всю глубину снежного покрова лопатой в виде столбика сечением 10х10 см или снегомером. У основания, не доходя 1-2 см до грунта, во избежание засорения пробы, столбик снега подрезается лопатой, извлекается из толщи снега и ссыпается в мешок.

По диагонали выбранной площади проводят 10-12 промеров глубины снежного покрова для определения средней толщины снежного покрова.

Отобранные на площадке пробы снабжают этикеткой, на которой карандашом указывают номер пробы. Номер пишется три раза. В процессе отбора пробы составляют ведомость отбора проб снега.

Пробы должны быть доставлены в лабораторию в незамороженном виде. Во время пути и остановок они должны храниться на холоде. Для этих целей в машине отводится место с минимальным обогревом. Пробы складываются в ящик или на подстеленный брезент, мешки с пробами укрывают брезентом. Пробы должны быть чистыми. Мешок с пробами не должен контактировать с нефтепродуктами.

В лаборатории весь объем пробы растапливают и хранят в закрытой стеклянной посуде. Оттаивание снега проводится при комнатной температуре без использования нагревательных приборов. Весь объем оттаявшей пробы снега измеряют с точностью до 10 мл, взбалтывают и фильтруют для последующего определения на фильтре сухого остатка. Для определения сульфатов пробы отфильтровывают через обеззоленные фильтры.

Анализ талой воды проводят в тот же день или на следующий день по достижении температуры фильтрата 16-18 °С. В фильтрате талой воды определяют кислотность (рН), электропроводность, содержание нитратов, сульфатов, хлоридов. Анализ проводят по принятым в агрохимслужбе методикам. По возможности проводят определение других элементов (Na, Ca, Mg и др.). На реперных участках локального мониторинга как в сухом остатке, так и в воде определяют содержание тяжёлых металлов, хлорорганических пестицидов и радионуклидов.

Результаты анализов вносят в итоговую таблицу. Проводят их обобщение и сопоставление с другими данными.

В большинстве центров и станций агрохимической службы созданы электронные информационные базы (банки) данных по реперным участкам локального мониторинга. Во ВНИИА также создан банк данных «Репер-С», объединяющий информацию по реперным участкам в целом по России. На основании банка данных в автоматическом режиме проводится статистическая обработка ин-

формации по реперным участкам, устанавливается ее достоверность, оценивается динамика показателей, коррелятивные связи между изучаемыми факторами.

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Что включает в себя агрохимическое обследование снежного покрова?
- 2 В какие сроки проводят отборы проб снега?
- 3 Назовите этапы работ по подготовке картографической основы.
- 4 Какие методики применяются при отборе проб?

## **Работа 7**

### **Аналитическое обеспечение агроэкологического мониторинга**

Основная задача аналитического обеспечения мониторинговых наблюдений за состоянием окружающей природной среды заключается в том, чтобы создать условия для получения объективной информации о содержании полезных, балластных и вредных компонентов в среде обитания и динамики их поведения во времени и пространстве. Химический анализ позволяет выявить вещества-загрязнители, загрязненный объект окружающей среды и оценить степень его загрязненности, дает сведения об источниках и путях попадания загрязнителей в воды, почву и воздух.

Институты агрохимического профиля постоянно проводят исследования по разработке новых и совершенствованию существующих методик анализа почв, грунтовых вод и растительной продукции, предназначенных для использования в агроэкологическом мониторинге почв сельскохозяйственных угодий. Основные требования к таким методикам установлены ГОСТ 17.4.3.03-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ». Согласно этому стандарту, методика определения загрязняющего вещества в почве должна отвечать следующим требованиям:

1. Обеспечивать определение количества загрязняющего вещества на порядок ниже предельно допустимого количества (ПДК).
2. Воспроизводимость метода не должна превышать 30 % и

расхождение между повторными результатами анализа должно быть не выше допустимых расхождений.

3. Обеспечивать селективность относительно анализируемого компонента.

4. Использовать доступные реактивы, приборы и аппаратуру, обеспечивающие требуемую воспроизводимость аналитических определений.

5. Если определению загрязняющего вещества предшествует химическая реакция, то образующиеся продукты должны быть устойчивыми в течение времени, необходимого для аналитического определения, и это время должно быть указано в описании.

6. В случае использования реактивов и получения (возникновения) вредных и опасных для здоровья человека продуктов реакции, должны быть указаны правила обращения с ними.

Основная группа методик, используемых центрами и станциями агрохимической службы при проведении агроэкологического мониторинга, была разработана в 80-90 годы главным методическим центром агрохимической службы – Центральным институтом агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО).

Наиболее тщательно отработаны методы определения агрохимических характеристик почв (оценка почвенного плодородия). Эти методы прошли аттестацию в межлабораторных экспериментах и включены в государственные стандарты. Большинство методов определения подвижных форм микроэлементов также прошли межлабораторную аттестацию, но стандартизованы только на отраслевом уровне. Методики определения тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов имеют статус ведомственных методических указаний. Они нуждаются в метрологической аттестации и совершенствовании как аналитических процедур, так и метрологических характеристик. Для анализа атмосферных осадков и грунтовых вод центры и станции агрохимической службы используют аналитические методики других ведомств.

В настоящее время существует большое количество методик анализа загрязняющих веществ в различных объектах окружающей среды, но только небольшая их часть может быть применена в системе экологического (в том числе и агроэкологического) мониторинга. Формально для большинства нормируемых показателей качества компонентов природной среды всегда можно подобрать подходящую методику аналитического контроля, но по существу ситуация

значительно более сложная. Во-первых, немалая доля методик предполагает использование уникального аналитического оборудования, которое в стране имеется в единичных экземплярах (например, комплексы для нейтронно-активационного анализа, хромато-масс-спектрометры высокого разрешения, спектрометры с индуктивно-связанной плазмой и др.), не говоря уже о сети центров и станций агрохимической службы, участвующих в агроэкологическом мониторинге. Во-вторых, документы, регламентирующие методики анализа объектов окружающей среды, должны иметь определенный нормативно-технический и правовой статус. Пока же подавляющее большинство методик, предлагаемых для мониторинговых наблюдений, носят исследовательский характер, они не унифицированы, не стандартизованы и метрологически не аттестованы.

Значительная часть аналитических методик имеет статус ведомственных указаний и предназначена для использования в ограниченной части аналитических лабораторий со специфической системой отбора проб, пробоподготовки и парка измерительных приборов. Такое методическое обеспечение нельзя признать удовлетворительным как с позиций государственных контрольных органов, так и природопользователей, поскольку выполнение измерений по методикам, не имеющим официального статуса, ставит под сомнение достоверность результатов анализов. Такие результаты не могут служить основанием для принятия санкций или управленческих решений.

Специфика объектов окружающей среды (почвы, воды, атмосферных осадков и растительной продукции) как объектов химического анализа состоит в их изменяющемся составе, многокомпонентности и многофазности. Множество протекающих в природной среде химических, биохимических и биогеохимических процессов предопределяет повышенную сложность химико-аналитических исследований. Почва как сложная саморегулирующаяся система обладает в определенной мере способностью сопротивляться внешнему воздействию, поддерживать то равновесие ее составляющих, которое создано в результате длительного взаимодействия почвенных компонентов между собой и с другими объектами биосферы, но эта способность не беспредельна. Сложность почв как объекта анализа определяется их гетерогенным и многофазным характером.

Экологами и гигиенистами выделены приоритетные группы наиболее опасных для здоровья человека и животных токсикантов,

среди которых ведущее место занимают тяжелые металлы и пестициды. Контроль за их содержанием в природных объектах является одной из наиболее сложных химико-аналитических процедур в области количественного химического анализа. Связано это с весьма низкими концентрациями определяемых веществ в объектах окружающей среды и с многообразием химического состава анализируемых объектов. В этой связи актуальными являются вопросы адаптации разработанных химико-аналитических методик к различным объектам исследования.

Оценка данных, получаемых в ходе контроля объектов окружающей среды, базируется на сопоставлении результатов химического анализа с нормируемыми величинами концентраций контролируемых веществ. В нашей стране такими нормативами являются предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, установленные для различных объектов: почвы, воды, растительной продукции и др.

Считается, что если для какого-то вещества существует ПДК в конкретном компоненте окружающей среды, то должна быть методика определения этого вещества на уровне концентраций в 2-10 раз ниже ПДК, т.е. на уровне реальных фоновых концентраций.

Наряду с ПДК важной характеристикой экосистем служит их ассимиляционная емкость в отношении конкретного загрязняющего вещества или суммы веществ. Ассимиляционная емкость объекта окружающей среды - это максимальное количество загрязнителя, которое может быть за единицу времени накоплено, разрушено, трансформировано или выведено за пределы экосистемы в результате совокупности процессов самоочищения без нарушения ее нормального функционирования. Ассимиляционная емкость экосистемы определяет допустимый уровень антропогенных воздействий на фоне естественной изменчивости и в интервале допустимых колебаний параметров состояния системы.

Гигиенические требования к почвам сельскохозяйственных угодий, установленные СанПиН 2.1.7.1287-03, основываются на ПДК химических веществ в почве с учетом их лимитирующего показателя вредности и приоритетности транслокационного показателя. Почвы сельскохозяйственного назначения по степени загрязнения химическими веществами разделены на следующие категории: допустимые, умеренно опасные, опасные и чрезвычайно опасные. Эти категории имеют следующие характеристики:

- допустимая категория почв - содержание химических веществ в почве

превышает фоновое, но не выше ПДК;

- умеренно опасная категория почв - содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю вредности;

- опасная категория почв - содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности;

- чрезвычайно опасная категория почв - содержание химических веществ превышает ПДК по всем показателям вредности.

Все объекты перед анализом требуют предварительной подготовки, характер которой зависит целиком от задачи мониторинговых исследований и химического состава объекта. Начальный этап - процесс отбора проб - по своему значению не менее важен, чем собственно измерения. Взятие представительных проб, правильное усреднение и надлежащее их хранение должны быть в совокупности четко продуманной и технически подготовленной процедурой, которая обеспечивает успех всей цепочки аналитического контроля.

Эффективность и достоверность методик, используемых в агроэкологическом мониторинге, определяются прежде всего прободбором и пробоподготовкой. Наблюдения за уровнем загрязнения почв предполагают, что отбор проб выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» на определенных площадях по регулярной сети участков, характеризующих типичные сочетания природных условий и антропогенного воздействия.

Международная организация по стандартизации (ИСО) установила основные принципы, которые должны быть соблюдены при отборе проб почв в целях контроля их состояния для обнаружения изменений долгосрочного характера и при идентификации источника загрязнения.

Принципиально важны пробоотбор, сохранение и консервация проб и пробоподготовка, необходимая для переведения всех компонентов пробы в форму, удобную для проведения анализа. Для этого

используют все способы, применяемые в химическом анализе: измельчение твердых проб, растворение, обработку различными химическими реактивами, нагревание, микроволновое и ультразвуковое облучение и др.

Задачу следующего этапа исследований, состоящую в наиболее полном извлечении определяемых элементов (компонентов) из пробы в раствор, в аналитической практике решают путем разрушения макроосновы пробы (матрицы). Так, для удаления органической матрицы применяют сухое озоление или мокрую минерализацию. В ряде случаев сухое озоление предпочтительнее, так как исключает внесение в пробу мешающих или фоновых компонентов из реактивов, используемых при минерализации. Однако для таких летучих компонентов, как цинк, свинец, кадмий, приемлема только мокрая минерализация анализируемой пробы. В большинстве случаев именно эта стадия подготовки проб определяет длительность химического анализа и вносит основной вклад в увеличение погрешности измерений, нивелируя преимущества современных устройств, регистрирующих аналитический сигнал.

Альтернативным решением является минерализация проб почв и растительной продукции в герметично замкнутой емкости аналитического автоклава. Для этой цели обычно используют ячейки с резистивным или микроволновым нагревом, которые дополняют друг друга в лабораторных исследованиях. Методы автоклавной минерализации при повышенном давлении и температуре обеспечивают быструю и полную деструкцию органических и элементорганических компонентов проб почв и растительного материала практически без потерь летучих компонентов. Они основаны на жестком окислительном воздействии смеси азотной кислоты и перекиси водорода внутри замкнутого пространства автоклавной ячейки при высоком давлении и температуре. Именно такой режим работы реализован в автоклавных модулях с резистивным нагревом (модули МКП-04 и МКП-05 (рис. 2), разработанные НПВФ «АН-КОН-АТ» и ВНИИА) и СВЧ-минерализаторах (рис. 3) НПФ АП «Люмэкс».

Сегодня накоплен положительный опыт использования автоклавных модулей с резистивным нагревом во многих центрах и станциях агрохимической службы при проведении работ в рамках агроэкологического мониторинга.



**Рис.2. Автоклавный модуль с резистивным нагревом МКП-05**



**Рис.3. СВЧ-минерализатор «Минотавр-2»**

Обязательным элементом эколого-аналитического комплекса, помимо пробоотборных устройств и системы пробоподготовки, является система предварительного концентрирования определяемых компонентов, позволяющая выделять микрокомпоненты из проб различного состава.

При определении в почве следовых количеств веществ, чувствительности применяемых инструментальных аналитических методов иногда бывает недостаточно. В этом случае применяют различные способы аналитического концентрирования: экстракцию органическими растворителями, не смешивающимися с водой, сорбционное концентрирование, дистилляцию, соосаждение, использование криогенных ловушек. Например, во многих случаях прямое атомно-абсорбционное определение микроэлементов и тяжелых металлов в вытяжках из почв и в минерализатах растительных материалов на фоновом уровне оказывается невозможным ввиду недостаточной чувствительности пламенного варианта метода. Для повышения чувствительности анализа и для устранения помех от сопутствующих элементов, в методических разработках ЦИНАО предложено использовать экстракцию определяемых элементов изоамиловым или бутиловым эфирами уксусной кислоты после связывания их в комплексы с диэтилдитиокарбаматом и непосредственное введение экстрактов в пламя атомизатора атомно-абсорбционного спектрофотометра. Повышение чувствительности определений микроэлементов и тяжелых металлов происходит при этом не только за счет концентрирования определяемых элементов, но и за счет того, что чувствительность атомно-абсорбционного анализа растворов в органических растворителях значительно выше, чем при анализе водных растворов, вследствие более эффективного распыления. Этот прием рекомендован для аналитических подразделений центров и станций агрохимической службы, участвующих в агроэкологическом мониторинге, при определении меди, кобальта, кадмия, свинца, никеля в ацетатных вытяжках из почв, а также при определении кадмия и свинца в кормах и растениях. В качестве группового экстрагента металлов при этом используется общедоступный реагент - диэтилдитиокарбамат натрия.

Для определения общего содержания мышьяка в почвах разработана методика, состоящая в разложении почвы смесью концентрированных серной и азотной кислот при кипячении, отделении мышьяка от сопутствующих элементов отгонкой в виде арсина и последующем фотометрическом определении в виде мышьяково-молибденовой сини. Для получения окрашенного соединения используется раствор сернокислого гидразина (при нагревании) или раствора аскорбиновой кислоты в присутствии сурьмянивокислого

калия, выполняющего роль катализатора (при комнатной температуре).

Ртуть в почвенном покрове распределяется неоднородно, концентрации ее зависят от уровня содержания ртути в почвообразующих породах и колеблются в пределах 0,005-1,3 мг/кг. Распределение ртути по профилю заметно зависит от свойств почв - гранулометрического, количественного и качественного состава органического вещества, рН среды, содержания карбонатов. Большое влияние на закрепление ртути в почве оказывает органическое вещество почвы. В одном и том же элементарном ландшафте ртуть в большей степени аккумулируется на участках, обогащенных органикой. Вниз по разрезу доля ртути, переходящей в солянокислую вытяжку, увеличивается с уменьшением количества гумуса. Большая часть ртути связана с гуминовыми кислотами, которые являются основной ртуть-депонирующей фазой. Меньшие количества ртути найдены в фульвокислотах. Для экспрессного определения ртути в почвах разработана методика непламенного атомно-абсорбционного определения методом холодного пара. Анализ состоит в возгонке ртути непосредственно из пробы почвы при нагревании и накоплении ее на золотом коллекторе, последующей десорбции и определении с помощью анализатора ртути "Юлия-2" (рис. 4).



Рис. 4. Анализатор ртути «Юлия-2»

Концентрирование паров ртути путем связывания ее в амальгаму дает возможность анализа проб с малым содержанием ртути. Применение простых циркуляционных и концентрирующих приставок к этому анализатору с соответствующими методами отбора и подготовки проб позволяет решить большую часть практических задач агроэкологического мониторинга.

В последнее время органические вещества признаны определяющими весь ход техногенеза окружающей среды в целом. Основную часть общего органического загрязнения окружающей среды составляют загрязняющие вещества нефтяного происхождения - сырая нефть, разнообразные продукты ее переработки и отходы после неполного их использования. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами является распространенным фактором воздействия на почву.

В практике мониторинга загрязненных нефтью территорий используются различные показатели для оценки степени воздействия и скорости самоочищения экосистем и почв. Такие показатели основаны на изменении: состояния растительности, численности, биомассы и видового состава различных групп почвообитающих беспозвоночных животных, общей биомассы, группового состава и уровня метаболической активности почвенного микробсообщества.

Стандарт ИСО 11046 устанавливает два варианта количественного определения минерального масла в почве: инфракрасной спектроскопией и газовой хроматографией. ИКС-метод основан на измерении спектра поглощения в интервале 2800-3125 см<sup>3</sup> экстракта из почвы углеводородов 1,1,2-трихлор-1,1,2-трифторэтаном и применим для проб почв с содержанием минеральных масел более 20 мг/кг почвы. Газохроматографический метод используют при более высоком загрязнении.

Спектроскопия диффузного отражения в ближней инфракрасной области спектра, основанная на сочетании спектроскопии и статистических методов исследования многофакторных зависимостей, является перспективным инструментальным методом для определения степени загрязнения и измерения содержания нефтепродуктов в почве. Это положение подтверждено исследованиями, проведенными на массивах проб почв различного типа, отобранных в разных районах Московской области. На основе этих результатов во ВНИИ агрохимии начата разработка методики определения загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами с использованием инфракрасной спектроскопии в ближней области спектра.

Сравнение инфракрасных спектров отражения минеральной (дерново-подзолистой), органической (болотной верховой) почв, бензина, моторного масла и дизельного топлива показывает, что расположение полос поглощения органического вещества почв совпадает с расположением характеристических полос поглощения нефтепродуктов. Это обстоятельство затрудняет определение нефтепродуктов в почвах с высоким содержанием органического вещества. Более тесная корреляция обычно наблюдается при использовании производных оптической плотности в качестве оптического сигнала почв. Однако при переходе от оптической плотности к производным уменьшаются абсолютные различия между спектрами, вызванные присутствием определяемого компонента (нефтепродукта) в почве, что ведет к снижению чувствительности определения.

Обработка результатов измерений спектральных показателей проб почв, содержащих различное количество нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива и моторного масла), позволила получить градуировочные уравнения (уравнения регрессии, связывающие спектральные характеристики загрязненных почв с содержанием в них нефтепродуктов) для определения каждого из них. Для построения градуировочных характеристик использовали метод пошаговой множественной линейной регрессии (SMLR) и метод дробных наименьших квадратов (PLSM).

В перспективе предполагается приступить к систематическому наблюдению в программе агроэкологического мониторинга за поведением в почве йода. Как известно, в растения йод поступает, главным образом, из почвы. Содержание йода в различных типах почв варьирует в широком диапазоне – от 0,1 до 50 мг/кг, среднее содержание составляет 5 мг/кг. Установлено, что нижний предел содержания йода в почвах, при котором растения и соответственно продукты питания будут содержать недостаточные концентрации этого элемента, составляет 2-3 мг/кг.

Для определения йода в почвах наибольшее распространение получили объемный, фотоколориметрический и кинетический роданидно-нитритный методы. Последний основан на каталитическом действии йодида в реакции окисления роданида нитрит- и нитрат-ионами. Методические работы, выполненные в последние годы, показали, что наилучшую воспроизводимость аналитических результатов имеет кинетический метод, коэффициент варьирования в

среднем составляет 6%. У объемного йод-крахмального метода и фотоколориметрического метода с использованием бриллиантового зеленого воспроизводимость хуже и коэффициент варьирования в среднем равен 12 %. Как показывает оценка по критерию Фишера, разница по воспроизводимости между кинетическим методом и двумя другими достоверна. Содержание йода в пробах почв, полученное разными методами, очень близко, и оценка результатов по критерию Стьюдента свидетельствует об отсутствии достоверной разницы между ними. В процессе апробации кинетического метода была установлена возможность объединения растворов роданида калия и нитрита натрия, что позволяет повысить за счет этого производительность аналитических определений. Кинетический метод наиболее перспективен для использования в будущей программе агроэкологического мониторинга, так как имеет не только лучшую воспроизводимость, но также характеризуется простотой исполнения, высокой чувствительностью и производительностью, не требует использования потенциально опасных реагентов.

Как уже отмечалось выше, процедура определения содержания компонентов в контролируемых объектах и средах является важным этапом в решении задач мониторинга химических загрязнений окружающей среды и продукции. В ряде случаев альтернативой такому определению является установление степени воздействия компонента (компонентов) на некую тест-систему. Иными словами, в процессе контроля определяется количество либо массы токсиканта (выраженной в виде концентрации), либо проявления его биоактивности. Для определения первого показателя используют, как правило, физико-химические методы, второго показателя - биологические. Определение содержания остаточных количеств пестицидов в природных объектах и сельскохозяйственной продукции является сложной аналитической задачей, которая усугубляется низкими уровнями токсикантов и их сложным взаимодействием с матрицей объектов. От состояния пестицида в почве, например, в большой мере зависят его токсичность, поступление в растения, биологическое действие на вредные организмы и другие показатели поведения и активности. Оно влияет и на степень извлечения пестицида из почвы растворителями, т.е. на аналитически определяемое его количество. При активном связывании пестицида компонентами почвы истинное его количество, находящееся в почве, может быть существенно выше, чем определяемое физико-химическим методом. Это

обстоятельство создает проблему правильного подбора системы растворителей и метода извлечения пестицида из почвы.

Свойства пестицида через его биологическую активность могут влиять на определяемые количества, если такие определения проводить не химическим, а биологическим методом. Взаимосвязь всех упомянутых параметров показана на рисунке 5.



**Рис. 5. Взаимосвязь внесенного количества, состояния и свойств пестицидов в почве**

Для проведения массового контроля пестицидов в объектах окружающей среды, продуктах питания, кормах и биосубстратах из физико-химических методов наиболее широко используются хроматографические методы. В гораздо меньшей мере для аналитического контроля различных объектов на содержание пестицидов используют спектрофотометрические, электрохимические и другие методы. Большинство методик, предназначенных для проведения квалификационных анализов, официально утверждены Минздравом РФ.

Широкое распространение в службах массового контроля получил газохроматографический метод (ГЖХ).

Для проведения определений остаточных количеств пестицидов этим методом, как правило, используют традиционные приемы пробоподготовки и идентификации веществ. Вместе с тем, повышение эффективности метода связано как с применением более совершенной хроматографической аппаратуры, так и с внедрением современных приемов пробоподготовки. Хорошие результаты при определениях остатков пестицидов дает использование твердофазной экстракции (ТФЭ) и микроэкстракции, новых вариантов жидкостно-жидкостной экстракции: сверхкритической флюидной экстракции (СФЭ), экстракции водой в субкритическом состоянии, экстракции в микроволновом поле и др.

Преимуществами метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) в классическом варианте по сравнению с другими хроматографическими методами является простота техники работы, низкая стоимость и доступность оборудования. Во многих отечественных лабораториях ведомственных служб контроля этот метод долгое время фактически был базовым при проведении анализов природных объектов, сырья и продукции на содержание органических токсикантов, включая пестициды.

Метод ТСХ позволяет работать с пробами, имеющими минимальный уровень предварительной очистки, и определять анализируемые вещества, оставляя мешающие компоненты на старте хроматограммы или перемещая их с фронтом растворителя. В то же время, этот метод может использоваться как вспомогательный для очистки экстрактов из анализируемых проб для проведения ГЖХ – и ВЭЖХ-определений токсикантов и других контролируемых веществ.

Развитие метода ТСХ привело к появлению высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ). В основе усовершенствованного метода лежит использование современных хроматографических материалов, устройств для точного нанесения проб на пластину, новых развивающихся камер (в том числе под давлением) и инструментального детектирования количества вещества. В последнее время для измерения количества разделенных веществ непосредственно на пластине стали широко применяться видеоденситометры. Использование современных методов детектирования делает ТСХ сопоставимой по разрешающей способности и воспроизводимости с ВЭЖХ.

Комбинирование метода ТСХ с другими современными физико-химическими методами дает возможность существенно повысить его эффективность, сохраняя при этом преимущества исходного метода.

Высокоэффективная жидкостная хроматография пока получила меньшее распространение, чем ГЖХ и ТСХ. Метод используется в основном для анализа нелетучих и термически неустойчивых соединений, в частности, фенилмочевинных и сульфонилмочевинных гербицидов, карбаматных пестицидов и др. Зачастую наряду с основным веществом с помощью ВЭЖХ определяют и его метаболиты. Наибольшее распространение получили методики разделения пестицидов на обращенных фазах с применением колонок с привитой неполярной фазой и полярного элюента. Наиболее часто в хроматографической практике применяется ультрафиолетовый детектор, разрабатываются также методики с использованием флуориметрического и электрохимического детекторов. Широкому внедрению метода в практику массовых анализов мешает высокая стоимость приборов и расходных материалов.

К недостаткам хроматографических методов относят: необходимость тщательной очистки экстрактов, содержащих определяемый пестицид; длительность анализа; не всегда удовлетворительную избирательность и чувствительность; дорогостоящее оборудование.

Метод иммуноферментного анализа (ИФА), соединяющий преимущества физико-химического и биологического подходов, основан на способности животных продуцировать высокоспецифичные антитела к инородным веществам. Высокочувствительный, специфичный и экспрессный метод ИФА (или ЭЛИСА: энзим-связанный иммуносорбентный анализ – английская аббревиатура ELISA) используется для определения остаточных количеств широкого круга пестицидов и регуляторов роста растений, включая хлорсульфурон и некоторые другие малодозовые гербициды сульфонилмочевинного ряда. Он позволяет, в частности, достаточно быстро определять нанограммовые уровни хлорсульфурина в неочищенных экстрактах из почв.

Биологический метод наиболее часто используется для индикации остатков гербицидов в почве. В основу этого метода положена фитотоксичность действующих веществ гербицидных препаратов. В качестве тест-растений используют различные культуры, например,

овес при определении симтриазиновых гербицидов, подсолнечник для обнаружения пиклорама и т.д. Регистрируемым показателем являются, как правило, масса растения или длина корешков. Пока не существует надежных инструментальных методов, которые позволяли бы определить суммарную фитотоксичность почвы при совместном присутствии в ней гербицидов (одного или нескольких) и их метаболитов. Единственным методом, который может быть использован для этих целей, является биоиндикация.

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Какая основная задача аналитического обеспечения?
- 2 Назовите требования к методике определения загрязняющих веществ.
- 3 Назовите гигиенические требования к почвам сельскохозяйственных угодий.
- 4 Какие используются показатели для оценки степени воздействия и скорости самоочищения экосистем и почв загрязненных нефтью территорий?
- 5 Что является обязательным элементом эколого-аналитического комплекса?
- 6 Какие бывают методы определения общего мышьяка в почве?
- 7 Какие бывают методы определения йода в почве?
- 8 Назовите преимущество метода тонкослойной хроматографии.
- 9 Назовите недостатки хроматографических методов.
- 10 На чем основан метод иммуноферментного анализ (ИФА)?
- 11 Для чего используется биологический метод? Что положено в основу метода?

## **Работа 8**

### **Метрологическое обеспечение агроэкологического мониторинга**

Методы анализа и технические средства измерений могут эффективно применяться в агроэкологическом мониторинге почв сельскохозяйственных и посевов сельскохозяйственных культур при наличии обязательного метрологического обеспечения. Под метрологическим обеспечением понимают установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности результатов измерений. Метрологическое обеспечение агроэкологического мониторинга осуществляется в целях получения результатов измерений и наблюдений, использование которых исключает или сводит к допустимому уровню риск принять неправильное решение или получить неверный управляющий сигнал в системах управления, с учетом значений параметров компонентов окружающей природной среды, принятых в качестве нормальных (фоновых), допустимых и критических.

Основные положения метрологического обеспечения систем наблюдения за загрязнением окружающей природной среды были установлены ГОСТом 17.0.0.02-79 «Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы» и они были реализованы при организации ведомственного контроля качества аналитических работ с агрохимическими объектами. В настоящее время действует ГОСТ Р 8.589-2001, требования которого распространяются на деятельность организаций, осуществляющих мониторинг и контроль за загрязнением окружающей природной среды (атмосферы, гидросферы, почвы), разрабатывающих нормативные и методические документы по этой проблеме, в том числе методики выполнения измерений (анализов) показателей состояния объектов окружающей природной среды.

Отдельные вопросы метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга, связанные, прежде всего, с методологией получения оценок требуемой и реально достигаемой точности результатов агроэкологического мониторинга, контролем качества этих результатов (quality control) и обеспечением (гарантией) качества (quality assurance) аналитической информации, регламентирует ГОСТ 8.489-83 «ГСИ. Метрологическое обеспечение аналитических

работ с агрохимическими объектами», разработанный ЦИНАО. Этот документ сыграл важную роль в обеспечении точности и достоверности результатов анализов и испытаний почв и сельскохозяйственной продукции в системе агрохимических центров и станций, но в определенной мере уже устарел и нуждается в переработке с учетом текущих изменений по вопросам технического регулирования.

Метрологическое обеспечение предполагает разработку и использование в практике агроэкологического мониторинга специальных средств метрологического обеспечения, таких как стандартные образцы (СО) состава и свойств, аттестованные смеси, стандартные растворы и др. При разработке и применении СО состава и свойств объектов окружающей среды возникают существенные трудности, так как обычно это сложные многофазные и многокомпонентные системы.

Значение СО как средства контроля правильности результатов аналитических определений особенно отчетливо проявляется при количественном определении компонентов в таких аналитически сложных объектах, как почвы сельскохозяйственных угодий. Использование стандартных образцов состава и свойств почв различного ранга (государственные стандартные образцы, отраслевые стандартные образцы, стандартные образцы предприятий) является наилучшим способом оценки правильности результатов определения агрохимических характеристик почв и уровней загрязнения почв, грунтовых вод и растительной продукции в ходе агроэкологического мониторинга. Для этого аналитические подразделения центров и станций агрохимической службы используют:

- стандартные образцы почв с аттестованными значениями агрохимических характеристик;
- стандартные образцы почв, аттестованные на общее содержание тяжелых металлов, подвижных форм микроэлементов, пестицидов, радионуклидов.

В действительности центры и станции агрохимической службы располагают широким набором стандартных образцов почв (48 наименований) и кормов (30 наименований) с фоновым содержанием загрязняющих веществ, а также комплектом стандартов индивидуальных неорганических и органических веществ (солей тяжелых металлов, растворов катионов и анионов, пестицидов), которые можно использовать для градуировки приборов и контроля точности

результатов определения агрохимических и эколого-токсикологических характеристик почв сельскохозяйственных угодий и растительной продукции. В настоящее время действует более 80 стандартных образцов тяжелых металлов, почти 150 образцов пестицидов (в статусе ГСО, ОСО и СОП), стандартные образцы бенз(а)пирена, совола, ПХБ и других органических и неорганических токсикантов.

Для оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами необходимы стандартные образцы почв различных типов (подтипов) с повышенным содержанием таких загрязнителей как кадмий, свинец, медь, цинк и др. Такие образцы имеют сложную процедуру подготовки и аттестации. Чаще всего для этих целей используют пробы почв из районов устойчивого техногенного загрязнения. Так, на основе проб почвы зоны отчуждения завода цветных металлов во Владимирской области во ВНИИ агрохимии создан стандартный образец дерново-подзолистой почвы с содержанием меди на уровне 10 ПДК (662 мг/кг), цинка - на уровне 3,5 ПДК (38,5 мг/кг), свинца на уровне ПДК (24,8 мг/кг) и кадмия - 0,6 мг/кг.

Лабораторией мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды Радиевого института им. В. Г. Хлопина разработаны несколько государственных стандартных образцов почвы, аттестованных по удельной активности Cs-137, Sr-90 и Pu-239/240 (РИ-3, РИ-10, РИ-24), которые также могут быть использованы в системе метрологического обеспечения агроэкологического мониторинга.

Вопросы повышения точности и достоверности первичной информации об агроэкологическом состоянии сельскохозяйственных угодий привлекают внимание не только химиков-аналитиков, метрологов, но и специалистов других отраслей, так или иначе связанных с использованием этой информации. Результаты многочисленных исследований по оценке реального качества выполнения анализов почв и растений убедительно свидетельствуют о наличии существенных погрешностей аналитических определений контролируемых параметров как в отдельных лабораториях, так и в системах отраслевых или региональных лабораторий.

Одним из методов обеспечения доверия к результатам агроэкологического мониторинга является систематическая проверка технической компетентности аналитических лабораторий посредством межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ). Результаты МСИ последних лет, проведенные ВНИИ агрохимии, показали,

что по таким традиционным показателям, как содержание подвижных форм фосфора и калия, гумуса, гидролитическая кислотность и рН практически 100 % аналитических подразделений центров и станций агрохимической службы, участвующих в агроэкологическом мониторинге, выполняют анализы с приемлемой точностью. Ситуация с определением экологических показателей (таких как содержание кислотнорастворимых и подвижных форм тяжелых металлов) обстоит несколько хуже. Зачастую это связано с использованием устаревшего или выработавшего свой ресурс оборудования, отступлениями от операционной технологии выполнения анализов и др. МСИ способствуют выявлению ошибок и осуществлению необходимых корректировок в проведении аналитических работ.

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Назовите основные положения метрологического обеспечения.
- 2 Что такое стандартный образец (СО)?
- 3 Какое значение имеет стандартный образец?

### ТЕМА 3

## МЕТОДИКА РАБОТЫ НА РЕПЕРНЫХ УЧАСТКАХ

### Работа 9

#### Методика закладки реперных участков

Выбор мест закладки реперных участков в зоне деятельности проводится с учетом всех природно-сельскохозяйственных и производственно-технологических условий, чтобы максимально характеризовать все многообразие факторов, влияющих на сельскохозяйственное производство.

При работе на реперных участках локального мониторинга используют крупномасштабные (1:10000-1:25000) и детальные (1:1000-1:5000) карты. Картографической основой крупномасштабных карт служат почвенные карты и планы землепользования хозяйства с указанием кадастровых номеров земельных участков, для пересеченной местности используются топографические карты или аэрофотоснимки соответствующего масштаба.

При выборе места для закладки реперного участка используются материалы почвенного, агрохимического обследования и кадастровой оценки земель.

Учитываются рельеф и геоморфология, агроклиматические условия и увлажненность территории, состав сельскохозяйственных угодий, бонитет почвы, наличие техногенных загрязнителей (их количество и мощность выбросов, расстояние), роза ветров.

Каждому реперному участку присваивается постоянный порядковый номер. В зоне деятельности ФГУ ЦАС (САС) нумерация должна быть сплошной (01, 02, 03, ..., n). Новому реперному участку присваивается очередной порядковый номер. В случае исключения участка из работы его номер не присваивается вновь закладываемому. Жесткая (не плавающая) нумерация позволяет надежно сохранять преемственность полученной информации.

Реперный участок используется в сельскохозяйственном производстве и не исключается из действующего севооборота. Он закрепляется на местности, а географические координаты вносятся в паспорт реперного участка и отчетную форму ОФ-01 (см. приложение А и Б), к паспорту прикладывается схема его расположения на местности с привязкой к постоянным ориентирам.

На право проведения работ на реперных участках составляется договор между ФГУ ЦАС (САС) и землепользователем, который регистрируется в администрации района и области. Участок включается в реестр объектов мониторинга за состоянием окружающей среды.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Как проводится выбор места для реперного участка?
2. Какие документы, заполняются при закладке реперного участка?
3. Как нумеруются реперные участки?

**Работа 10**

**Виды работ на реперном участке**

На реперном участке проводят следующие работы:

1 Закладывают почвенный разрез и отбирают почвенные пробы по генетическим горизонтам, в которых определяют физические, агрофизические и химические свойства.

2 Отбирают почвенные образцы пахотного слоя для изучения агрохимических свойств почвы, включая содержание микроэлементов, тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов.

3 Берут почвенные образцы по слоям через 20 см до глубины 1 м из скважин или полуям.

4 Проводят замеры гамма-фона.

5 Отбирают пробы растений в период уборки урожая для определения количества и качества продукции.

6 Пробы снега и пробы грунтовых вод.

7 Осуществляют сбор дождевых вод в зоне реперного участка.

8 Отбирают пробы воды из различных водоисточников (колодцы, озера, реки, пруды).

Образцы почвы и растений анализируют на содержание валовых, подвижных и обменных форм макроэлементов, кальция, магния, а также микроэлементов, тяжелых металлов, радионуклидов (стронция-90, цезия-137, плутония-239) и естественных изотопов (урана, тория, калия-40, радия-226), остаточных количеств пестицидов и др. В регионах Российской Федерации со специфическими

почвенно-климатическими условиями при необходимости возможен анализ дополнительных показателей, позволяющих более детально и полно исследовать процессы, негативно влияющие на окружающую среду.

Вся информация, полученная на реперном участке локального мониторинга, заносится в отчетные формы и паспорт, являющиеся обязательными документами длительного хранения и основой отчетности по проведению работ локального мониторинга.

**Закладка почвенного разреза.** Почвенный разрез закладывают для всестороннего изучения свойств почвы и подстилающей породы, поэтому он должен вскрывать все генетические горизонты и верхнюю часть материнской породы, если этому не мешают грунтовые воды (рис. 6).

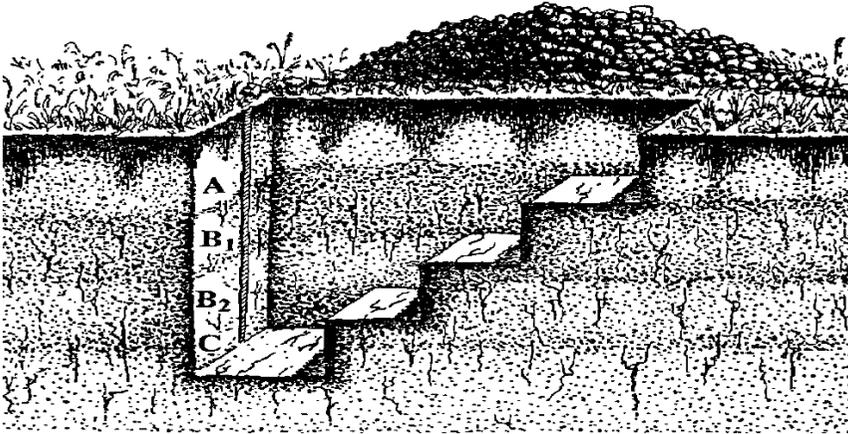


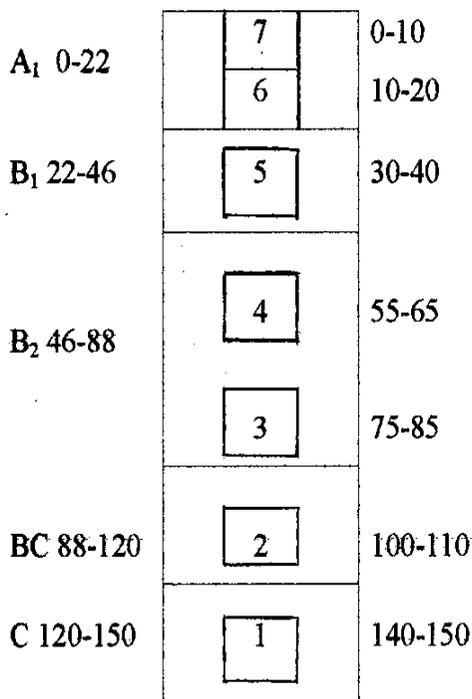
Рис. 6. Общий вид почвенного разреза

После закладки почвенного разреза проводят подробное описание его профиля по морфологическим признакам, выделяя мощность почвы и отдельных ее горизонтов, окраску, гранулометрический состав, структуру, сложение, новообразования и включения.

Описание почвенного профиля заносят в таблице 19 паспорта реперного участка (см. приложение А). На рисунке почвенного профиля следует сделать мазок почвы, взятой из каждого генетического горизонта, или зарисовать профиль цветными карандашами.

Образцы, отобранные из генетических горизонтов почвенного разреза (рис.7), анализируют по всем показателям, в том числе по

валовому химическому составу почвы, необходимому для характеристики почвенного типа.



**Рис. 7. Способ отбора образцов по генетическим горизонтам**

Образец весом не менее 0,5 кг помещают в матерчатый мешок и к нему заполняют этикетку (рис. 8):

<b>Область, район, хозяйство</b> _____
<b>Разрез №</b> _____
<b>Горизонт (А, В, С и др.)</b> _____
<b>Мощность горизонта</b> _____, см
<b>Глубина взятия образца</b> _____, см
<b>Дата</b> «__» _____, 201_ г.
<b>Фамилия почвовед</b> _____

**Рис. 8. Образец этикетки для почвенных образцов**

Результаты анализов записывают в таблицы 4,1; 4.2; 4.3 паспорта и отчетные формы реперного участка (см. приложения А и Б).

**Отбор почвенных проб.** Обследование почв на реперном участке проводится ежегодно ранней весной до начала полевых работ. Отведенное поле (часть его) разбивают на четыре одинаковых элементарных участка независимо от его площади. На каждом фиксированном участке отбирают не менее 20 точечных проб, которые объединяют в одну. Отбор осуществляют по двум диагоналям, если участок квадратный, и по одной, если он прямоугольный (соотношение сторон 1:2). Из четырех объединенных проб с элементарных участков составляют одну, которая анализируется по всем показателям. Масса пробы почвы должна быть не менее 1,5 кг. Точечные пробы отбирают почвенным буром (рис. 9), если почва рыхлая – лопатой.



**Рис. 9. Почвенный тростевой бур**

На пашне пробы отбирают на глубину пахотного слоя (на орошаемой пашне – на глубину пахотного и подпахотного горизонтов), сенокосах и пастбищах – на 0-10, 10-20 см. На многолетних насаждениях отбор проб проводят с глубины 0-20 и 20-40 см.

Одновременно с отбором объединенной пробы на реперном участке проводят замер гамма-фона согласно Методическим указаниям по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий.

В объединенных пробах определяют кислотность и обменные свойства, содержание подвижных форм макро- и микроэлементов,

тяжелых металлов, серы, железа, мышьяка, остаточных количеств пестицидов, радиологические показатели.

Если при анализе проб почвы, отобранных весной, будет выявлено превышение ПДК (ОДК) хотя бы по одному загрязняющему показателю, то проводят повторный отбор почвенных проб осенью во время уборки урожая.

На территориях, загрязненных радионуклидами и пестицидами, отбор почвенных проб проводят ежегодно с глубины 0-20 и 20-40 см.

**Отбор растительных проб.** Образцы растений на реперном участке отбирают для определения качества и количества урожая в период уборки методом пробных площадок. Анализ качества урожая осуществляют по всем показателям, согласно ГОСТу для данной культуры, в том числе проверяют содержание тяжелых металлов, нитратов, радиологические показатели и остаточные количества пестицидов. Результаты анализов заносят в таблицы 9, 10, 11 и ОФ-09, ОФ-10, ОФ-11 (см. приложения А и Б).

**Проведение аналитических работ.** Показатели в почвенных и растительных образцах определяются согласно ГОСТам, ОСТАм и методическим указаниям, приведенным в конце работы.

В смешанных почвенных образцах ежегодно определяют содержание микроэлементов, подвижных форм тяжелых металлов (вытяжка ААБ с рН 4,8), серы, железа, остаточных количеств пестицидов, радиологические показатели (в слое 0-20 см). Полученные результаты заносят в формы 6, 7, 8, 9 паспорта и формы ОФ-06, ОФ-07, ОФ-08, ОФ-09 отчета (см. приложения А и Б).

Валовые формы тяжелых металлов определяют один раз в пять лет в образцах, отобранных из скважин (прикопок), используя вытяжку концентрированной  $\text{HNO}_3$  (1:1) с добавлением  $\text{H}_2\text{O}_2$ . На загрязненных территориях рекомендуется ежегодно определять содержание тяжелых металлов.

При определении общего содержания тяжелых металлов в почве не рекомендуется использовать вытяжку 1М  $\text{HNO}_3$ , 1М  $\text{HCl}$  и другие в связи с тем, что полученные данные не дают возможности определить степень загрязнения территории тяжелыми металлами в связи с отсутствием ПДК.

Один раз в два года в смешанных почвенных образцах определяют гумус, рН, гидролитическую кислотность, подвижные формы фосфора, калия, алюминия, обменные формы кальция, магния,

натрия, сумму поглощенных оснований, азот нитратный и аммиачный. Результаты анализов заносят в форму 5 паспорта и форму ОФ-05 отчета (см. приложения А и Б).

Валовые формы фосфора и калия определяют в образцах из генетических горизонтов почвы при закладке реперных участков, а затем один раз в пять лет при закладке скважин (прикопок).

**Изучение миграции и трансформации химических элементов в почве.** Контроль за миграцией и трансформацией элементов питания растений и загрязняющих веществ осуществляют посредством закладки скважин (прикопок) на контрольных точках глубиной до 1 м.

Закладывают скважины (прикопки) один раз в пять лет в ранневесенний период (до начала полевых работ). В регионах с глубоким промерзанием почвы и поздним ее оттаиванием отбор почвенных проб из скважин проводят одновременно с уборкой урожая. В этом случае эту работу необходимо проводить всегда осенью. На реперном участке закладывают четыре скважины (прикопки), по одной в центре каждого элементарного участка, из каждой отбирают по пять индивидуальных проб через каждые 20 см. Индивидуальные пробы из четырех скважин смешивают по слоям и получают пять объединенных почвенных проб.

Затем в них определяют содержание валового азота, фосфора, калия, кальция, магния, натрия и тяжелых металлов, минерального азота, гумуса, доступного фосфора и калия, обменного кальция и магния, подвижного бора, серы и фтора, кислотности почв, долгоживущих радионуклидов, изотопов естественных радионуклидов и остаточных количеств пестицидов и заносят в таблицы 15, 16, 17, 18 паспорта и отчетные формы ОФ-15, ОФ-16, ОФ-17, ОФ-18 отчета (см. приложение А и Б).

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Какие виды работ выполняют на реперном участке?
- 2 Назовите порядок работ при закладке почвенного разреза.
- 3 В какое время проводится обследования почв на реперном участке?
- 4 Назовите порядок работ при отборе почвенных проб.
- 5 Для чего отбирают почвенные образцы на реперном участке?
- 6 Для чего отбирают растительные пробы на реперных участках?
- 7 Какая периодичность определения показателей в почвенных

и растительных образцах?

8 Как проводят контроль за миграцией и трансформацией химических элементов в почве на реперном участке?

## **Работа 11**

### **Контроль остаточных количеств пестицидов в почве и растительной продукции**

На реперных участках контролируют остаточное количество пестицидов (ОКП) и нитратов в почве и урожае сельскохозяйственных культур. В почве определяют содержание остаточных количеств наиболее устойчивых и токсичных пестицидов, таких, как инсектициды (ДДТ, ГХЦГ, их изомеры и метаболиты, определяемые по одной методике), симтриазиновые гербициды (симазин, атразин и др.), трефлан, ТХАН, 2,4-Д, тордон, базудин, байлетон, пиретроидные инсектициды (децис, сумицидин и др.). Необходимость их контроля определяется ассортиментом пестицидов, применяемых на реперных или смежных участках в предыдущие два-три года и в год обследования. Если предыстория участка и обработок пестицидами смежных полей неизвестна, проводят групповое определение остатков наиболее устойчивых хлорорганических и симтриазиновых пестицидов.

Для определения остаточных количеств пестицидов используют образцы, отобранные ранней весной. Хлорорганические пестициды определяют через год в пробах почвы с глубины 0-20 и 20-40 см, а симтриазиновые – один раз в три года в пробах с глубины 0-20 см.

При проведении обработок поля пестицидами в год наблюдений на реперном участке необходимо дополнительно отобрать и проанализировать почвенные образцы в период уборки урожая из двух горизонтов - пахотного и подпахотного.

Пробы почвы анализируют в естественно-влажном состоянии с использованием методов, утвержденных Госкомсанэпиднадзором России.

Для пересчета результатов анализа на абсолютно сухую массу почвы определяют ее влажность. Наряду с результатами анализа в отчетных таблицах приводят значение ПДК (ОДК) пестицида в почве. Если препарат имеет два норматива (по общесанитарному и

фитотоксическому показателю), приводят оба ПДК (ОДК). Результаты анализов заносят в таблицу 9 паспорта и ОФ-09, ОФ-09.1 отчета (см. приложения А и Б).

Для изучения динамики загрязнения почв реперных участков остаточными количествами пестицидов необходимо из года в год контролировать одни и те же пестициды. Введение в последующие годы новых наименований препаратов для контроля должно быть обоснованным.

Контроль растительной продукции на содержание ОКП осуществляют в период уборки урожая. Наряду с пестицидами, определяемыми в почве, в растениях следует контролировать также препараты, которые применялись на реперных участках (или на смежных участках) в текущем году (приложение А, табл.11 паспорта и приложение Б, ОФ-09 отчета).

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 В какое время отбирают почвенные образцы на остаточное количество пестицидов?
- 2 В какое время отбирают растительные образцы на остаточное количество пестицидов?
- 3 Какая периодичность отбора образцов на остаточное количество пестицидов?

## **Работа 12**

### **Отбор проб снега и анализ снеговой воды, дождевых и грунтовых вод**

Анализ снежного покрова проводится с целью определения кислотности снеговой воды и содержания элементов-загрязнителей для прогнозирования возможного подкисления (подщелачивания) и загрязнения почв сельскохозяйственных угодий, оценки состояния окружающей среды. Обследование снежного покрова проводится ежегодно в конце зимы, перед началом весеннего снеготаяния, когда влагозапас снега приближается к максимальному.

Пробы снега на реперном участке отбирают в местах закладки скважин. Отбор проб снега и анализ снеговой воды проводятся на основании руководящего документа РД 52.04.186-89 (Росгидромет). Результаты анализа проб снега заносятся в таблицу 12 паспорта реперного участка и отчетную форму ОФ-12 (см приложения А и Б).

При закладке скважин пробу грунтовой воды отбирают ранней весной, в другие годы - из колодцев.

Для определения состава грунтовых вод используют «Временные рекомендации по методам химических анализов засоленных и солонцеватых почв и воды».

Пробы дождевой воды собирают непосредственно на реперных участках, в первую очередь, расположенных вблизи техногенных загрязнителей, с помощью простейших устройств или используют воду с ближайших метеостанций.

В дождевой воде определяют те же показатели, что и в снеговой. При наличии технических мощностей и методик рекомендуется определять ртуть, кадмий, мышьяк. Результаты анализов записывают в таблицы 13 и 13.1, а также в отчетные формы ОФ-13 и ОФ-13.1 (см. приложения А и Б).

При необходимости (задание администрации области, района или просьба администрации сельскохозяйственного предприятия) и при наличии соответствующих заказов государственные центры, станции агрохимической службы могут брать пробы воды из различных водоисточников (рек, прудов, озер и т.д.) и определять показатели в соответствии с требованиями заказчика.

#### ***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Какая цель анализа снежного покрова?
- 2 В какое время проводится отбор снега?
- 3 Где собирают пробы дождевой воды?
- 4 Что определяют в дождевой, снеговой и грунтовой воде?

### **Работа 13**

#### **Анализ результатов обследования реперных участков. Документация и порядок отчетности**

Информация, полученная в исследованиях на реперных участках локального мониторинга, включающая результаты химических анализов, измерений, наблюдений, систематизируется и анализируется в государственных центрах и на станциях агрохимической службы.

В связи с тем, что работы на реперных участках будут проводиться в течение длительного времени, каждый центр, станция

должны создать банк данных на персональных компьютерах (ПК) в виде сводных таблиц в системе **Microsoft Excel**.

Создание банков данных в регионах требует представления полученной информации в достаточно унифицированной и легко модифицируемой форме в связи с тем, что на их основе формируется «Всероссийский банк данных локального мониторинга».

На основании банка данных в регионах проводят статистическую обработку экспериментальных данных, оценивают их достоверность и устанавливают коррелятивные связи между изучаемыми факторами, изучают динамику определяемых показателей во времени и пространстве, выявляют объекты повышенного загрязнения токсичными элементами, определяют средние характеристики региона по основным показателям.

При обработке информации по реперным участкам на ПК она заносится в банк данных текстовым файлом.

Кодируется номер реперного участка, для чего используются «Отраслевой классификатор почвенных зон и провинций», разработанный в ЦИНАО, и «Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления (ОК 019-95)».

Шифр кода состоит из девяти знаков:

- 1-й и 2-й — природно-сельскохозяйственная зона,
- 3-й — природно-сельскохозяйственная провинция,
- 4-й и 5-й — область (край, республика),
- 6-й и 7-й — район,
- 8-й и 9-й — номер реперного участка.

Составление картограмм загрязнения почв реперных участков и эколого-токсикологическую оценку продукции растениеводства следует проводить в соответствии с «Методическими указаниями по обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов».

Вся информация по реперному участку записывается в его паспорт, который подлежит бессрочному хранению в государственном центре (станции) агрохимической службы.

В Минсельхоз России высылают отчетные формы (не паспорта!). В год закладки реперного участка государственные центры и станции представляют в Минсельхоз России информацию по всем отчетным формам с географической привязкой реперных участков и картой-схемой расположения их на местности.

В последующие годы ежегодно к 15 марта государственные центры и станции представляют информацию строго по прилагаемым к методическим указаниям отчетным формам (за исключением форм ОФ-1, ОФ-4), которые сопровождаются текстовым анализом полученных результатов.

В тексте следует отразить существенные (достоверные) изменения в плодородии почв реперных участков, охарактеризовать эколого – токсикологическую обстановку.

Необходимо особо выделить реперные участки, на которых наблюдается превышение ПДК по токсичным элементам (табл. 6).

**Таблица 6**

**Содержание валовых форм тяжелых металлов, превышающее ПДК (ОДК) по абсолютному значению, мг/кг**

Район	№ ру	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	As
		ПДК 33	ПДК 55	ПДК 0,5	ПДК 32	ПДК 20	ПДК 100	ПДК 2,1	ПДК 2,0
Октябрьский	6								8,0
Ивановский	10								7,4
Ромненский	13	73							
Константиновский	27	47							

В отчетных формах необходимо в последней строке давать среднее значение каждого показателя по зоне обслуживания.

В связи с формированием банка данных локального мониторинга в комплект отчетности, наряду с текстом, табличным материалом на бумажном носителе должен входить магнитный носитель, на котором информация по реперным участкам должна быть оформлена в строгом соответствии с отчетными формами, приведенными в Методических указаниях по проведению локального мониторинга на реперных участках. Таблицы на электронном носителе оформляются отдельными файлами, выполненными в **Microsoft Excel**.

Номера реперных участков в таблицах отчетных форм и дискете нужно располагать строго по порядку (1,2,3,...,n).

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Где систематизируется информация, полученная в исследованиях?
- 2 Как проводится кодировка номеров реперного участка?
- 3 Какой порядок отчетности по реперному участку?

## **ТЕМА 4**

### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КОНТРОЛЬНЫХ УЧАСТКАХ**

#### **Работа 14**

##### **Закладка контрольных участков**

Одна из основных задач исследований на контрольных участках – контроль за уровнями радиоактивного загрязнения почв и продукции растениеводства, разработка рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства в условиях такого загрязнения.

Исследования на контрольных участках позволяют постоянно контролировать изменения радиационной обстановки в зоне обслуживания и поступления радионуклидов из почвы в сельскохозяйственные растения, а также выявлять зоны вторичного накопления радиоизотопов.

Данные о содержании и транслокации радионуклидов, полученные на контрольных участках, экстраполируют на хозяйства, находящиеся в условиях, аналогичных тем, в которых заложен контрольный участок в данном регионе.

Результаты исследований используют для оценки и прогнозирования накопления радионуклидов в продукции растениеводства при радиоактивном загрязнении и разработки конкретных рекомендаций по ведению сельскохозяйственного производства в экстремальных условиях.

Правильная закладка контрольных участков определяет качество и объективность получаемой информации. Эту работу начинают с обобщения материалов кадастровой оценки земель, почвенного картирования и агроклиматического районирования, данных по структуре посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур. На основании этого, в каждой природно-сельскохозяйственной провинции подбирают типичные хозяйства.

На основе имеющихся в ФГУ ЦАС, ФГУ САС данных (паспорта поля, агрохимического очерка, почвенной карты и др.) предварительно намечают поля, где целесообразно проводить закладку контрольных участков.

Основными классификационными признаками, которые учитывают при закладке контрольных участков, являются: тип и подтип

почвы, специализация и производственные характеристики хозяйства, уровень применения удобрений, рельеф местности и гидрометеорологические параметры.

После уточнения и согласования с руководством хозяйства окончательно выбирают поле, где будет заложен контрольный участок, которое по своим характеристикам должно отвечать требованиям, предъявляемым к участкам для закладки полевых опытов с удобрениями.

Для получения всесторонней характеристики зоны обслуживания и выявления площадей с повышенным загрязнением радионуклидами, большое практическое значение имеет координация работ со смежными службами (гидрометеорологической, ветеринарной, медицинской и др.). Ветеринарная служба имеет в каждой области несколько своих контрольных хозяйств. Если эти хозяйства отвечают требованиям, изложенным в ОСТ 46-23-74, желательно проводить работу по закладке контрольных участков в этих же хозяйствах. Полученные данные позволяют выявить миграцию радионуклидов в цепи почва - сельскохозяйственные растения - продукция животноводства. Затем составляют перечень контрольных участков (приложение Г). Места расположения участков наносят на административную карту области и намечают маршрут объезда хозяйств для их закладки.

В зависимости от производственной характеристики зоны обслуживания ФГУ ЦАС, ФГУ САС контрольные участки располагают на наиболее важных типах земельных угодий (пашне, сенокосах, пастбищах).

Каждый контрольный участок должен иметь привязку к существующим на местности ориентирам, чтобы его пространственная конфигурация при необходимости могла быть легко восстановлена.

Подробное описание участка и схему его расположения заносят в полевой журнал и в паспорт контрольного участка (см. приложение В).

Контрольные участки имеют форму квадрата размерами 100 x 100 м в 1 и 2 категориях сложности проведения агрохимического обследования почв и 50 x 50 м – в 3 и 4 категориях. Каждая ФГУ ЦАС, ФГУ САС закладывает в зоне обслуживания столько контрольных участков, сколько требуется для характеристики радиационной обстановки.

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Назовите задачу исследований на контрольных участках.
- 2 Какие основные классификационные признаки бывают при закладке контрольных участков?
- 3 Какая бывает форма контрольного участка в зависимости от категории сложности?
- 4 Какие требования предъявляют при закладке контрольного участка?
- 5 Что должен иметь каждый контрольный участок?

### Работа 15

#### Виды работ на контрольном участке

Периодичность наблюдений и регламент исследований на контрольных участках определяются утвержденной программой работ.

Радиологическое обследование контрольных участков включает выполнение следующих работ: определение мощности дозы гамма-излучения почвы; отбор смешанных почвенных и растительных образцов.

#### **Определение мощности дозы гамма-излучения почвы.**

Оценку степени радиоактивного загрязнения местности проводят, измеряя мощность дозы гамма-излучения почвы с помощью полевых дозиметров типа ДРГ-01Т (рис. 9).



**Рис. 10. Полевой дозиметр типа ДРГ-01Т**

Правила эксплуатации, устройство и основные характеристики приборов изложены в технических описаниях, прилагаемых к ним. Перед выездом в поле проводят градуировку прибора на всех поддиапазонах шкалы. На контрольном участке отсчет показаний мощности излучения ведут в пяти точках: по углам квадрата и в центре.

Мощность дозы гамма-излучения почвы определяют на поверхности почвы и на уровне 1 м от ее поверхности. Затем вновь проводят градуировку дозиметра на том же поддиапазоне, на котором проводили измерения в поле. Разность отсчетов по прибору с одним и тем же градуировочным препаратом в поле и лаборатории, а также в течение суток не должна превышать 30%. Результат измерения мощности дозы гамма-излучения записывают в карточку-паспорт контрольного участка и сводную ведомость радиологического обследования контрольного участка.

Если при измерении уровня гамма-излучения дозиметрами, указанных выше марок, прибор зашкаливает на поддиапазоне 500, наблюдения необходимо проводить с помощью приборов ДП-5 и ДП-5А (рис. 11).



Рисунок 11. Полевой дозиметр типа ДП-5А

**Отбор смешанных почвенных образцов.** Смешанные почвенные образцы из пахотного слоя отбирают в предпосевной период до внесения удобрений или непосредственно перед уборкой урожая лопатой на глубину пахотного слоя из пяти точек площадки контрольного участка (из четырех углов и центра). На сенокосах и пастбищах образцы отбирают на глубине 0-10 см. Отобранные почвенные пробы объединяют для получения смешанного образца и помещают в полотняный мешочек, на котором пишут номер участка, а внутрь его кладут этикетку, защищенную водонепроницаемым материалом.

Масса смешанного образца должна быть достаточной для проведения радиохимического и радиометрического анализов и составлять 1,5-2 кг в пересчете на воздушно-сухое вещество. С целью изучения миграции радионуклидов в подпахотный слой делают прикопки (глубина 40-60 см). Образцы берут со всей глубины подпахотного слоя 30-40 см. На сенокосах, пастбищах и целинных участках их отбирают из нижележащего за дерновым слоем горизонта на глубине 10 см. Отобранные пять проб смешивают, помещают в мешочек и снабжают этикеткой, на которой проставляют номер контрольного участка с добавлением буквы "а".

**Отбор смешанных растительных образцов.** Отбор растений проводят один раз в год перед уборкой урожая в фазу технической спелости сельскохозяйственных культур согласно Методическим указаниям «Определение содержания стронция-90 в почвах и растениях радиохимическим методом». Взвешивание и первичную обработку растительного материала осуществляют в соответствии с этой же методикой.

Масса образца должна быть достаточной для проведения радиохимического анализа: 2 кг – для трав, зерновых и зернобобовых культур и 3 кг – для пропашных, овощных и плодовых культур, в зависимости от содержания золы и сухого вещества.

На образце проставляют номер контрольного участка, с которого он взят. В отобранных образцах определяют влажность методами, указанными в действующих ОСТах.

Урожайность основной продукции приводят к стандартной влажности: зерно – 14 %, сено – 16%, зеленая масса – 75%, хлопко-сырец – 8%, семена конопли и многолетних трав – 17%, подсолнечника, горчицы, рапса – 12%, соломка льна и конопли – 19%. Пересчет проводят по формуле [1]

$$X = \frac{Y*(100-B_1)}{100*(100-B_2)}, \quad (1)$$

где X - урожай основной продукции при стандартной влажности, ц/га;

Y - урожай основной продукции с фактической (уборочной) влажностью, ц/га;

B<sub>1</sub> - фактическая влажность основной продукции при взвешивании, %;

B<sub>2</sub> - влажность, к которой приводится продукция, %.

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1 Какие проводят работы на контрольных участках?
- 2 Как определяют мощность дозы гамма-излучения почвы?
- 3 Как проводят отбор смешанных почвенных образцов на контрольных участках?
- 4 Как проводят отбор смешанных растительных образцов на контрольных участках?

## Работа 16

### Оформление результатов исследований.

#### Требования к выполнению радиологических анализов

Отчет о радиологическом обследовании контрольных участков входит как раздел в сводный отчет о работе радиологических подразделений ФГУ ЦАС, ФГУ САС и содержит следующие разделы: введение, методика исследований, результаты исследований, заключение, приложение.

**Оформление отчетной документации.** Формы документации, регламентирующие проведение радиологических работ, делятся на отчетные и текущие. Отчетные формы документации разработаны в соответствии с требованиями, предъявляемых к машинной обработке информации, и предназначены для длительного использования при организации многолетних наблюдений.

**Заполнение паспорта контрольного участка.** На каждый контрольный участок заполняют паспорт (см. приложение В), в котором проставляется 9-значный код (номер) участка. Паспорт является основным документом и оформляется в двух экземплярах на плотной бумаге.

Один экземпляр паспорта хранят в лаборатории, другой одновременно - в архиве центра (станции агрохимслужбы).

В паспорт вносят сведения о месте расположения контрольного участка и результаты проведенных исследований.

Для кодирования типа, подтипа почвы используют «Классификатор почв».

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) рассчитывают следующим образом по формуле

$$\text{ГТК} = \frac{\text{сумма осадков за период вегетации растений}}{0,1 \times \text{сумма температур за период вегетации растений}}. \quad (2)$$

На последней странице паспорта дают привязку и план расположения участка. Описывают привязку контрольного участка к неподвижным ориентирам на местности, а также дают выкопировку из плана внутрихозяйственного землепользования, на которую наносят план контрольного участка.

**Заполнение сводной ведомости радиологического обследования контрольных участков.** Выходную информацию заносят в «Сводную ведомость радиологического обследования контрольных участков» (приложение Д). Если данные по какому-либо показателю отсутствуют, необходимо в таблице указать причину (например, не отобраны образцы и т.д.).

К «Сводной ведомости радиологического обследования контрольных участков» прилагается «Перечень контрольных участков» (приложение Г), где приведены образец заполнения адресной части и пример кодирования контрольного участка. В перечне, в графе номер контрольного участка, одной звездочкой обозначают номера участков, заложенных по согласованию с ветеринарной службой, двумя - заложенных в ранее обследованных хозяйствах.

**Требования к определению цезия-137 в почвах и растениях.** Измерения цезия-137 в почвах и растениях необходимо выполнять методом гамма-спектрометрии. В работе следует использовать сцинтилляционный гамма-спектрометр. Энергетическое разрешение его по энергии 662 кэВ не менее 10%. Нижний предел обнаружения не менее 2 Бк/кг.

**Требования к определению стронция-90 в почвах и расте-**

**ниях.** Стронций-90 в почвах и растениях необходимо определять радиохимическим методом в сочетании с бета-радиометрическими и бета-спектрометрическими измерениями. Использование прямых бета-спектрометрических определений без радиохимического выделения стронция-90 не допускается. Нижний предел обнаружения стронция-90 в почвах и растениях не менее 1 Бк/кг.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Из каких разделов состоит отчет о радиологическом обследовании?
2. Как проводится оформление отчетной документации по контрольному участку?
3. Какие требования предъявляют к заполнению паспорта контрольного участка?
4. Какие требования предъявляют к заполнению сводной ведомости радиологического обследования контрольных участков?
5. Какие требования предъявляют к определению цезия-137 в почвах и растениях?
6. Какие требования к определению стронция-90 в почвах и растениях?

**Тема 5**  
**ВЕДЕНИЕ АРХИВА МАТЕРИАЛОВ И КОНТРОЛЬ**  
**КАЧЕСТВА РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ**  
**КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА**  
**ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Работа 17**

**Ведение архивного материала и контроль качества работ**

**Ведение архивного материала.** Бессрочному хранению подлежат:

- полевая карта обследования с нанесенными границами, номерами и площадями рабочих и земельных участков, границами и номерами элементарных участков;
- журналы по проведению комплексного мониторинга почв;
- ведомости объединенных проб и ведомости назначения их на анализ;
- аналитические ведомости;
- ведомости внутрилабораторного контроля;
- паспорта почв земельных участков (полей севооборотов);
- авторский оригинал картограмм;
- материалы результатов корректировки проведенного ранее крупномасштабного почвенного обследования.

Почвенные объединенные пробы через месяц после выдачи результатов обследования списываются по акту, обезличиваются и утилизируются.

Передача архивных материалов для временного пользования другим организациям согласовывается с МСХ РФ и ВНИИА.

**Контроль качества работ по проведению комплексного мониторинга почв.** Контроль качества работ по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения проводится с целью выявления и устранения ошибок в методике и технике проведения обследования, при подготовке материалов к полевым работам, обработке полевых материалов, оформлении результатов обследования. Контроль включает в себя внешний инспекционный и внутрилабораторный.

*Внешний (инспекционный контроль)* проводится государственными центрами (станциями) агрохимической службы, специалистами соответствующих подразделений Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии (ВНИИА), его филиалов и территориальных отделов.

Контроль является обязательным для всех ФГУ ГЦАС (ГСАС) и проводится в соответствии с годовыми планами работ inspectирующих организаций. К проведению внешнего контроля могут привлекаться аттестованные Госстандартом России эксперты по сертификации почв земельных участков и грунтов.

Внешний контроль проводится периодически, но не реже одного раза в 3 года, путем инспекционных выездов сотрудников вышеуказанных организаций на места в присутствии начальника отдела почвенно-агрохимических изысканий и исполнителя (почвовед-агрохимик). Внешний контроль включает контроль качества:

- подготовки материалов к полевым работам;
- проведения полевых работ;
- оформления результатов обследования.

При контроле качества подготовки материалов к полевым работам проверяют:

- оформление договора на выполнение работ по проведению комплексного мониторинга плодородия почв хозяйства;
- качество плано-картографической основы;
- нанесение на картографическую основу границ землевладений (землепользований), границ земельных участков в соответствии с кадастровой картой, увязку новых номеров земельных участков землепользовании с номерами полей (участков) предыдущего обследования. Выделение площадей, на которых после предыдущего обследования была проведена агрохимическая мелиорация (известкование, фосфоритование, гипсование), водная мелиорация (орошение, осушение), коренное и поверхностное улучшение кормовых угодий и т.д.
- размещение на картографической основе возделываемых сельскохозяйственных культур;
- разбивку земельных участков на элементарные с учетом границ почвенных контуров;
- подсчет площадей по картографической основе (по видам угодий, подлежащих обследованию) и сравнение полученных результатов с данными кадастрового учета;

- сбор данных о применении минеральных и органических удобрений в хозяйстве за период после последнего обследования.

По результатам проверки исполнитель получает оценку «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

За некачественное выполнение даже одного из перечисленных видов проведенных работ исполнитель получает оценку «неудовлетворительно» и к продолжению работы допускается только с разрешения начальника отдела почвенно-агрохимических изысканий, после исправления ошибок.

При контроле качества проведения полевых работ в полевой период инспектирующий проверяет:

- наличие и правильность ведения документации: полевого журнала, ведомости полевого агрохимического обследования почв, этикеток;

- работу исполнителя в поле - умение ориентироваться на местности, разбивку земельных участков на элементарные участки в натуре, правильность маршрутных ходов, технику отбора объединенных почвенных проб;

- сушку и хранение почвенных проб в полевых условиях, их упаковку, этикетирование и отправку почвенных проб (при недопустимом хранении проб и нарушении правил их сушки вся работа бракуется, и исполнитель обязан провести повторное обследование хозяйства).

По усмотрению инспектирующего могут быть отобраны контрольные почвенные пробы на определенных участках.

Анализ контрольных и ранее отобранных исполнителем проб проводится вне очереди. В пробах определяются величины показателей, принятых в регионе при проведении массового агрохимического обследования, в 3-кратной повторности. Ответственность за анализ контрольных почвенных проб и обработку полученных результатов анализов возлагается на руководителя аналитического отдела ФГУ ГЦАС (ГСАС).

Исходной величиной показателей анализируемой почвенной пробы, с которой сравниваются результаты контролируемого объекта, следует считать среднее значение между результатами, полученными в двух почвенных пробах (отобранных при обследовании и контрольном обследовании).

Отклонение от исходной величины допускается в пределах  $\pm 35\%$  в случае низкого и очень низкого содержания элементов в почве

и в пределах  $\pm 20\%$  - при среднем, повышенном, высоком и очень высоком содержании.

Качество работы исполнителя оценивается по следующей шкале:

- «хорошо» - менее 10 % проб имеют расхождение вышедшего допустимого;
- «удовлетворительно» - при расхождении вышедшего допустимого в 10-25 % проб;
- «неудовлетворительно» - более 25 % проб имеют расхождения вышедшего допустимого.

При оценке результатов обследования на степень кислотности допустимо расхождение  $\pm 0,3$  pH (КС1).

Если оценка работы исполнителя признается неудовлетворительной, проводится повторная проверка площади, обследованной исполнителем.

При обнаружении брака повторно, работа исполнителя подлежит переделке без снижения общего задания и увеличения сроков обследования, на исполнителя налагается административное взыскание.

В камеральный период при контроле качества оформления результатов обследования проверяются:

- правильность группировки и выделения контуров по аналитическим данным;
- правильность окончательного утверждения количества контуров;
- правильность подсчета площадей контуров (выборочно);
- правильность заполнения объединенного протокола агрохимического обследования;
- правильность комплектации материалов, соблюдение порядка их передачи хозяйству;
- оформление материалов по агрохимическому обследованию почв хозяйства и порядок передачи их в архив.

По результатам внешнего контроля инспектирующий составляет заключение, знакомит с его содержанием руководителя ФГУ ГЦДС (ГСАС) и направляет заключение руководству контролирующей организации.

*Внутрилабораторный контроль* проводит начальник отдела почвенно-агрохимических изысканий или комиссия, созданная по приказу директора организации.

Начальник отдела почвенно-агрохимических изысканий контролирует инспекционными выездами на места и организацией приемки работ после завершения обследования каждого хозяйства. Контроль осуществляется только в непосредственном присутствии исполнителя - почвовед-агрохимика.

Инспектирующий в полевых условиях проверяет:

- наличие и состояние рабочей документации - порядок ведения полевого журнала, порядок заполнения ведомостей и этикеток;
- работу исполнителя в поле - умение ориентироваться, разбивать земельные участки на элементарные и переносить в натуру, правильность маршрутных ходов, частоту взятия объединенных почвенных проб, а также число индивидуальных проб для составления объединенных;
- сушку, хранение, упаковку, этикетирование и отправку почвенных проб в аналитический отдел.

По результатам проверки исполнитель получает соответствующую оценку. Контрольные пробы могут быть отобраны по усмотрению инспектирующей.

По результатам проверки инспектирующий составляет справку на имя директора ФГУ ГЦАС (ГСАС) для принятия мер по устранению недостатков.

***Вопросы для самоконтроля:***

- 1 Перечислите виды контроля качества работ по мониторингу плодородия земель?
- 2 Какие органы и должностные лица осуществляют контроль?
- 3 Какие документы и сведения по проведению комплексного мониторинга подлежат хранению в архивах?

## Список рекомендуемой литературы

- 1 Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия: учебное пособие. [Текст] / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, Л. С. Горбатко и др. – Ставрополь.: АГРУС, 2011. – 352 с.
- 2 Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. [Текст] / М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
- 3 Временные методические указания по агрохимическому обследованию снежного покрова сельскохозяйственных угодий. [Текст] / М.: ЦИНАО, 1991. – 9 с.
- 4 Гогмачадзе, Г. Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. [Текст] / Г. Д. Гогмачадзе. Предисл. и общ. ред. Д. М. Хомякова. - М.: Изд-во МГУ, 2010. – 592 с.
- 5 Круглов, Н. М. Агроэкологическая оценка основных свойств почв: учебное пособие. [Текст] / Н. М. Круглов, П. Б. Буданцев, Н. М. Тарасенко. – Воронеж.: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – 219 с.
- 6 Кудряшова, С. Я. Контролируемые показатели почвенно-экологического мониторинга. [Текст] / С. Я. Кудряшова. – Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2003. – 46 с.
- 7 Кузнецов, А. В. Сборник методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. [Текст] / А. В. Кузнецов, П. М. Орлов. - М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 2000. – 156 с.
- 8 Лунев, М. И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. [Текст] / М. И. Лунев. – М.: Колос, 1992. – 269 с.
- 9 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. [Текст] / М.: ВНИИА, 2003. – 196 с.
- 10 Методические указания по проведению радиологических исследований на контрольных участках. [Текст] / М.: ЦИНАО, 1982.

– 26 с.

11 Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. [Текст] / М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.

12 Методические указания по определению катионно-анионного состава грунтовых и поливных вод. [Текст] / М.: Центр НТИ, 1995. – 60 с.

13 Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных участках. [Текст] / М.: ЦИНАО, 1996. – 16 с.

14 Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. [Текст] / М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 76 с.

15 Методические указания. Определение содержания стронция-90 в почвах и растениях радиохимическим методом. Сборник методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. [Текст] / М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. – С. 40 – 74.

16 Методические указания. Определение изотопов урана и тория в почвах и растениях. Сборник методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. [Текст] / М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. – С. 75 – 92.

17 Методические указания по определению изотопов плутония в почвах и растениях. Сборник методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. [Текст] / М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. – С. 138 – 156.

18 Методические указания по обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов. [Текст] / М.: Минсельхозпрод, 1995. – 20 с.

19 Методы агроэкологического мониторинга на реперных участках. [Текст] / М.: Россельхозакадемия, 2002. – 58 с.

20 Методы организации и ведения агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий в зонах техногенного загрязнения и оценка экологической обстановки в сельском хозяйстве в регионах размещения атомных электростанций и аварии на ЧАЭС. [Текст] / Под ред. Н. И. Санжаровой. – Обнинск.: ВНИИСХРАЭ, 2010. – 276 с.

21 Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. [Текст] / Л.: «Гидрометеиздат», 1975. – 86 с.

22 Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления (ОК 019-95).

23 Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: учебное пособие. [Текст] / Под ред. Д. С. Орлова, В. Д. Васильевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.

24 Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. [Текст] / Коллектив авторов. М.: Агроконсалт, 2001. – 80 с.

25 Сычев, В. Г. Система агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В. Г. Сычев, Е. Н. Ефремов, М. И. Лунев, А. В. Кузнецов. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 79 с.

### **Рекомендуемые ГОСТы и ОСТы, используемые в работах на реперных участках**

1. ОСТ-46-23-74. Полевые опыты с удобрениями в системе Государственной агрохимической службы.

2. Сборник ГОСТов. Вода питьевая. Методы анализа. - М., 1994. - 240 с.

3. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения.

4. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

5. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

6. ГОСТ 29269-91. Почвы. Общие требования к проведению

анализов.

7. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота.

8. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

9. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

10. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

11. ГОСТ 26210-91. Почвы. Определение обменного калия по методу Масловой.

12. ГОСТ 26211-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора по методу Аррениуса в модификации ВИУА.

13. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.

14. ГОСТ 26213-91. Почвы. Определение органического вещества.

15. ГОСТ 26261-84. Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия.

16. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электропроводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

17. ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке.

18. ОСТ 10271-2000. Почвы. Определение легкоподвижного фосфора и калия с использованием кальций-хлор вытяжки.

19. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО.

20. ГОСТ 26484-85. Почвы. Метод определения обменной кислотности.

21. ГОСТ 26485-85. Почвы. Определение обменного (подвижного) алюминия по методу ЦИНАО.

22. ГОСТ 26486-85. Почвы. Определение обменного марганца

методами ЦИНАО.

23.ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО.

24.ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

25.ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.

26.ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение подвижной серы по методу ЦИНАО.

27.ГОСТ 26950-86. Почвы. Определение обменного натрия.

28.ГОСТ 27395-87. Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной.

29.ГОСТ 27784-88. Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв.

30.ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.

31.ГОСТ 17.4.4.01-84. Почвы. Определение емкости катионного обмена.

32.ГОСТ 50682-94. Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Пейве-Ринькиса в модификации ЦИНАО.

33.ГОСТ 50683-94. Почвы. Определение подвижных соединений меди и кобальта по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО.

34.ГОСТ 50684-94. Почвы. Определение подвижных соединений меди по методу Пейве-Ринькиса в модификации ЦИНАО.

35.ГОСТ 50685-94. Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО.

36.ГОСТ 50686-94. Почвы. Определение подвижных соединений цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО.

37.ГОСТ 50687-94. Почвы. Определение подвижных соединений кобальта по методу Пейве-Ринькиса в модификации ЦИНАО.

38.ГОСТ 50688-94. Почвы. Определение подвижных соединений бора по методу Бергера-Труога в модификации ЦИНАО.

39.ГОСТ 50689-94. Почвы. Определение подвижных соединений молибдена по методу Григга в модификации ЦИНАО.

40.ОСТ 10070-95. Почвы. Методика определения стронция-90 в почвах сельхозугодий/Сб. методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. - М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. - С. 16 - 39.

41.ОСТ 10071-95. Почвы. Методика определения цезия-137 в почвах сельхозугодий/Сб. методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. - М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. - С. 5 - 15.

42.ГОСТ 26423-85. Удельная электрическая проводимость, рН и плотный остаток водной вытяжки.

43.ГОСТ 26424-85. Ионы карбоната и бикарбоната в водной вытяжке.

44.ОСТ 10178-96. Методика определения цезия-134 и цезия-137 в продукции растениеводства и кормах/Сб. методик по определению радионуклидов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. - М.: НМЦ по агрохимии и агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, 1999. - С. 110 - 137.

45.ГОСТ 13496.3-92. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги.

46.ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности.

47.ГОСТ 26889-86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля.

48.ГОСТ 26659-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения фосфора.

49.ГОСТ 30504-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия.

50.ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

51.ГОСТ 30502-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения магния.

52.ГОСТ 13496.19-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов.

53.ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

54.ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала.

55.ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

56.ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки.

57.ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

58.ГОСТ 10847-74. Зерно. Методы определения зольности.

59.ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира.

60.ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.

61.ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

62.ГОСТ 13586.1-68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

63.ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.

64.ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути.

65.ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка.

66.ГОСТ 26931-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения меди.

67.ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца.

68.ОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия.

69.ГОСТ 26934-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка.

70.ГОСТ 30692-2000. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения соединений меди, свинца, цинка и кадмия.

**ПРИЛОЖЕНИЯ****Приложение А. Паспорт реперного участка**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПАСПОРТ**  
**реперного участка № \_\_\_\_\_**

Природно-сельскохозяйственные:

Зона \_\_\_\_\_  
Провинция \_\_\_\_\_

Об-  
ласть \_\_\_\_\_  
Район \_\_\_\_\_  
ФГУ ЦАС (ФГУ САС) \_\_\_\_\_  
Хозяй-  
ство \_\_\_\_\_

Участок заложен: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## ПАСПОРТ реперного участка № \_\_\_\_\_

### 1. Адресная часть

Республика, край, область		Географические координаты	широта	
ФГУ ЦАС (САС)			долгота	
Район		Почвенная зона		
Хозяйство				
Севооборот		Почвенная провинция		
Номер и площадь поля				
Площадь реперного участка, га				

### 2. Характеристика реперного участка

Угодье	Почва		Гранулометрический состав	Склон		Кислотность		Эродированность		Залегание грунтовых вод, м
	тип	подтип		экспликация	крутизна, град.	тип	степень	тип	степень	

#### 2.1. Расстояние от реперного участка до объектов загрязнения, км

Внутрихозяйственные		Промышленные		Транспортные	
Животноводческие фермы		ТЭЦ		Железные дороги	
Склад:					
минеральных удобрений		Заводы		Автотрассы	
пестицидов		Фабрики		Аэродромы	
ГСМ		Карьеры		Прочие	
Другие					





**6. Содержание подвижных форм микроэлементов в пахотном слое почвы (ежегодно), мг/кг**

Показатель	Методы определения	20__г. *_____	20__г. *_____	20__г. *_____	20__г. *_____	20__г. *_____
Бор						
Молибден						
Медь						
Цинк						
Кобальт						
Марганец						
Железо						
Сера						
Фтор						

**7. Содержание подвижных форм тяжелых металлов и мышьяка в пахотном слое почвы (ежегодно), мг/кг**

Медь							
Цинк							
Кадмий							
Свинец							
Никель							
Хром							
Ртуть							
Мышьяк							

---

\*Указать число и месяц.

**8. Радиологические показатели в пахотном слое почвы (ежегодно)**

Показатель	200__г. *	200__г. *	200__г., *	200__г. *	200__г. *
Мощность дозы гамма-излучения, МкР/час					
Содержание, стронция-90					
Бк/кг					
КБк/м <sup>2</sup>					
цезия-137					
Бк/кг					
КБк/м <sup>2</sup>					
плутония-239					
Бк/кг					
КБк/м <sup>2</sup>					
Содержание изотопов, Бк/кг:					
урана					
тория					
калия-40					
радия-226					

**9. Содержание ОКП в пахотном слое почвы, мг/кг (ежегодно)**

Пестицид	ПДК	20__г.	20__г.

---

\*Указать число и месяц.

## 10. Химический состав и качество урожая

Срок уборки урожая	20__ г. * _____									
Показатель	Культура/продукция									
	основная	побочная								
Урожай, ц/га										
Влага, %										
Абсолютное су- хое вещество, %										
N, %										
P, %										
K, %										
Ca, %										
Mg, %										
Протеин, %										
Крахмал, %										
Клетчатка, %										
Зола, %										
Жир, %										
Сахара, %										
Кислотное число для пшеницы										
Клейковина, %										
ИДК, ед. шк.										

\*Указать число и месяц.

## 11. Содержание в урожае микроэлементов, тяжелых металлов, ОКП

*Радиологические показатели*

Срок уборки урожая	20__ г. * _____									
	Культура/продукция									
Показатель										
	основная	побочная								
Урожай- ность, ц/га										
Микроэле- менты и тя- желые ме- таллы, мг/кг										
Бор										
Молибден										
Марганец										
Кобальт										
Медь										
Цинк										
Свинец										
Медь										
Ртуть										
Кадмий										
Мышьяк										
Пестициды, мг/кг										
Стронций – 90, Бк/кг										
Цезий-137, Бк/кг										
Нитраты, мг/кг										

\*Указать число и месяц.

## 12. Результаты анализа проб снега

Показатель	20__ г. *				
Сроки обследования					
Мощность снежного покрова, см					
Объем воды, л/м <sup>2</sup>					
Сухой остаток, %					
Электропроводность, м См/см					
pH					
Азот (NO <sub>3</sub> ), мг/л					
Хлориды, мг/л					
Сульфаты, мг/л					
Кальций, мг/л					
Магний, мг/л					
Натрий, мг/л					
Свинец, мг/л					
Ртуть, мг/л					
Кадмий, мг/л					
Мышьяк, мг/л					
Медь, мг/л					
Цинк, мг/л					
Хром, мг/л					

---

\*Указать число и месяц

**13. Результаты анализа проб дождевой воды**

Показатель	20__г. *	20__г. *	20__г. *	20__г. *	20__г. *
Сроки обследования					
Сухой остаток, %					
Электропроводность, м См/см					
рН					
Азот (NO <sub>3</sub> ), мг/л					
Хлориды, мг/л					
Сульфаты, мг/л					
Кальций, мг/л					
Магний, мг/л					
Натрий, мг/л					
Свинец, мг/л					
Ртуть, мг/л					
Кадмий, мг/л					
Мышьяк, мг/л					
Медь, мг/л					
Цинк, мг/л					
Хром, мг/л					

---

\*Указать число и месяц

**13.1. Результаты анализа проб грунтовой воды**

Показатель	20__г. *	20__г. *	20__г. *	20__г. *	20__г. *
Сроки обследования					
Сухой остаток, %					
Электропроводность, м См/см					
pH					
Азот (NO <sub>3</sub> ), мг/л					
Хлориды, мг/л					
Сульфаты, мг/л					
Кальций, мг/л					
Магний, мг/л					
Натрий, мг/л					
Свинец, мг/л					
Ртуть, мг/л					
Кадмий, мг/л					
Мышьяк, мг/л					
Цинк, мг/л					

---

\*Указать число и месяц

**14. Агрохимическая характеристика метрового слоя почвы реперного участка (\_\_\_\_\_20\_\_г.)**  
(определяется один раз в пять лет)

Показатель	Глубина отбора образцов, см				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Гумус, %					
Подвижный фосфор, мг/кг					
Подвижный калий, мг/кг					
Валовой фосфор, %					
Валовой калий, %					
pH (KCl)					
Подвижный алюминий, мг-экв. на 100 г почвы					
Нг, мг-экв. на 100 г почвы					
Обменный кальций, мг-экв. на 100 г почвы					
Обменный магний, мг-экв. на 100 г почвы					
Обменный натрий, мг-экв. на 100 г почвы					
Азот минеральный, мг/кг					
Запас минерального азота, кг/га					
Подвижная сера, мг/кг					

**15. Общее содержание микроэлементов и тяжелых металлов в метровом слое почвы реперного участка (\_\_\_\_\_20\_\_ г.)**  
(определяется один раз в пять лет)

Показатель	Глубина отбора образцов, см				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Микроэлементы и тяжелые металлы, мг/кг:					
молибден					
кобальт					
марганец					
железо					
цинк					
медь					
мышьяк					
кадмий					
свинец					
никель					
хром					
ртуть					

**16. Радиологические показатели в метровом слое почвы реперного участка (\_\_\_\_\_20\_\_ г.)**  
(определяется один раз в пять лет)

Показатель	Глубина отбора образцов, см				
	0-20	20-40	40-50	60-80	80-100
Долгоживущие радио-					
стронций-90					
цезий-137					
плутоний-239					
Изотопы, Бк/кг:					
урана					
тория					
калия-40					
радия-226					

**17. Содержание остаточных количеств пестицидов в метровом слое почвы реперного участка (20 \_\_\_ г.), мг/кг**  
(определяется один раз в пять лет)

Пестицид	Глубина отбора образцов, см				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100

**18. Внесение удобрений и химических мелиорантов**

Виды удобрений	20 ___ г. *				
Органические, всего, т/га					
В том числе:					
Минеральные, всего, кг/га д.в.					
В том числе:					
азотные					
фосфорные					
калийные					
Химические мелиоранты, ц/га					
Микроудобрения, кг/га					
Бактериальные, кг/га					

\*Указать число и месяц.

**19. Описание профиля почвенного разреза**

Морфологическое описание почв. Мазок	Индекс горизонта	Мощность горизонта	Цвет, структура, гранулометрический состав, плотность, влажность, наличие трещин и пор, включения, новообразования, характер перехода в ниже лежащий горизонт

**Тип почвы** \_\_\_\_\_

**Примечание.** Желательно при описании почвенного разреза зарисовать **почвенный** профиль цветными карандашами или рисунок заменить **мазками** почвы, взятой из каждого генетического горизонта.

**Приложение Б. Отчет по реперным участкам**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ОТЧЕТ  
ПО РЕПЕРНЫМ УЧАСТКАМ**

Область \_\_\_\_\_  
ФГУ ЦАС (ФГУ САС) \_\_\_\_\_  
Год обследования \_\_\_\_\_



**3. Основные агроклиматические показатели региона**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_

Показатель	20__г.	20__г.	20__г.	20__г.
Теплообеспеченность:				
сумма температур более 10°C				
основной период вегетации с температурой более 10°C, дни				
средняя температура самого теплого месяца, °C				
средняя температура самого холодного месяца, °C				
дата наступления устойчивой температуры воздуха выше 10 °C				
Влагообеспеченность:				
среднее количество осадков, мм				
коэффициент увлажнения (КУ)*				
гидротермический коэффициент (ГТК)**				
средняя высота снежного покрова, см				

$$* \text{КУ} = \frac{\text{количество выпавших осадков}}{\text{количество влаги, испарившейся с поверхности почвы + количество влаги, расходуемой на транспирацию}}$$

$$** \text{ГТК} = \frac{\text{сумма осадков за период вегетации растений}}{0,1 \text{сумму температур за период вегетации растений}}$$





**7. Характеристика пахотного горизонта реперных участков по содержанию подвижных форм тяжелых металлов и мышьяка за 20\_\_ г.**

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Подвижные форма (вытяжка* _____), мг/кг почвы									
			Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	As		
Среднее по зоне деятельности	n = общее число реперных участков											

\*Указать состав вытяжки

**8. Характеристика пахотного горизонта реперных участков по радиологическим показателям за 20\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (Станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Мощность дозы гамма-излучения, мкР/ч	Долгоживущие радионуклиды						Содержание изотопов, Бк/кг			
				Стронций - 90		Цезий - 137		Плутоний - 239		Уран	Торий	Калий - 40	Радий - 226
				Бк/кг	Ки/км <sup>2</sup>	Бк/кг	Ки/км <sup>2</sup>	Бк/кг	Ки/км <sup>2</sup>				
Среднее по зоне деятельности	n= общее число реперных участков												

ОФ – 09

**9. Содержание остаточных количеств пестицидов в пахотном горизонте почв реперных участков за 20\_\_\_\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (Станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки отбора почвенных проб (число, месяц)	Пестициды в почве, мг/кг				
Среднее по зоне деятельности	n= общее число реперных участков						

ОФ – 09.1

**9.1. Содержание остаточных количеств пестицидов в урожае за 20\_\_\_\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (Станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки отбора растительных проб (число, месяц)	Пестициды в урожае, мг/кг								
			основная	побочная	основная	побочная	основная	побочная	основная	побочная	
Среднее по зоне деятельности	n = общее число реперных участков										

**10. Химический состав и качество урожая на реперных участках за 20\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (Станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Культура	Продукция	Урожайность, ц/га	Валовые формы химических элементов, мг/кг продукции естественной влажности										Радиологические показатели, Бк/кг		Нитраты, мг/кг
						B	Mo	Mn	Co	Cu	Zn	Pb	Hg	Cd	As	Sr-90	Cs-137	
				Основная														
				Побочная														

**11. Химический состав и качество урожая на реперных участках за 20\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (Станция) \_\_\_\_\_

Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Культура	Продукция	Урожайность ц/га	Влага, %	Абсолютное сухое вещество, %	Содержится в абсолютно сухом веществе, %											Для пше...	
							N	P	K	Ca	Mg	протеин	крахмал	клетчатка	зола	жир	кислотное число	сахара	клейковина
			основная																
			побочная																

ОФ-12

**12. Результаты анализа проб снега на реперных участках за 20\_\_ г**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Мощность снежного покрова, см	Сухой остаток, %	Электропроводность, мСм/см	Результаты анализа снеговой воды, мг/л														
						pH	N-NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	Pb	Ng	Cd	As	Cu	Zn	Cr	

ОФ-13

**13. Результаты анализа проб дождевой воды на реперных участках за 200\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Сухой остаток, %	Электропроводность, мСм/см	Результаты анализа дождевой воды, мг/л															
					pH	N-NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sup>4-</sup>	Ca	Mg	Na	Pb	Ng	Cd	As	Cu	Zn	Cr		

ОФ-13. 1

**13.1. Результаты анализа проб грунтовой воды на реперных участках за 20\_\_ г.**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Сухой остаток, %	Электропроводность, мСм/см	Результаты анализа грунтовой воды, мг/л													
					pH	N-NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sup>4-</sup>	Ca	Mg	Na	Pb	Ng	Cd	As	Cu	Zn	Cr

ОФ-14

**14. Агрохимическая характеристика метрового слоя почвы реперных участков (раз в пять лет)**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_ Год обследования \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Глубина отбора, см	Гумус, %	Фосфор, мг/кг		Калий, мг/кг		АІ подвижный, мг/кг	pH (KCl)	Нг, мг-экв/100 г почвы	Обменные, мг-экв/100 г почвы			Азот минеральный, мг/кг	Метод определения азота
					валовой	подвижный	валовой	подвижный				Ca <sup>++</sup>	Mn <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>		
			0-20 20-40 40-60 60-80 80-100													

**ОФ-15**

**15. Характеристика метрового слоя почвы реперных участков по содержанию микроэлементов и тяжелых металлов (один раз в пять лет)**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_ Год обследования \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки обследования (число, месяц)	Глубина отбора, см	Подвижные формы			Валовые формы (вытяжка* _____)											
				S	B	F	Mo	Fe	As	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	Zn			Cu
			0-20															
			20-40															
			40-60															
			60-80															
			80-100															

\*Указать вытяжку

**ОФ -16**

**16. Характеристика метрового слоя почвы реперных участков по радиологическим показателям (один раз в пять лет)**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_ Год обследования \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Дата отбора проб (число, месяц)	Глубина отбора, см	Мощность дозы гамма-излучения, мкР/ч	Долгоживущие радионуклиды, Бк/кг			Содержание изотопов, Бк/кг				
					Стронций-90	Цезий-137	Плутоний-239	Урана	Тория	Калия-40	Радия-226	
			0-20									
			20-40									
			40-60									
			60-80									
			80-100									

ОФ - 17

**17. Характеристика метрового слоя почвы реперных участков по содержанию остаточных количеств пестицидов (один раз в пять лет)**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_ Год обследования \_\_\_\_\_

Район	Номер репер-		Дата отбора проб (число, месяц)	Глубина отбора, см	Пестициды, мг/кг								
					ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	
				0-20									
				20-40									
				40-60									
				60-80									
				80-100									

ОФ – 18

**18. Внесение удобрений и химических мелиорантов на реперных участках за 20\_\_ г**

Область \_\_\_\_\_ Центр (станция) \_\_\_\_\_

Район	Номер реперного участка	Сроки внесения (число, месяц)	Культура	Органические удобрения, т/га	Минеральные удобрения, кг/га д.в.			Химические мелиоранты, ц/га			Удобрения, кг/га	
					азотные	фосфорные	калийные	известь	гипс	фосмука	микро-	бактериальные
Среднее по зоне деятельности												

18. Методы определения агрохимических показателей и химических элементов, используемые в ГЦАС (ГСАС) \_\_\_\_\_

Показатели	Метод определения, вытяжка	ГОСТ, ОСТ
Анализы:		
почв		
растительной продукции		
воды (снеговой, дождевой, грунтовой)		



**3 Основные показатели**

Показатель	Год обследования			
	20__ г.	20__ г.	20__ г.	20__ г.
1	2	3	4	5
Мощность дозы гамма-излучения, мкР/ч				
Глубина пахотного горизонта, см				
Плотность почвы, г/куб. см				
Содержание в почве, Бк/кг:				
стронция-90				
цезия-137				
Отношение цезия-137 к стронцию-90				
Гидротермический коэффициент, ГТК				
Культура, сорт				
Основная продукция				
Урожайность, ц/га				
Содержание, Бк/кг:				
стронция-90				
цезия-137				
Коэффициент накопления:				
по стронцию-90				
по цезию-137				
Стронциевые единицы, с.е.				
Коэффициент дискриминации по стронцию-90				
Цезиевые единицы, ц.е.				
Содержание, г/кг:				
кальция				
калия				
Побочная продукция				
Урожай, ц/га				
Содержание, Бк/кг:				
стронция-90				
цезия-137				
Коэффициент накопления:				
по стронцию-90				
по цезию-137				
Стронциевые единицы, с.е.				
Коэффициент дискриминации по стронцию-90				
Цезиевые единицы, ц.е.				

Продолжение паспорта КУ \_\_\_\_

1	2	3	4	5
Содержание, г/кг:				
кальция				
калия				
Агрохимические показатели почвы, ммоль/100 г почвы:				
обменный кальций				
обменный магний				
гидролитическая кислотность				
емкость поглощения				
pH				
Гумус, %				
Подвижный калий, мг/100 г				
СО <sub>2</sub> карбонатов, %				
Физическая глина, %				
Агротехнические мероприятия				
Удобрения, кг/га д.в.:				
азотные				
фосфорные				
калийные				
органические, т/га:				
известь, гип				
Способ орошения				
Норма расхода воды, куб. м/га				
Способ осушения				
Другие приемы				

## Приложение Г. Перечень контрольных участков

Минсельхоз России

ФГУ ЦАС (ФГУ САС) \_\_\_\_\_

### Перечень контрольных участков (пример заполнения)

Природно-сельскохозяйственная зона: Лесостепная Природно-сельскохозяйственная провинция: Южная Область (край, АССР, АО): Амурская Станция химизации: Амурская							Код 05242
Местонахождение контрольного участка					Почва		10-значный код кон- трольного участка
Административный район			Хозяйство				
номер КУ	наименование	код	наименование, тип	специа- лизация	тип	под- тип	
01* (**)	Иванов- ский	21	Колхоз «Луч»	Растени- евод- ство	Луговая чернозе- мовид- ная	Сред- несу- глини- стая	
02							
03							
04							
05							
*Контрольный участок заложен по согласованию с ветеринарной службой. **Контрольный участок заложен в ранее обследованном хозяйстве.							

Перечень составил:

---

(Должность, фамилия, подпись, дата)



## Продолжение сводной ведомости

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент накопления:								
5	стронция-90							
6	цезия-137							
7	Стронциевые единицы, с.е.							
8	Коэффициент дискриминации стронция-90							
9	Цезиевые единицы, ц.е.							
Содержание, г/кг:								
10	кальция							
11	калия							
Побочная растительная продукция								
12	Урожай, ц/га							
Содержание, Бг/кг:								
13	стронция-90							
14	цезия-137							
Коэффициент накопления:								
15	стронция-90							
16	цезия-137							
17	Стронциевые единицы, с.е.							
18	Коэффициент дискриминации стронция-90							
19	Цезиевые единицы, ц.е.							
Содержание, г/кг:								
20	кальция							
21	калия							
Внесение удобрений на контрольный участках								
Удобрения, ц/га д.в.:								
22	азотные							
23	фосфорные							
24	калийные							
25	органические, т/га							
26	известь, гипс, т/га							

Общая площадь с.-х. угодий зоны обслуживания, га

Тип полевого дозиметра

Ведомость составил: \_\_\_\_\_

(Должность, фамилия, подпись, дата)

*Учебное издание*

*Сергей Алексеевич Фокин,  
Татьяна Николаевна Черноситова,  
Жанна Михайловна Карёгина*

**КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ  
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Учебно-методическое пособие*

*Компьютерная верстка Н.Н. Федотовой*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.  
Подписано к печати 19.05.2017 г. Формат 60×90/16.  
Уч.-изд.л. – 5,6. Усл.-п.л. – 7,8.  
Тираж 100 экз. Заказ 336.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
издательства Дальневосточного ГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86



