

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства"  
(ПГУАС)

**А.Н. Поршакова**

## **МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**

Пенза 2014

УДК 332.54-047.36(035.3)

ББК 65.32-5

П59

Рецензенты: начальник управления мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Министерства сельского хозяйства Пензенской области Э.В. Сухова;  
доктор географических наук, профессор кафедры «Кадастр недвижимости и право» С.П. Ломов (ПГУАС)

**Поршакова А.Н.**

П59      Мониторинг земель: моногр. / А.Н. Поршакова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 136 с.  
ISBN 978-5-9282-1044-1

Представлен материал по теоретическим и практическим вопросам мониторинга земельных ресурсов, методы отбора и подготовки проб для анализов, порядку определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, рассмотрены особенности использования ГИС для охраны окружающей среды и мониторинга земель.

Монография подготовлена на кафедре «Кадастр недвижимости и право» и предназначена для использования студентами, обучающимися по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» при подготовке к лекционным и практическим занятиям.

**ISBN 978-5-9282-1044-1**

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

© Поршакова А.Н., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Земля – часть природы, используемая в различных сферах человеческой деятельности. Она представляет собой трехмерный объект, состоящий из компонентов природного комплекса (почв, вод и растительности) и тесно связанный с другими его компонентами. Полезные свойства земли используются в экологической, политической, социальной, экономической и финансовой сферах деятельности. Все эти функции зависят от ее природной составляющей и одинаково необходимы обществу.

Загрязнение природной среды, связанное с производственной деятельностью человека, нередко приводящее к катастрофическим последствиям, вызвало в последнее время увеличение количества исследований изучающих масштабы и темпы загрязнения окружающей среды и направленных на поиск эффективных приемов ее защиты, которые включают в себя как снижение потоков загрязняющих веществ, поступающих в биосферу, так и ограничение токсичного действия различных веществ техногенного происхождения на растительный и животный мир и, главным образом, предотвращение отрицательного их влияния на здоровье человека.

В последние десятилетия стало очевидным, что любые негативные изменения природной обстановки прямо или косвенно влияют на жизнь человека. Пристальное внимание к проблемам наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения природной среды большинства развитых стран мира проявляется, по крайней мере, со времени Стокгольмской конференции 1972 г.

Информационная система наблюдения и анализа состояния природной среды, в первую очередь наблюдения уровня загрязнений и последствий, вызываемых ими в биосфере, получила название мониторинга. Этот термин происходит от лат. monitor (надзирающий, напоминающий) и обозначает слежение за какими-либо процессами или объектами.

Мониторинг земель впервые получил самостоятельный юридический статус в России в 1991 г. в связи с принятием Земельного кодекса РСФСР. Содержание и порядок мониторинга земель определяется «Положением о мониторинге земель», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 491 от 15 июня 1992 года, а с 1993 г. он выделен в качестве подсистемы в Единой государственной системе экологического мониторинга.

Актуальность проблемы заключается в том, что в настоящее время эффективное использование земельного фонда России и его

воспроизводство может быть достигнуто лишь на основе анализа всесторонней, оперативной и качественной информации о характеристиках состояния земель и происходящих в них изменениях. Получение такой информации осуществляется в рамках мониторинга земель, представляющего согласованную последовательность повторяющихся наблюдений объектов землепользования и связанных с их состоянием объектов недвижимости и окружающей среды для своевременного обнаружения изменения состояния земельного фонда, выявления негативных явлений и процессов, их предупреждения и устранения последствий.

Монография содержит общие сведения, характеристику земельного фонда Российской Федерации, агропочвенный мониторинг, мониторинг техногенно-загрязненных земель, методы отбора проб, особенности ГИС-картографирования для мониторинга земель.

Кроме того, монография содержит порядок определения размеров ущерба загрязнения земель химическими веществами, порядок расчета размера ущерба от деградации земель, правовые, нормативные и методические основы для организации мониторинга источников антропогенного воздействия на земли всех категорий.

# 1. МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1. Общие сведения о мониторинге окружающей природной среды

В различных видах научной и практической деятельности человека для изучения свойств предметов и явлений издавна применяется метод наблюдения — способ познания, основанный на относительно длительном целенаправленном и планомерном восприятии предметов и явлений окружающей действительности. Блестящие образцы организации наблюдений за природной средой описаны еще в первом веке нашей эры в «Естественной истории» Гая Секунда Плиния (Старшего). Тридцать семь томов, содержащих сведения по астрономии, физике, географии, зоологии, ботанике, сельскому хозяйству, медицине, истории, служили наиболее полной энциклопедией знаний до эпохи средневековья.

Много позднее, уже в XX веке, в науке возник термин мониторинг для определения системы целенаправленных повторных наблюдений за одним или несколькими элементами окружающей природной среды в пространстве и времени.

Monitoring (англ.) в переводе обозначает слежение. Считается, что термин «мониторинг» возник в период перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 5-16 июня 1972 г.). Первые предложения по поводу такой системы были разработаны экспертами специальной комиссии SCOPE – *Sinise committee of problem environment* (научный комитет по проблемам окружающей среды) в 1971 г. Упоминания об этой системе можно найти в рекомендациях Стокгольмской конференции. Основные элементы мониторинга описаны в работе Р.Е. Манна «Глобальная система мониторинга окружающей среды», изданной в Торонто в 1973 г.

Сам термин «мониторинг» появился в противовес (или в дополнение) термину «контроль», в трактовку которого включались не только наблюдение и получение информации, но и элементы активных действий, элементы управления.

Р.Е. Манн дал следующее определение: мониторинг – это система повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой.

Один из крупных отечественных теоретиков мониторинга Ю.А. Израэль в 1974 г. отмечал, что мониторинг должен включать следующие основные направления:

- наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, и за состоянием среды;
- оценку фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния окружающей природной среды и оценку этого состояния

Отсюда возникает следующее определение мониторинга. Мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды. В это определение, как видим, не включены элементы управления. Мониторинг является лишь основой управления качеством среды, т. е. поставляемая им информация необходима для принятия управленческих решений.

Основные цели мониторинга земли:

- проведение диагностики состояния земельного фонда, с целью своевременного выявления и определения всяческих изменений, их последующей оценки и выработки рекомендаций относительно устранения или предупреждения последствий разнообразных процессов, которые носят негативный характер;
- информационная функция по обеспечению государственного земельного кадастра государственного землеустройства, наиболее рационального использования земельных ресурсов, а также контроля и охраны используемых земель. Основополагающие задачи мониторинга: своевременное и надлежащее выявление изменений в состоянии земель, проведение анализа и оценки таких изменений, составление прогнозов и выработка определенных рекомендаций для устранения или предупреждения последствий всех процессов, которые носят негативный характер;
- информационное обеспечение процессов ведения государственного земельного кадастра, государственного контроля по использованию и охране земель, а также некоторых других муниципальных и государственных функций по управлению земельными ресурсами страны и землеустройству;
- обеспечение населения страны требуемой информацией относительно конкретного состояния окружающей среды в отношении состояния земельных ресурсов страны.

В последние десятилетия общество все шире использует в своей деятельности сведения о состоянии природной среды. Эта информация нужна в повседневной жизни людей, при ведении хозяйства, в строительстве, при чрезвычайных обстоятельствах — для оповещения о

надвигающихся опасных явлениях природы. Но изменения в состоянии окружающей среды происходят и под воздействием биосферных процессов, связанных с деятельностью человека. Определение вклада антропогенных факторов в эти изменения представляет собой важную и непростую задачу.

Экологический мониторинг является комплексным мониторингом биосферы. Он включает наблюдения, оценку и прогноз антропогенных изменений состояния абиотической составляющей биосферы (в том числе и загрязнение природных сред), ответной реакции экосистем на эти изменения и антропогенных изменениях в экосистемах (использование земель, вырубка леса, урбанизация и т. п.). Таким образом, экологический мониторинг включает в себя как биологический, так и геофизический аспекты. Необходимым условием успешного функционирования экологического мониторинга является требование, чтобы в качестве конечного результата выступали оценка и прогноз состояния экосистем.

Таким образом, можно сформулировать следующее определение. Экологический мониторинг — это система наблюдений, оценки и прогноза состояния экосистем.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды и его изменениях;
- о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия);
- о допустимости нагрузок на среду в целом и на ее отдельные компоненты;
- о существующих резервах биосферы.

На основании данных, полученных в результате экологического мониторинга, осуществляется выработка долгосрочных и оперативных управляющих решений в области охраны окружающей среды, рационального природопользования, обеспечения экологической безопасности. Для достижения поставленных целей экологический мониторинг решает следующие задачи:

- выделение объекта наблюдения;
- обеспечение сбора, обработки, хранения полной, достоверной и сопоставимой информации о состоянии объектов наблюдения;
- своевременное доведение до заинтересованных потребителей данных экологического мониторинга;
- согласованное методологическое и метрологическое обеспечение ведения различных видов мониторинга природной среды.

Другим крупным российским теоретиком мониторинга являлся

академик И. П. Герасимов. В своих работах (1975, 1985 и др.) он определял мониторинг как систему наблюдений и контроля за состоянием окружающей среды с целью рационального использования природных ресурсов, охраны природы и обеспечения стабильного функционирования геосистем различного хозяйственного назначения. При этом должно быть выделено три уровня мониторинга: биологический (санитарно-гигиенический), геоэкологический (геосистемный) и биосферный (глобальный).

Первый уровень призван следить за параметрами окружающей среды с точки зрения влияния на здоровье человека. Сюда входят качество атмосферного воздуха, воды, почв, пищи и т. д.

Наблюдения второго уровня должны дать представление о состоянии целостных образований — природных и техногенных геосистем.

Третий уровень позволяет установить глобальные (фоновые) показатели состояния природных сред и биоты для всей планеты в целом.

Следует отметить, что, несмотря на определенное различие концепций И.П. Герасимова и Б.А. Израэля, они по многим положениям совпадают и на организационном уровне приводят практически к одному и тому же составу наблюдений.

Кроме упомянутых выше определений мониторинга, в научной литературе можно встретить и более развернутые определения, в которых делается попытка учесть многие аспекты мониторинга, но по сути в них сохраняются те же основные блоки: наблюдения, оценка, прогноз. Например, в статье «Концепция системы экологического мониторинга России» (Метеорология и гидрология. 1992. № 10) дается следующее определение: экологический мониторинг — это система регламентированных наблюдений с запрограммированным пространственным, временным и компонентным разрешением, оценки и прогнозирования состояния природной среды и природных ресурсов, включая биотическую составляющую, а также источников антропогенного воздействия.

Видимо, это правильно, но очень сложно. Некоторые авторы включают в систему мониторинга и управление. Например, в работе «Государственная программа мониторинга земель Российской Федерации» (1991) приводится следующее определение: мониторинг земель — система наблюдений за состоянием земельного фонда для своевременного выявления изменений их оценки, прогноза, предупреждения и устранения последствий негативных процессов.

Следует отметить, что термин «мониторинг» сейчас стал широко использоваться во многих областях в смысле «слежение». В литературе



встречаются термины: «социально-экономический мониторинг» (отслеживание социально-экономических процессов), «научный мониторинг» (получение информации о научно-исследовательских работах) и даже «парламентский мониторинг».

В связи с этим возникла необходимость особо выделить мониторинг, применяемый в сфере охраны природы. Такой мониторинг стали называть экологическим. Возникает путаница понятий. Поэтому следует различать экологический мониторинг как понятие в широком и узком смысле. Экологический мониторинг в узком смысле — это мониторинг экосистем, а в широком — мониторинг, относящийся к вопросам охраны природы.

## 1.2. Схема мониторинга и взаимосвязь его блоков

В систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды в РФ в 1995 г.» определяет экологический мониторинг в РФ как комплекс выполняемых по научно обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей природной среды и экологической безопасностью.

В соответствии с приведенным определением и возложенными на систему функциями мониторинг включает три основных направления деятельности:

- наблюдения за факторами воздействия и состоянием окружающей среды;
- оценку фактического состояния окружающей среды;
- прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

Следует принять во внимание, что сама система мониторинга не включает деятельность по управлению качеством среды, но является источником информации, необходимой для принятия экологически значимых решений. Термин «контроль», нередко употребляемый в литературе для описания аналитического определения тех или иных параметров (например, контроль состава атмосферного воздуха, контроль качества воды водоемов), следует использовать только в отношении деятельности, предполагающей принятие активных регу-

лирующих мер. «Толковый словарь по охране природы» определяет экологический контроль следующим образом: это деятельность государственных органов, предприятий и граждан по соблюдению экологических норм и правил. Различают государственный, производственный и общественный экологический контроль.

В природоохранном законодательстве государственная служба мониторинга определена фактически как часть общей системы экологического контроля.

Наиболее универсальным подходом к определению структуры системы мониторинга антропогенных изменений природной среды является его разделение на блоки (рис. 1).

По определению экологический мониторинг может быть разделен на следующие блоки:

- ✓ наблюдения;
- ✓ оценка фактического состояния;
- ✓ прогноз состояния;
- ✓ оценка прогнозируемого состояния.



Рис. 1. Схема мониторинга и взаимосвязи его блоков

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой, т.к. прогноз состояния окружающей среды возможен лишь при наличии достаточно репрезентативной информации о фактическом состоянии. Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменений состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета, с другой — направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав наблюдательной сети. Это обратная связь.

Данные, характеризующие состояние природной среды, полученные в результате наблюдений или прогноза, должны оцениваться в зависимости от того, в какой области человеческой деятельности они

используются. Оценка подразумевает, с одной стороны, определение ущерба от воздействия, с другой — выбор оптимальных условий для человеческой деятельности, определение экологических резервов. При такого рода оценках подразумевается знание допустимых нагрузок на окружающую среду (ПДК).

Информационные геофизические системы (метео- и гидрологические наблюдения и т. д.) так же, как и информационные системы мониторинга являются составной частью системы управления состоянием окружающей среды. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния биосферы в свою очередь дают возможность уточнить требования к системе наблюдений.

Рассмотрим схему (рис. 2). Элемент биосферы с уровнем состояния (Б), подвергаясь антропогенному воздействию (А), меняет свое состояние (Б->Б'). С помощью системы мониторинга (М) это изменение улавливается, производится измерение данных, анализ и оценка фактического и прогнозируемого состояния. Эта информация подается в блок управления (У), на основании этой информации и в зависимости от уровня научно-технических разработок (Н) и экономических возможностей (Э) принимаются меры по ограничению или прекращению антропогенных воздействий, реабилитации элемента биосферы и усилению возможностей системы мониторинга.

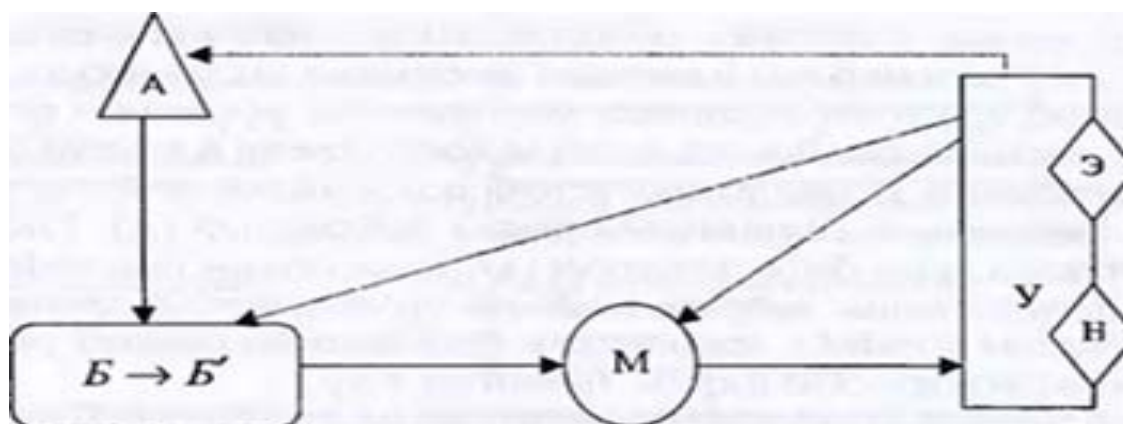


Рис. 2. Взаимосвязь мониторинга с блоком управления качеством среды

### 1.3. Объекты наблюдения мониторинга

Для анализа и прогноза экологической ситуации как в глобальном, так и в региональном масштабах необходимо знание многих геофизических процессов, различных антропогенных эффектов и ситуаций, их вызывающих. Все эти факторы можно свести в табл. 1.

Наблюдения за локальными источниками воздействий и загрязнений выделены в специальный раздел наблюдений (А). Такими источниками могут быть природные (вулканы, отходы газа, нефти и др.) и антропогенные выбросы (выбросы промышленных предприятий, средства борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений, животноводческие фермы, транспорт и др.)

Т а б л и ц а 1

Классификация состояния природной среды и здоровья населения, реакций природных систем, источников и факторов воздействий, охватываемых системой мониторинга

Раздел наблюдений	Классификация
<b>А</b> Источник и факторы воздействия	<b>А.1</b> Источники воздействий и загрязнений <b>А.2</b> Факторы воздействия (загрязняющие вещества, излучение)
<b>Б</b> Состояние окружающей природной среды	<b>Б.1</b> Состояние среды, характеризующееся физическими и физико-географическими данными <b>Б.2</b> Состояние среды, характеризующееся геохимическими данными и данными о загрязнениях
<b>В</b> Состояние биотической составляющей	<b>В.1</b> Реакция биоты – отклики и последствия ✓ у отдельных организмов ✓ у популяции ✓ у сообщества и экосистемы
<b>Г</b> Реакция крупных систем и биосферы в целом	<b>Г.1</b> Реакция крупных систем (погода и климат) <b>Г.2</b> Реакция биосферы в целом

Наблюдения за внеземными источниками воздействий (солнечные вспышки, магнитные бури, потоки космических частиц, метеориты и т. д.), которые необходимо учитывать при оценке и прогнозе состояния природной среды, ведутся гелиогеофизическими и астрономическими службами.

Наблюдениям за факторами воздействий должно быть уделено самое пристальное внимание. Причем, наблюдения за факторами воздействия включены в раздел (Б), т. к. они в некоторых случаях характеризуют состояние среды (например, по геохимическим данным).

Раздел (Б) включает наблюдения за состоянием и изменением среды по геофизическим данным. Такие наблюдения ведутся рядом геофизических служб. Сюда входят: вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, ураганы, наводнения, сели, снежные лавины, эрозия почв и др.

Физико-географические данные — это данные о распределении суши и воды, рельефе земной поверхности, природных ресурсах (минеральные, земельные, растительные, водные, ресурсы фауны, народонаселения и др.) дают важнейшую информацию о состоянии окружающей среды.

В этот же раздел включены наблюдения за геохимическими данными, которые характеризуют круговорот веществ в природе, за составом инородных примесей в биосфере, за различными специфическими характеристиками среды (радиоактивность, шумы, тепловое загрязнение, различные излучения).

К разделу (Б) относятся также наблюдения за химическим составом атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод, океанов и морей, почв, донных отложений, растительности и животного мира, а также наблюдения за основными путями распространения загрязнений. Чаще именно эти наблюдения считают мониторингом.

Раздел (В) включает наблюдения за реакцией биоты (живой составляющей биосферы) на различные факторы воздействий. Здесь ведут наблюдения за функциональными и структурными биологическими признаками. Функциональные — это прирост биомассы, скорость поглощения различных веществ растениями и животными. Структурные — численность растений и животных, общая биомасса и др. Эти наблюдения должны вестись на уровне отдельного организма, популяции, сообщества, экосистемы.

Раздел (Г) — наблюдения за реакцией крупных систем (погоды, климата) и биосферы в целом. Включает всю систему наблюдений, перечисленных в разделах (Б) и (В) и просто требует специальных

обобщений и оценок, хотя могут потребоваться и какие-то особые данные.

(Д) — особое место в природе занимает человек. Наблюдения за реакцией человека на различные воздействия выделяются в отдельный раздел, ввиду их важности и специфичности. Мониторинг факторов, связанных со здоровьем человека, включает также наблюдения и оценку условий среды, влияющих на здоровье человека, распространение различных заболеваний.

Применяются различные методы наблюдений. Среди них выделяются физические, химические и биологические методы. Для определения динамики состояния биосферы измерения должны повторяться через определенные интервалы времени, а по важнейшим показателям должны быть непрерывными. Система наблюдений состоит из пунктов (станций) точечных измерений и площадных съемок для получения интегральных показателей. Широко применяются дистанционные методы как для точечных измерений, так и площадных. Применяются спутниковые и авиационные способы.

### **Научное обоснование объектов мониторинга**

При осуществлении мониторинга необходима организация достаточно представительной сети наблюдений наиболее важных факторов воздействия и показателей состояния среды. В зависимости от конкретной задачи мониторинга эти факторы и показатели могут быть различными.

При этом факторы, источники и показатели состояния абиотической и биотической составляющих биосферы очень многочисленны. Так, например, в мире зарегистрировано около 1 500 пестицидов, при этом число форм их применения в различных странах достигает 100 000. Ясно, что при такой ситуации необходимо выбрать только наиболее значимые показатели, факторы, ведущие к наиболее серьезным, долговременным изменениям в окружающей среде, выявлять элементы биосферы, наиболее подверженные воздействию (наиболее чувствительные), повреждение которых может привести к разрушению экосистем.

В методах отбора факторов, которые необходимо отслеживать, пожалуй, нет общего практического подхода. Используется метод экспертных оценок, практическая жизнь человека, научные исследования и наблюдения за элементами биоты, здоровьем человека, загрязнениями и т. д.

Приведем здесь примеры определения приоритетов при организации мониторинга. Если говорить о территориях, то высший приоритет должен быть отдан: городам; зонам, где вода отбирается для питьевых целей; местам нерестилищ рыб. Применительно к средам приоритетными выступают: атмосферный воздух; вода пресноводных водоемов. По ингредиентам это: в воздухе — пыль, SO<sub>2</sub>, тяжелые металлы, CO<sub>2</sub>, окислы азота, бензапирен, пестициды; в воде — биогенные вещества, нефтепродукты, фенолы; среди источников загрязнения приоритетными для наблюдений являются автомобильный транспорт, тепловые электростанции, предприятия цветной металлургии.

В 1974 г. в Найроби состоялось первое межправительственное совещание по мониторингу. При этом совещании была создана рабочая группа для решения вопросов о приоритетности мониторинга. Применялась следующая методика.

Сначала были выработаны 9 критериев.

1. Размер фактического и потенциально возможного воздействия на здоровье и благополучие человека, на климат или экосистемы.

2. Склонность к деградации в окружающей природной среде и накоплению в человеке и пищевых цепях.

3. Возможность химической трансформации в физических и биологических системах, в результате чего вторичные вещества могут оказаться более токсичными.

4. Мобильность и подвижность.

5. Фактические или возможные тренды в окружающей среде или человеке.

6. Частота и величина воздействия.

7. Возможность измерений в различных средах.

8. Положение в окружающей природной среде (где находится, кем потребляется).

9. Возможность однородных измерений в глобальных и субрегиональных программах.

Затем брали различные загрязнения и по этим 9 критериям оценивали их в баллах (от 0 до 3). По наибольшей сумме баллов были определены приоритеты (чем выше сумма баллов, тем больше приоритет). Найденные таким образом приоритеты были разбиты на 8 классов. Чем меньше порядковый номер класса, тем выше приоритет. В результате получилась табл. 2.

Таблица 2

## Приоритеты наблюдений за загрязняющими веществами

Класс, приоритет	Загрязняющее вещество	Среда	Тип программы измерений
1	2	3	4
1	Двуокись серы (SO <sub>2</sub> ) Плюс взвешенные частицы Радиогранулы: <sup>90</sup> Sr+ <sup>137</sup> Cs	Воздух  Пища	И, Р, Б  И, Р
2	Озон ДДТ, др. хлорорганические соединения Кадмий и его соединения	Воздух Биота, человек Пища, человек, вода	И, Б И, Р И
3	Нитраты, нитриты Окислы азота	Питьев. вода, пища Воздух	И И
4	Ртуть и ее соединения Свинец Двуокись углерода(CO <sub>2</sub> )	Пища, вода Воздух, пища Воздух	И, Р И Б
5	Окись углерода Нефтеуглеводороды	Воздух Морская вода	И Р, Б
6	Флуориды	Свежая вода	И
7	Асбест Мышьяк	Воздух Питьевая вода	И И
8	Микротоксины Микробиологическое заражение	Пища Пища	И, Р И, Р
9	Реактивные углеводороды	Воздух	И

Примечание. Мониторинг: Б – базовый, Р – региональный, И – импактный.

Были также перечислены виды измерений, которые следует проводить, когда загрязнитель сам по себе трудно измерим (косвенный мониторинг). Для этого требуется измерение следующих величин:

- индикаторов качества воды (коли-бактерии, БПК<sub>5</sub>, ХПК, сине-зеленые водоросли);
- индикаторов качества почвы (соленость, кислотность, содержание нитратов, органика);
- индикаторов здоровья человека и животных;
- индикаторов поражения растений (случаи заболевания, генетические последствия, чувствительность к лекарствам);
- растительных индикаторов загрязнений.

Кроме того, были перечислены сопутствующие наблюдения, необходимые для интерпретации измерений загрязнений: метеорологические, гидрологические, геофизические параметры.

Итак, организация мониторинга является сложной многоплановой



задачей. Приоритеты мониторинга, размещение сети наблюдений будут непрерывно совершенствоваться, видоизменяться так, чтобы наиболее полно и адекватно отражать состояние экосистем.

#### 1.4. Классификация систем мониторинга

Чтобы полнее учесть все факторы воздействия, отклики биоты, состояние среды и т.д., мониторинг должен быть многоцелевым и многоплановым. При этом выделяется ряд систем и подсистем мониторинга в зависимости от охвата территории, применяемых методов, изучаемых сред и т. д. Общепринятой классификации систем мониторинга нет, имеется лишь ряд предложений (Б.А. Израэль, 1984; Н.Ф. Реймерс, 1990; А.Г. Емельянов, 1994 и др.).

Рассмотрим классификацию, которую приводит Ю. А. Израэль в монографии «Экология и контроль состояния природной среды» (1984). Классификация представлена в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Классификация систем мониторинга

Принцип классификации	Системы (подсистемы) мониторинга
Территориальный	Глобальный мониторинг (базовый, региональный, импактный уровни), включая уровни и палеомониторинг Национальный мониторинг Международный мониторинг
Составляющие биосферы	Геофизический мониторинг Биологический мониторинг Экологический мониторинг
Среды	Мониторинг антропогенных изменений, в атмосфере, гидросфере, почве, криосфере, биоте
Факторы и источники воздействий	Мониторинг источников загрязнений Ингредиентный мониторинг
Острота и глобальность проблемы	Мониторинг океана Мониторинг озоносферы
Методы наблюдений	Мониторинг на основе физических, химических и биологических методов Спутниковый мониторинг
Системный подход	Медико-биологический мониторинг (здоровье населения) Экологический мониторинг Климатический мониторинг Варианты: биоэкологический, геоэкологический, биосферный мониторинг

Как следует из таблицы, согласно территориальному принципу выделяются: глобальный, национальный и межнациональный системы (подсистемы) мониторинга.

Глобальный мониторинг является наиболее универсальным. На глобальном уровне решаются задачи мониторинга антропогенных загрязнений и антропогенных воздействий, определяется базовый мониторинг, т. е. то, что было или есть до начала антропогенных воздействий. К нему примыкает «фоновый», т.е. изменения, характерные для всей глобальной системы (снимается местное влияние).

Национальная система мониторинга включает все системы в пределах отдельной страны. Межнациональный мониторинг предполагает оценку переноса загрязнений.

Биосфера включает абиотическую и биотическую компоненты. Отсюда возникает возможность деления мониторинга на геофизический, биологический и экологический.

Геофизический мониторинг предполагает оценку абиотической составляющей экосистем как на макро-, так и микромасштабных уровнях: погоды, климата, отдельных гидрометеорологических параметров, землетрясений, цунами, космических лучей и др.

Биологический мониторинг — определение состояния биотической составляющей биосферы и ее откликов на воздействие. Сюда можно отнести также использование биологических индикаторов для определения загрязнений. Здесь выделяются следующие наблюдения: за состоянием здоровья человека, за важнейшими популяциями, характеризующими благополучие экосистем, за чувствительными популяциями, которые являются сигнализаторами неблагоприятных воздействий, за популяциями-индикаторами. Особое место здесь должен занять генетический мониторинг.

Экологический мониторинг является универсальным. В этой классификации он охватывает вопросы геофизического и биологического мониторинга.

Мониторинг сред включает: мониторинг приземного слоя воздуха и верхней атмосферы, атмосферных осадков, поверхностных вод (рек, озер, водохранилищ), вод океанов, морей, подземных вод, литосферы (в первую очередь почвы).

В мониторинг факторов воздействия входят слежение за различными загрязнителями (ингредиентный мониторинг), изучение шумов, тепла. Прежде всего, ведутся наблюдения за наиболее вредными и токсичными ингредиентами. Здесь же наблюдают и за радиоактивными изотопами.

Мониторинг источников воздействия включает учет точечных стационарных источников (заводские трубы, сброс сточных вод), точечных подвижных (транспорт) и площадных (поля с минеральными удобрениями и пестицидами, города).

В настоящее время выделяется ряд проблем глобального характера, имеющих исключительно важное значение для человечества. К ним относятся проблемы CO<sub>2</sub> и других парниковых газов, озона и загрязнение Мирового океана. В связи с этим возникает необходимость организации специальных систем мониторинга для наблюдения и изучения содержания в атмосфере CO<sub>2</sub>, антропогенного воздействия на океан, озоносферу.

Допустима классификация систем мониторинга по ряду других признаков. Например, целенаправленный мониторинг для выявления дальнего, в том числе трансграничного распределения некоторых вредных веществ (двуокиси серы, радиоактивных продуктов и др.), или мониторинг, классифицируемый по методам наблюдений (химические, физические, биологические, спутниковые и др.).

### 1.5. Экологический мониторинг

Экологический мониторинг (понятие введено Стокгольмской конференцией в 1972 году) – это наблюдение, оценка, анализ состояния изменения окружающей природной среды. Это комплексная система сбора информации, контроля, оценки, прогнозирования состояния окружающей среды на локальном, национальном, региональном и глобальном уровнях (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Система наземного мониторинга окружающей среды  
(по И.П. Герасимову)

Ступени мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели
1	2	3
Локальный (санитарно-гигиенический, биоэкологический)	Приземный слой воздуха	ПДК токсических веществ
	Поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые стоки и различные выбросы	Физические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.)
	Радиоактивные излучения	Предельная степень радиоизлучения

Окончание табл. 4

1	2	3
Региональный (геосистемный, природно- хозяйственный)	Исчезающие виды животных растений	Популяционное состояние видов
	Природные экосистемы	Их структура и нарушения
	Агроэкосистемы	Урожайность с/х культур
	Лесные экосистемы	Продуктивность насаждений
Глобальный (биосферный, фоновый)	Атмосфера	Радиационный баланс, тепловой перегрев, состав и запыление
	Гидросфера	Загрязнение рек и водоемов; водные бассейны, круговорот воды на континентах
	Растительный и почвенный покровы, животные и население	Глобальные характеристики состояния почв, растительного покрова и животных. Глобальный круговорот и баланс CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> и др. веществ

Международное сотрудничество в вопросах мониторинга окружающей среды осуществляет программа ООН ЮНЕП. Определением изменений в общем экологическом балансе занимается международный центр глобальной системы мониторинга ОС (ГСМОС). Он координирует мероприятия по мониторингу климата, воздуха, почвы, ресурсов, биосферы, радиации и т.д.

Мониторингом окружающей среды называют регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить их состояние и процессы, происходящие в них под влиянием антропогенной деятельности.

Под экологическим мониторингом следует понимать организованный мониторинг окружающей среды, при котором, во-первых, обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т.д.), а также оценка состояния и функциональной ценности экосистемы; во-вторых, создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

**В систему мониторинга должны входить следующие основные процедуры:**

- выделение (определение) объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление информационной модели для объекта наблюдения; планирование наблюдений;
- оценка состояния объекта наблюдения и идентификация его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения; представления информации удобной для использования форме и доведение ее до потребителя.

**Основные задачи экологического мониторинга:**

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за фактором антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

– при разработке проекта экологического мониторинга необходима следующая информация:

- источник поступления загрязняющих веществ в окружающую среду;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу промышленными, энергетическими, транспортными и другими объектами; сбросы сточных вод в водные объекты; поверхностные смывы загрязняющих и биогенных веществ в поверхностные воды суши и моря; внесение на земную поверхность и / или в почвенный слой загрязняющих и биогенных веществ вместе с удобрениями и ядохимикатами при сельскохозяйственной деятельности; места захоронения и складирования промышленных коммунальных отходов; техногенные аварии, приводящие к выбросу в атмосферу опасных веществ и / или разливу жидких загрязняющих и опасных веществ и т. д.;

– переносы загрязняющих веществ – процессы атмосферного переноса; процессы переноса и миграции в водной среде;

– процессы ландшафтно-геохимического распределения загрязняющих веществ – миграция загрязняющих веществ по почвенному профилю до уровня грунтовых вод; миграция загрязняющих веществ по ландшафтно-геохимическому сопряжению с учетом геохимических барьеров и биохимических круговоротов. Наблюдение за этими процессами целесообразно проводить периодически на специально выделенной системе пунктов: контрольные водосборы – катены – площадки – створы;

Данные о состоянии антропогенных источников эмиссии – мощность источника эмиссии и месторасположение его, гидродинамические условия поступления эмиссии в окружающую среду.

Мониторинг загрязнения природной среды базируется на сети пунктов режимных наблюдений. По состоянию на 1997 год ее показатели характеризовались следующими данными:

наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха проводились в 334 городах Российской Федерации, из них регулярно – на стационарных постах в 255 городах и поселках, в большинстве из которых измерялись концентрации от 5 до 25 ингредиентов. Общий объем определений содержания вредных веществ в атмосферном воздухе городов и населенных пунктов за год составил 4 млн. проб.

Степень загрязнения почв оценивались по результатам более 30–50 тыс. определений и проб, отбираемых в отдельные годы в 300–500 хозяйствах.

Загрязнение поверхностных вод суши контролировались по всем основным водотокам и водоемам. Так, за 1997 год отобрано и проанализировано почти 40 тыс. проб воды, выполнено около 950 тыс. определений по 158 гидрохимическим показателям. Гидробиологическими наблюдениями было охвачено 218 водных объектов.

Наблюдение за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводят 623 морские станции.

Сеть станций наблюдения транспортного переноса загрязняющих веществ ориентирована на западную границу Российской Федерации. На трех станциях наблюдения проводится отбор проб на атмосферный аэрозоль, диоксиды серы и азота, а также отбор проб атмосферных осадков.

Насчитывалось около 40 постов наблюдения системы комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния лесной растительности.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории Российской Федерации осуществлялась на 645 метеостанциях, охватывая площадь 117 млн. км<sup>2</sup>. В пробах определялись ионы сульфата, нитрата, аммония, значения рН, а также бенз(а)пирен и тяжелые металлы.

Сеть системы глобального атмосферного фоновый мониторинга (БАМПОН) состоит из станций трех типов: базовых, региональных и региональных с расширенной программой.

На территории России шесть станций комплексного фоновый мониторинга (СКФМ) расположены в биосферных заповедниках. Создана система мониторинга важнейших компонентов атмосферы:

озона, диоксида углерода, оптической плотности аэрозоля, химического состава осадков, атмосферно-электрических характеристик. Наблюдения за этими компонентами входят в обязательную программу исследований в рамках глобальной службы атмосферы (ГСА) БАМПОН, а входящие в них станции являются частью глобальных международных наблюдательных сетей.

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории РФ ведутся ежедневно. Более чем на 1300 метеостанциях измеряются уровни радиации на местности, в 300 пунктах – уровни радиации выпадений (в 50 из них – концентрации). Кроме того, проводятся интенсивные работы по обследованию территорий, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС, в том числе подворные обследования в населенных пунктах на территории с плотностью загрязнения более 5 Ки/км.

Низшим иерархическим уровнем является уровень *детального (импактного) мониторинга* реализуемого в пределах небольших территорий (участков) и т.д. Основная задача импактного мониторинга – накапливать и анализировать детальную информацию о конкретных источниках загрязнения и их воздействии на окружающую среду. Однако в настоящее время сведения о деятельности предприятий и о состоянии среды в зоне их воздействия по большей части представляются в усредненном виде (в виде форм государственной статистической отчетности) и основаны на заявлениях самих предприятий. Предприятия в большинстве случаев проводят регулярные измерения только в источниках воздействия; наблюдения контролирующих органов за состоянием локальной окружающей среды немногочисленны и дополнительно проводятся в основном в случае экологических нарушений с заметными последствиями (например, массовая гибель рыбы, жалобы жителей на резкий запах и плохое самочувствие и т.п.) Большая часть доступных материалов отражает характер рассеяния загрязняющих веществ в воздухе и в воде, установленный с помощью модельных расчетов, и результаты замеров (ежеквартальных – по воде, ежегодных или более редких – по воздуху). Состояние окружающей среды достаточно полно описывается лишь в крупных городах и промышленных зонах.

При объединении систем детального мониторинга в более крупную сеть (например, в пределах района и т.п.) образуется система мониторинга локального уровня. *Локальный мониторинг* предназначен обеспечить оценку изменений системы на большей площади: территории города, района.

Локальные системы могут объединяться в еще более крупные –

системы *регионального мониторинга*, охватывающие территории регионов в пределах края или области, или в пределах нескольких из них, т.е. предметом регионального мониторинга является состояние окружающей среды в пределах того или иного региона.

Региональный уровень ЕГСЭМ формируется субъектами Российской Федерации для решения задач экологического мониторинга, носящих региональный характер. При этом определяются подсистемы ЕГСЭМ, участвующие в формировании региональной системы. Целесообразность создания регионального уровня ЕГСЭМ определяется:

—необходимостью оценки состояния природных объектов, анализа природных процессов и экологически неблагоприятных явлений, когда их границы не совпадают с границами субъектов РФ;

—сложившейся структурой территориальных органов ряда ведомств;

—целесообразностью создания мощных региональных функциональных органов, способных обслуживать ряд субъектов РФ.

Системы регионального мониторинга могут объединяться в пределах одного государства в единую национальную (или государственную) сеть мониторинга, образуя, таким образом, *национальный уровень* системы мониторинга. Примером такой системы являлась «Единая государственная система экологического мониторинга Российской Федерации» (ЕГСЭМ) и ее территориальные подсистемы. Федеральный уровень ЕГСЭМ образован центральными органами федеральной исполнительной власти, подведомственными им научными и производственными организациями, осуществляющими функции информационно-аналитических центров ЕГСЭМ. На федеральном уровне на ЕГСЭМ возложены функции:

—интеграции экологической информации, получаемой на уровне субъектов РФ и на федеральном уровне ведомственных систем;

—информационной поддержки процедур подготовки и принятия решений в области охраны окружающей среды и экологической безопасности, осуществляемых федеральными органами исполнительной и представительной власти;

—информирования населения и общественности России об основных показателях, характеризующих экологическую обстановку на территории страны, и крупномасштабных тенденциях ее изменения;

—обеспечения требуемого качества данных, получаемых на всех уровнях ЕГСЭМ;

—обеспечения функционирования специальных систем мониторинга, не имеющих территориального и регионального уровней;



—обеспечения участия РФ в международных, в том числе глобальных, системах экологического мониторинга.

ЕГСЭМ была упразднена в 2002г.

Помимо совокупности функциональных и специальных подсистем мониторинга, для полноты оценки состояния окружающей среды в рамках ЕГСЭМ на федеральном уровне обеспечивается функционирование некоторых других подсистем мониторинга, как правило, не имеющих территориального уровня. К ним, в частности, относятся подсистемы мониторинга:

—дальнего (трансграничного) переноса загрязняющих воздух веществ;

—комплексного фонового — на территории биосферных заповедников;

—озонового слоя;

—гелиогеофизической, в частности ионосферно-магнитной, обстановки.

В рамках экологической программы ООН поставлена задача объединения национальных систем мониторинга в единую межгосударственную сеть - «Глобальную систему мониторинга окружающей среды» (ГСМОС). Это высший *глобальный уровень* организации системы экологического мониторинга. Ее назначение – осуществление мониторинга за изменениями в окружающей среде на Земле и ее ресурсами в целом, в глобальном масштабе. Глобальный мониторинг – это система слежения за состоянием и прогнозирование возможных изменений общемировых процессов и явлений, включая антропогенные воздействия на биосферу Земли в целом. Пока создание такой системы в полном объеме, действующей под эгидой ООН, является задачей будущего, так как многие государства не имеют пока собственных национальных систем. Глобальная система мониторинга окружающей среды и ресурсов призвана решать общечеловеческие экологические проблемы в рамках всей Земли, такие как глобальное потепление климата, проблема сохранения озонового слоя, прогноз землетрясений, сохранение лесов, глобальное опустынивание и эрозия почв, наводнения, запасы пищевых и энергетических ресурсов и др. Примером такой системы является глобальная наблюдательная сеть сейсмомониторинга Земли, действующая в рамках Международной программы контроля за очагами землетрясений (рис. 3).



Рис. 3. Государственная система экологического мониторинга

Система мониторинга включает несколько групп наблюдений.

Первая группа наблюдений определяет источники и факторы воздействия на окружающую природную среду. Наблюдение за естественными явлениями (вулканизмом, спонтанным выходом нефти, газа, лесными пожарами и т.д.) и антропогенными выбросами.

Вторая группа наблюдений связана с самим состоянием окружающей, т.е. с наблюдениями за природными объектами, ресурсами, ландшафтами, народонаселением, урбанизацией, круговоротом веществ, физическим и химическим состоянием окружающей природной среды, источниками и путями антропогенного загрязнения биосферы.

Третья группа наблюдений связана с реакцией поведения крупных систем (погоды, климата, биосферы в целом).

Средствами мониторинга являются физические, химические, биологические, авиационные и космические методы исследований.

В рамках современных представлений общий мониторинг должен состоять из трех основных ступеней.

Биологический мониторинг, представляющий собой обоснование

связи между изменением окружающей природной среды и состоянием здоровья человека, учет канцерогенных и мутагенных факторов, влияющих на изменение состояния окружающей среды и ее составляющих. При этом генетический мониторинг представляет собой непрерывный процесс слежения за генетическими изменениями в живых организмах. На уровне глобальных и локальных загрязнений биосферы выделяется интегральный мониторинг роста врожденных дефектов в популяции человека. В настоящее время возникает необходимость создания глобальной генетической службы слежения за динамикой генетических изменений человека. Она должна дополняться мониторингом генофондов других животных. Службе генетического мониторинга подлежит реагировать на число мутаций, темпы их роста и т.д.

Геоэкологический (природно-хозяйственный) мониторинг обеспечивает наблюдение за природными экосистемами, агробиотой, индустриальными экосистемами. В этом случае применяют геофизические, геобиохимические, биологические методы (определение качественной способности среды к самоочищению, энергетического, вещественного баланса, биопродуктивности экосистем и различные ПДК). Этот контроль обеспечивает сеть контрольных пунктов наблюдений и полигонов. Первая группа полигонов представляет собой объект наблюдений трофических цепей и их нарушения, а также ПДК и БПЭ. Ко второй группе полигонов относится изучение ресурсов экосистем. К третьей группе относятся полигоны по изучению действительности систем и методов управления процессами использования природных условий и ресурсов.

Биосферный мониторинг представляет собой отслеживание изменений в биосфере, вызванных антропогенным воздействием. В России программа фоновое экологического мониторинга реализуется в Центрально-Черноземном, Приокско-Терском, Сихотэ-Алиньском заповедниках и на кораблях Госкомгидромета.

## **1.6. Правовые основы мониторинга земель в российском законодательстве**

В статье 42 Конституции РФ закреплено право каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Основные положения о Государственном мониторинге земель, его задачи определены в статье 67 Земельного кодекса РФ. Конституционное право на досто-

верную информацию о состоянии окружающей природной среды производно от конституционного права на получение и распространение информации, закрепленного в ст. 29 Конституции: каждый имеет право свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом. Право граждан на достоверную информацию о состоянии окружающей среды закреплено в настоящий момент не только в ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации» (ст. 12-14), но и в таких законах как: ФЗ «Об охране окружающей среды» (ст. 11), Основах законодательства РФ об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. (ст. 19), ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» от 30 марта 1999 г. (ст. 8), ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. (ст. 18). Реализация конституционного права на достоверную информацию о состоянии окружающей природной среды, закрепленного в ст. 42 Конституции РФ обеспечивается также нормой, закрепленной в ст. 18 Конституции РФ, которая гласит о том, что права и свободы человека и гражданина являются непосредственно действующими. Они определяют смысл, содержание и применение законов, деятельность законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления и обеспечиваются правосудием. Данный конституционный принцип означает, что указанные права и свободы реально принадлежат человеку и гражданину независимо от того, конкретизированы они в текущем законодательстве и иных нормативных правовых актах или нет, и он может защищать их всеми способами, не запрещенными законом.

Мониторинг земель имеет статус государственного мероприятия в соответствии со статьей 67 Земельного кодекса Российской Федерации и постановлением № 846 от 28.11. 2002 г «Об осуществлении государственного мониторинга земель».

В Земельном кодексе РФ приводятся ключевые моменты ведения мониторинга на территории РФ. В ст. 67 сказано, что государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга и представляет собой систему наблюдений за состоянием земель РФ (съемки, обследования, изыскания).

Понятие, содержание, структура и порядок проведения мониторинга устанавливаются федеральными законами и законами субъектов РФ. Государственный экологический мониторинг проводится посредством создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государствен-

ного мониторинга окружающей среды), а также создания и эксплуатации уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти государственного фонда данных.

В соответствии с Положением о мониторинге земель, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 28.11.2002 N 846, мониторинг земель включает непрерывное наблюдение за использованием земель в соответствии с категориями и целевым назначением земель, указанных в ст.7 и 8 Земельного кодекса РФ.

В соответствии с п. 4 «Положения об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды» на Министерство природных ресурсов и экологии РФ возложено обеспечение с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов РФ совместимости информационных систем и баз данных о состоянии окружающей среды, а также создание условий для формирования и защиты государственных информационных ресурсов в этой сфере.

Согласно действующему Положению о Министерстве природных ресурсов и экологии РФ, оно является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере изучения, использования, воспроизводства, охраны природных ресурсов.

Согласно п. 7 «Положения о мониторинге земель» получение информации при осуществлении мониторинга может производиться не только с использованием наземных съемок, наблюдений и обследований (сплошных и выборочных), сети постоянно действующих полигонов, эталонных стационарных и иных участков, межевых знаков и т.п. и соответствующих фондов данных, но и посредством дистанционного зондирования (съемки и наблюдения с космических аппаратов, самолетов, с помощью средств малой авиации и других летательных аппаратов).

В п. 10 «Положения о мониторинге земель» закреплено, что данные, полученные в ходе проведения мониторинга, систематизируются и передаются на хранение в государственный фонд данных, полученных в результате проведения землеустройства.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 177 «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)» от 31 марта 2003 г. экологический мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, земель, лесов, водных объектов, объектов животного мира, уникальной экологической системы озера Байкал,

континентального шельфа Российской Федерации, состояния недр, исключительной экономической зоны РФ, внутренних морских вод и территориального моря РФ.

Постановлением Правительства РФ № 30 от 19 января 2005 г. утвержден Типовой регламент взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, в соответствии с которым при осуществлении своих полномочий федеральные органы исполнительной власти непосредственно взаимодействуют с другими органами государственной власти и органами местного самоуправления, если иной порядок не установлен федеральными законами, актами Президента РФ и Правительства.

В Указе Президента РФ от 04.02.94 № 236 «О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» говорится о том, что основные положения государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития являются основой для конструктивного взаимодействия органов государственной власти РФ и ее субъектов, органов местного самоуправления, предпринимателей и общественных объединений по обеспечению комплексного решения проблем сбалансированного развития экономики и улучшения состояния окружающей среды.

Осуществление государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития предусматривает реализацию закрепленного в Конституции РФ права граждан на благоприятную окружающую среду, прав будущих поколений на пользование природно-ресурсным потенциалом в целях поддержания устойчивого развития, а также решение текущих социально-экономических задач в неразрывной связи с осуществлением адекватных мер по защите и улучшению окружающей среды, сбережению и восстановлению природных ресурсов.

Одним из приоритетных направлений природоохранной политики является совершенствование действующих и развитие новых принципов и методов оценки состояния природных объектов и экологического нормирования всех видов антропогенной нагрузки. В основе экологического нормирования лежат нормативы предельно допустимых вредных воздействий на природные объекты от всех видов источников загрязнения с учетом их взаимовлияния. Для эффективного решения этой задачи необходимо создание геоинформационной среды мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки, которая позволит реализовать комплексный подход по оценке и ранжированию всех источников загрязнения, выявлению

наиболее опасных загрязнителей, выработке рекомендаций по поддержке принятия управляющих решений с целью организации рационального природопользования. В связи с этим было утверждено постановление Правительства РФ от 23.11.1996 № 1404 «Об утверждении Положения о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах». В нем говорится о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах.

Государственная экологическая экспертиза проводится с целью контроля и выявления этих изменений. Правительством РФ было утверждено Постановление Правительства РФ от 22.09.1993 № 942 «Об утверждении Положения о государственной экологической экспертизе» (изм. от 11.06.1996 г.). Государственная экологическая экспертиза проводится с целью проверки соответствия хозяйственной и иной деятельности требованиям экологической безопасности общества. Государственная экологическая экспертиза осуществляется на принципах обязательности ее проведения, научной обоснованности и законности ее выводов, независимости, невведомственности в организации и проведении, широкой гласности и участия общественности.

Государственный экологический мониторинг подкреплен не только законами РФ и Постановлениями Правительства, но также и международными конвенциями.

Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов, Вашингтон, Лондон, Мехико, Москва, от 29.12.1972 № 2594, ратиф. 15.12.1975 (СССР).

Так же была подписана Конвенция о запрещении военного или иного враждебного использования средств воздействия на природную среду, Женева, 18.05.1977 № 2692, ратиф. 16.05.1978 (През. Верх. Сов. СССР).

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Женева, от 13.11.1979 № 4005, ратиф. 29.04.1980.

В Венской конвенция об охране озонового слоя, Вена, 1985, ратиф. 18.06.1986.

Согласно протоколу о сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков по крайней мере на 30 процентов к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Хельсинки, 1985, ратиф. 10.09.1986.

Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, Монреаль, 16.09.1987, ратиф. 10.11.1988, введен в действие с 01.01.1989.

Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте ООН. Экономический и Социальный

Совет. Европейская экономическая комиссия. Финляндия. 25.02. - 01.03.1991.

Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, Хельсинки, 17.03.1992, ратиф. 18.03.1992, введена в действие Постановлением Правительства РФ от 13.04.1993 № 331.

Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий, Хельсинки, 17.03.1992, ратиф. 18.03.1992, введена в действие с 04.11.1993 решением Правительства РФ от 04.11.1993 № 1118.

Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Базель, 22.03.1989, ратиф. 25.11.1994, введена в действие с 01.05.1995.



## 2. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

В зависимости от точности результатов, которые необходимо получить при проведении мониторинга по тому или иному компоненту, явлению, процессу, от среды, в которой проходят исследования, доступных финансовых и других средств, используют различные методы мониторинга.

Эффективность любого метода оценивается совокупностью показателей: селективностью и чувствительностью определения, воспроизводимостью получаемых результатов, экспрессностью выполнения анализа. Методы должны быть применимы в широком диапазоне концентраций загрязняющих веществ, включая их следовые количества в незагрязненных объектах фоновых районов.

В системе мониторинга проводят наблюдения с использованием контактных и дистанционных методов. Контактные наблюдения подразумевают непосредственный контакт с изучаемым объектом окружающей среды: взятие пробы оператором, ее подачу на пробоподготовку или в измерительный прибор либо перемещение измерительного прибора в изучаемой среде (не требуется взятие пробы оператором). Дистанционные наблюдения подразумевают наблюдения за удаленными от места проведения измерений объектами.

### 2.1. Контактные методы наблюдений

В настоящее время определение содержания загрязняющих веществ в объектах окружающей среды осуществляется различными методами, которые можно разделить на три большие группы: электрохимические, оптические и хроматографические.

Электрохимические методы включают в основном кондуктометрию, кулонометрию, полярографию.

*Кондуктометрический метод* анализа основан на регистрации изменений электропроводности раствора, возникающих в результате поглощения газовой смеси. Этот метод не требует применения сложной аппаратуры, приборы обладают высокой чувствительностью, быстродействием и компактностью. Недостатком метода является его неселективность: все растворяющиеся в реактиве с образованием ионов газы сильно влияют на электропроводность электролита. Кондуктометрические анализаторы используют, например, в мониторинге атмосферного воздуха.

*Кулонометрический метод* состоит в непрерывном автоматическом

титровании вещества реагентом, электрохимически генерируемым на одном из электродов в реакционной среде. Количество электричества, затраченного на генерацию титрующего агента, служит мерой содержания определяемого вещества в реакционной среде. Количество электричества определяется как произведение измеряемого тока на время генерации до точки эквивалентности.

Кулонометрический метод анализа обладает высокой чувствительностью и широким динамическим диапазоном. К недостаткам кулонометрических приборов можно отнести низкую селективность и необходимость периодической смены электролита. Примером таких приборов являются газоанализаторы ГКП-1 и «Атмосфера-1», служащие для определения  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{Cl}_2$  на уровне ПДК и ниже.

*Полярографический метод* основан на восстановлении анализируемого соединения на ртутном электроде; его применяют, как правило, при анализе следовых количеств веществ. Полярографы ППТ-1, ПУ-1, ПЛ-2, ПА-3, ПО-5122 используют для определения концентраций органических и неорганических соединений с минимальным содержанием в пробе от 0,05 до 1 мкг/мл.

**Оптические методы** анализа включают в себя абсорбционные и эмиссионные методы.

*Абсорбционные методы* основаны на способности веществ избирательно поглощать лучистую энергию Солнца в характерных участках спектрального диапазона и, в свою очередь, подразделяются на недисперсионные и дисперсионные. Недисперсионные методы основаны на выделении нужной спектральной области без разложения излучения в спектр, а дисперсионные — на выделении нужной спектральной области путем разложения излучения в спектр.

*Фотоколориметрический метод* основан на измерении интенсивности окраски цветных соединений, образующихся при взаимодействии определяемого компонента со вспомогательным реагентом. Метод обладает высокой чувствительностью и хорошей селективностью, к его недостаткам можно отнести невысокую точность и большую погрешность измерения.

Фотоколориметры марок ФЭК-М, ФЭК-Н-5, ФК-110 и другие используют для определения содержания в растворах органических и неорганических соединений. Чувствительность определения зависит от природы вещества и составляет от 0,04 до 20 мкг/мл пробы.

*Спектрофотометрические методы* основаны на тех же принципах, что и фотоколориметрические, но в спектрофотометрах используют поглощение монохроматического света. Для анализа жидких сред применяют спектрофотометры марок СФ-4, СФД-2, СФ-2М, СФ9,

СФ-10, СФ-14, СФ-19, С-605 и др. Чувствительность определения органических и неорганических соединений находится на уровне 0,08-20 мкг/мл пробы.

Для определения количества веществ, находящихся в растворах во взвешенном состоянии, используют *турбидиметрический метод*, основанный на измерении интенсивности света, прошедшего через контролируемый раствор пробы. Если измеряется не прошедший через суспензию свет, а рассеянный, то такой метод анализа называют *нефелометрическим*. Он особенно чувствителен при анализе сильно разбавленных суспензий.

Еще одним абсорбционным аналитическим методом является *оптико-акустический* — весьма перспективный метод определения многочисленных органических загрязняющих веществ, поскольку они способны поглощать ИК-излучение, моделированное звуковой частотой. В результате такого поглощения молекулы органических загрязнителей начинают испускать звук на частоте модуляции; механизм испускания состоит в том, что газ в рабочей кювете разогревается под действием инфракрасного излучения и его давление начинает колебаться с частотой модуляции (звука). Измеряя интенсивность этого звука, удается измерить и концентрацию вещества, поглотившего ИК-излучение. Зная частоту последнего, можно установить тип вещества. Оптико-акустический метод используют в газоанализаторах ГИАМ-1, ИКРП-450У. Таким методом определяют содержание в пробах органических веществ. Он характеризуется высокой избирательностью и чувствительностью для сильно флуоресцирующих веществ и может быть использован в качестве метода дистанционных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.

**Эмиссионные методы** основаны на измерении интенсивности излучения анализируемой газовой смеси. Исследуемые молекулы приводят в состояние оптического возбуждения, а затем регистрируют интенсивность люминесценции или флуоресценции — испускания возбужденными молекулами квантов света при возвращении в основное состояние.

При *люминесценции* возбуждение осуществляют при нормальной температуре в результате химических реакций (хемилюминесценция), протекания электрического тока (электролюминесценция) или поглощения световой энергии (*флуоресценция*). Последний метод характеризуется высокой избирательностью и чувствительностью для сильно флуоресцирующих веществ и может быть использован в качестве метода дистанционных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.

**Хроматографические методы** относят к гибридным, или комбинированным, так как они основаны на комбинировании как минимум двух разнородных принципов: предварительного разделения смеси веществ и последующего детектирования каждого из веществ по очереди. Чем четче производится разделение компонентов смеси, тем более мягкие требования предъявляют к селективности детектора. Все известные детекторы делят на универсальные (абсолютно неселективные) и селективные, причем степень селективности может быть разной.

*Масс-спектрометрический метод* заключается в ионизации газообразной пробы электронной бомбардировкой, после чего образующиеся ионы подвергаются воздействию магнитного поля. В зависимости от массы и заряда ионы в поле отклоняются с различной скоростью и соответствующим образом разделяются. Достоинствами метода являются малый объем пробы и высокая избирательность. К недостаткам можно отнести дороговизну. Метод применяют для определения диоксинов, полихлорированных бифенилов и др.

*Газохроматографический метод* основан на селективном разделении соединений между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна (жидкость, твердое тело), а другая подвижна (инертный газ-носитель). Метод позволяет определять ничтожно малые количества веществ, не обладающих специфическими реакциями, анализировать смеси из десятков и сотен компонентов с близкими свойствами. Для проведения анализа используют хроматографы ЛМ-8МД5, J1ХМ-80, «Газохром-1109», «Газохром-3101», «Цвет» (модели 101–110), «Сигма-1» и др. Недостатком метода является то, что для придания летучести примесям необходимо использовать повышенные (до 350 °С) температуры.

Когда летучесть веществ мала, а полярность велика, применяют методы *жидкостной* и *высокоэффективной жидкостной хроматографии*, которую можно использовать даже для разделения неорганических веществ и веществ с крайне низким парциальным давлением собственных паров. В отличие от газовой хроматографии анализ проводят при комнатной температуре.

## 2.2. Дистанционные методы

Как известно, первые автоматические системы слежения за параметрами внешней среды были созданы в военных и космических программах. В 50-е гг. в системе ПВО США уже использовали семь эшелонов плавающих в Тихом океане автоматических буев, но самая

впечатляющая автоматическая система по контролю качества окружающей среды была, несомненно, реализована в «Луноходе». Одним из основных источников данных для экологического мониторинга являются материалы дистанционного зондирования (ДЗ). Они объединяют все типы данных, получаемых с носителей:

- космические (пилотируемые орбитальные станции, корабли многооразового использования, автономные спутниковые съемочные системы и т. п.);

- авиационного базирования (самолеты, вертолеты и микроавиационные радиоуправляемые аппараты) и составляют значительную часть дистанционных данных как антонима контактных (прежде всего наземных) видов съемок, способов получения данных измерительными системами в условиях физического контакта с объектом съемки;

- к неконтактным (дистанционным) методам съемки, помимо аэрокосмических, относятся разнообразные методы морского (наводного) и наземного базирования, включая, например, фототеодолитную съемку, сейсмо, электромагниторазведку и иные методы геофизического зондирования недр, гидроакустические съемки рельефа морского дна с помощью гидролокаторов бокового обзора, иные способы, основанные на регистрации собственного или отраженного сигнала волновой природы.

Дистанционные методы наблюдений основаны на взаимодействии излучения с веществом. Если источник излучения естественный (Солнце, Луна, звезды), то измерения называются *пассивными*. В этом случае нет возможности воздействовать на изучаемый объект с помощью обратной связи. Пассивные дистанционные измерения незаменимы на основных трассах (определение  $O_3$  с помощью озонметров, определение  $N_2O$ ). Возможно также их применение при измерениях в надир (вертикально вниз с летящих спутников, самолетов, аэростатов) или лимбовых измерениях, когда атмосфера просматривается в лучах заходящего солнца на трассе, направленной под углом к горизонту.

Пассивные дистанционные методы (например, с использованием спутников) применяют в глобальном и региональном мониторинге. В Российской Федерации это метод многозональной видеоинформации (фотографирование со спутников в различных диапазонах спектра), в США — многоспектральные сканирующие системы MSS. Самый маленький хорошо просматриваемый объект на поверхности Земли при использовании этих систем имеет размер 57 x 79 м.

*Активные дистанционные методы* подразумевают использование искусственных источников излучения, например лазеров. Возможности этих методов шире за счет возможности изменения параметров

источников излучения (интенсивности и частоты), что помогает решать большее число задач, чем в пассивном мониторинге, однако длина трассы измерений в активном варианте намного меньше, так как интенсивность излучения от искусственных источников ослабляется с расстоянием экспоненциально.

Дистанционные методы наблюдений позволяют отслеживать состояние земной поверхности, водоемов и водотоков, а также контролировать загрязнение атмосферы такими веществами, как CO, CH<sub>4</sub>, оксиды азота и т. д.

#### Аэрокосмические

Аэрокосмические (дистанционные) методы экологического мониторинга включают систему наблюдения при помощи самолетных, аэростатных средств, спутников и спутниковых систем, а также систему обработки данных дистанционного зондирования. Для космического экологического мониторинга целесообразно ориентироваться прежде всего на полярно-орбитальные метеорологические спутники, как на отечественные аппараты (спутники типа «Метеор», «Океан» и «Ресурс»), так и на американские спутники серий NOAA, Landsat и SPOT. Остановимся на кратких характеристиках указанных спутников. Американские метеорологические спутники серии NOAA снабжены многозональной оптической и ИК аппаратурой, а именно радиометром высокого разрешения AVHRR. Космические аппараты NOAA запускаются на полярные орбиты высотой порядка 700 км над поверхностью Земли с наклоном 98,89 градусов. Радиометр высокого разрешения ведет съемки поверхности Земли в пяти спектральных диапазонах. Космические съемки проводятся с пространственным разрешением 1100 м и обеспечивают полосу обзора шириной 2700 км. Российские спутники серии «Ресурс» принадлежат Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Росгидромет). Они обеспечивают получение многозональной космической информации высокого и среднего разрешения с помощью двух сканеров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Космическая гидрометеорологическая система «Метеор», также принадлежащая Росгидромету, обеспечивает глобальный экологический мониторинг территории России. Параметры орбиты спутника «Метеор»: приполярная круговая орбита высотой около 1200 км. Комплекс научной аппаратуры позволяет оперативно 2 раза в сутки получать изображения облачности и подстилающей поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах, данные о температуре и влажности воздуха, температуре морской поверхности и облаков. Осуществляются также мониторинг озоносферы и геофизический

мониторинг. В состав бортового комплекса спутника входят несколько сканирующих ИК-радиометров и сканирующая ТВ-аппаратура с системой запоминания данных на борту для глобального обзора и передачи данных на АППИ. Российская космическая система «Океан» обеспечивает получение радиолокационных, микроволновых и оптических изображений земной поверхности в интересах морского судоходства, рыболовства и освоения шельфовых зон Мирового океана. Одной из основных задач спутника является освещение ледовой обстановки в Арктике и Антарктике, обеспечение проводки судов в сложных ледовых условиях. Параметры орбиты спутника: приполярная круговая орбита высотой 600–650 км. Поток информации в условиях облачности и в любое время суток обеспечивается радиолокатором РЛС БО и системой сбора информации от автономных морских и ледовых станций «Кондор». В состав комплекса бортовой аппаратуры спутника «Океан-01» входят СВЧ-радиометры Р-600 и Р-255, сканирующий СВЧ-радиометр Дельта-2, трассовый поляризационный спектрометрический радиометр «Трассер», а также комплекс оптической сканирующей аппаратуры.

Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния окружающей среды:

1. Определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности и т. д.);

2. Контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;

3. Определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;

4. Обнаружения крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;

5. Контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;

6. Обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;

7. Выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;

8. Регистрация дымных шлейфов от труб;

9. Мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;

10. Обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;

11. Контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

Основной полезный груз спутника — панхроматическая оптико-

электронная система, позволяющая получать изображения с пространственным разрешением 1 м. Спутник может производить высокодетальную съемку одного и того же участка местности каждые три дня, получать несколько снимков одного и того же сюжета на одном витке. Приведём ряд распределения спектральных каналов и области применения этих каналов:

**1 канал (голубой):**

- наиболее чувствителен к атмосферным газам, и, следовательно, изображение может быть мало контрастным;
- имеет наибольшую водопроницаемость (длинные волны больше поглощаются), то есть оптимален для выявления подводной растительности, факелов выбросов, мутности воды и водных осадков;
- полезен для выявления дымовых факелов (так как короткие волны легче рассеиваются маленькими частицами);
- хорошо отличает облака от снега и горных пород, а также голые почвы от участков с растительностью.

**2 канал (зеленый):**

- чувствителен к различиям в мутности воды, осадочным шлейфам и факелам выбросов;
- охватывает пик отражательной способности поверхностей листьев, может быть полезен для различения обширных классов растительности;
- также полезен для выявления подводной растительности.

**3 канал (красный):**

- чувствителен в зоне сильного поглощения хлорофилла, то есть хорошо распознает почвы и растительность;
- чувствителен в зоне высокой отражательной способности для большинства почв;
- полезен для оконтуривания снежного покрова.

**4 канал (ближний инфракрасный):**

- различает растительное многообразие;
- может быть использован для оконтуривания водных объектов и разделения сухих и влажных почв, так как вода сильно поглощает ближние инфракрасные волны.

**5 канал (средний или коротковолновый инфракрасный):**

- чувствителен к изменению содержания воды в тканях листьев (набухаемости);
- чувствителен к варьированию влаги в растительности и почвах (отражательная способность уменьшается при возрастании содержания воды);



- полезен для определения энергии растений и отделения суккулентов от древесной растительности;
- особенно чувствителен к наличию/отсутствию трехвалентного железа в горных породах (отражательная способность возрастает при увеличении количества трехвалентного железа);
- отличает лед и снег (светлый тон) от облаков (темный тон).

#### **6 канал (длинноволновый инфракрасный или тепловой):**

- датчики предназначены для измерения температуры излучающей поверхности от 100°С до 150°С;
- подходит для дневного и ночного использования;
- применение тепловой съемки: анализ влажности почв, типов горных пород, выявление теплового загрязнения воды, бытового скопления тепла, источников городского производства тепла, инвентаризация живой природы, выявление геотермальных зон.

#### **7 канал (средний, или коротковолновый инфракрасный):**

- совпадает с полосой поглощения излучения гидроминералами (глинистые сланцы, некоторые оксиды и сульфаты), благодаря чему они выглядят темными;
- полезен для литологической съемки;
- как и 5-й канал, чувствителен к варьированию влаги в растительности и почвах.

#### **8 канал (панхроматический — 4,3,2):**

- наиболее типичная комбинация каналов, используемая в дистанционном зондировании для анализа растительности, зерновых культур, землепользования и водно-болотных угодий (wetlands).

## **2.3 Компьютерные методы обработки спутниковых данных**

Целью обработки данных дистанционного зондирования (ДЗ) является получение снимков или изображений с требуемыми радиометрическими и геометрическими характеристиками. Рассмотрим основные этапы обработки данных. В общем случае обработка данных дистанционного зондирования включает три этапа:

1. предварительная обработка — прием спутниковых данных, запись их на магнитный носитель, декодировка и корректировка, преобразование данных непосредственно в изображение или космический снимок или в форматы, удобные для последующих видов обработки;

2. первичная обработка — исправление искажений, вызванных нестабильностью работы космического аппарата и датчика, а также географическая привязка изображения с наложением на него сетки

координат, изменение масштаба изображения и представление изображения в необходимой географической проекции (геокодирование);

3. вторичная (тематическая) обработка — цифровой анализ с применением статистических методов обработки, визуальное дешифрирование и интерпретация в интерактивном или полностью автоматизированном режиме.

4. Первый и второй этапы обработки в настоящее время могут быть выполнены на борту космического аппарата.

Многозональная съемка ведется многие годы, и исследователи накопили большой объем эмпирических данных. Уже хорошо известно, какие соотношения яркости в различных зонах спектра соответствуют растительности, обнаженной почве, водным поверхностям, урбанизированным территориям и другим распространенным типам ландшафта, существуют библиотеки спектров различных природных образований. Выразив эти соотношения в виде линейных комбинаций различных зон, можно получать так называемые индексы. Так как многие современные системы дистанционного зондирования Земли осуществляют съемку в видимой красной и ближней инфракрасной частях спектра, то распространенным методом является вычисление нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Нормализованный вегетационный индекс показывает наличие и состояние растительности по соотношению отраженных энергий в 2 спектральных каналах. Вычисляется по следующей формуле:  $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ , где NIR — отражение в ближней инфракрасной области спектра; RED — отражение в красной области спектра. Эта зависимость основана на различных спектральных свойствах хлорофилла в видимом и ближнем ИК диапазонах. Вегетационные индексы можно рассматривать как промежуточный этап при переходе от эмпирических показателей к реальным физическим свойствам растительного покрова. Часто вычисляют универсальные и территориально-привязанные индексы: LAI — индекс листовой поверхности или FPAR — индекс фото-синтетической активной радиации, поглощаемый растительностью и пр. Индекс LAI можно измерить в натуральных условиях. В настоящее время в Интернет ежемесячно публикуются растровые изображения LAI (пространственное разрешение 250 м) на весь мир. Эти данные в сочетании с методами классификации мультиспектральных изображений могут значительно повысить достоверность при обработке изображений в экспертных системах, учитывающих множество различной информации.

Как известно, антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к возникновению масштабных трудноразрешимых

противоречий между интересами развития производства и сохранением природы, поскольку в результате интенсивного использования природных ресурсов происходит разрушение природных систем и интенсивное загрязнение среды. Еще в Стокгольме на Первой Международной конференции ООН по оценке состояния природной среды в 1972 г. было признано, что экологическое состояние природной среды в промышленных странах стало угрожать не только здоровью населения, но и самому существованию человечества. Решение этих проблем, возникающих в связи с катастрофическим ухудшением окружающей природной среды, занимает сейчас центральное место при выработке стратегии экологически устойчивого социально-экономического развития промышленно развитых стран, в том числе и России. В последние годы в круг фундаментальных исследований проблем экологии территории России широко вовлечены космические методы контроля состояния экосистем. Появление глобальной компьютерной сети Интернет и разработка передовых информационных технологий открыли новый этап развития космического экологического мониторинга. Особенностью нового этапа является широкое использование телекоммуникационной инфраструктуры, а также гипертекстовых и интерактивных информационных технологий, которые чрезвычайно перспективны в дистанционном мониторинге состояния окружающей среды. Актуальной является также проблема интегрирования национальных информационных ресурсов по окружающей среде, создание региональных баз данных и расширение электронных коллекций по результатам космического экологического мониторинга. Развитие технологий наблюдения из космоса, создание инфраструктур спутникового экологического мониторинга регионов России наряду с разработкой экологической системы контроля в реальном масштабе времени призваны сыграть ключевую роль в обеспечении безопасности окружающей среды и устойчивого развития экономики России. В связи с этим создаются Центры космического мониторинга (ЦКМ), которые осуществляют оперативный контроль состояния окружающей среды и природных ресурсов (например, Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск), создают многоуровневые информационные системы пространственно-временного мониторинга состояния окружающей среды, включающие технические и программные средства сбора, обработки, анализа и хранения спутниковой информации. Во всем мире исследования Земли из космоса приобретают всеобъемлющий характер. Наиболее информативным методом для решения задач дистанционного исследования поверхности Земли из космоса является использование и тематический анализ изображений,

полученных приборными комплексами различных частотных диапазонов, установленных на космических аппаратах. Целый ряд спутников, оснащенных приборами дистанционного зондирования (радиолокаторами, скаттерометрами, радиометрами и оптической техникой), выведены на орбиту специально для получения разно-сторонней геофизической информации, необходимой для оценки состояния окружающей среды и для природо-ресурсных исследований.

### 3. МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА

#### 3.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов

Организация наблюдений за состоянием и использованием земельного фонда и изучение землепользования является одним из наиболее эффективных способов наблюдения за изменением качества окружающей среды в целом. Выполнение этих работ в течение разных временных периодов позволяет выявить степень влияния человека на землю, используемую в сельском и лесном хозяйстве, промышленности, населенных пунктах, транспорте и т.д.

Для получения объективных результатов о существующем уровне состояния земель необходимо сопоставить их по анализируемым землевладельцам, землепользователям, категориям земель, районам, областям, республике. Анализ структуры использования земельного фонда производится по видам землепользования (собственность, владение, пользование), категориям земель и земельным угодьям с учетом их количественных и качественных показателей (табл. 5-7).

Т а б л и ц а 5

Земельный фонд Российской Федерации (на 01.01.2013)

Категория земель	Площадь	
	тыс. га	%
Земли сельскохозяйственного назначения	386135,8	22,6
Земли населенных пунктов	19886,9	1,2
Земли промышленности и иного специального назначения	16898,9	1,0
Земли водного фонда	28044,5	1,6
Земли лесного фонда	1121928,1	65,6
Земли особо охраняемых территорий и объектов	46065,8	2,7
Земли запаса	90864,6	5,3

Т а б л и ц а 6

Структура сельскохозяйственных угодий Российской Федерации  
(на 01.01.2013)

Категория земель	Площадь	
	тыс. га	%
Пашня	121459,6	55,1
Сенокосы	24004,4	10,9
Пастбища	67992,3	30,9
Многолетние насаждения	1804,3	0,8
Залежь	4960,2	2,3

Т а б л и ц а 7

Распределение земель сельскохозяйственного назначения по угодьям  
в Российской Федерации (на 01.01.2013)

Категория земель	Площадь	
	тыс. га	%
Сельскохозяйственные угодья	196163,3	50,8
Земли застройки	1091,8	0,3
В стадии мелиоративного строительства	454	0,1
Лесные площади	28801,4	7,4
Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд	19256,6	5,0
Под водой	13123,4	3,4
Под дорогами	2294,9	0,6
Болота	24745,1	6,4
Нарушенные земли	205,2	0,1
Прочие земли	100000,1	25,9

Состояние земельного фонда характеризуется также различными культуртехническими показателями (закустаренность, завалуненность, контурность, другими факторами, осложняющими хозяйственное использование земель).

Мониторинговые наблюдения за культуртехническим состоянием земель включают периодический учет количественных показателей закустаренности (залесенности), каменистости, степени развития просадочных явлений, гидромелиоративной освоенности, границ и площадей контуров земельных угодий.

Объектами мониторинговых наблюдений за земельным фондом являются административные территориальные единицы (район, область, республика), а также отдельные природно-сельскохозяйственные регионы. Основной единицей в системе оценки существующего уровня состояния земель является административный район.

В качестве первоисточников, содержащих сведения о наблюдаемом объекте, его общей площади, распределении земель по видам землепользования, категориям земель, угодьям, качественном состоянии и использовании, являются ежегодные отчеты о наличии, качественном состоянии и использовании земель, составленные по установленной форме.

Подбор объектов наблюдений за состоянием земельного фонда осуществляется с учетом природно-климатических условий и степени антропогенного воздействия на земли.

Для подбора объектов и участков наблюдений за культуртехническим состоянием земель собираются и изучаются материалы обновления планов землевладений и землепользований, почвенного обследования, культуртехнического состояния сельскохозяйственных

угодий, аэрофотосъемок разных лет, материалы, характеризующие рельеф, климатические и другие природные условия, хозяйственное состояние земель, прочие материалы. При подборе объектов и участков наблюдений учитываются имеющиеся материалы ранее проводимых работ по выявлению качественного состояния земель республики. На основании систематизации и анализа всей совокупности материалов выявляются ареалы распространения каменистости, закустаренности, места разработки месторождений полезных ископаемых подъемным способом, территории, на которых имеется значительное количество мелких по площади контуров угодий. С учетом этого подбираются объекты и участки мониторинговых наблюдений в различных природно-климатических условиях республики.

Участки наблюдений должны находиться в стороне от населенных пунктов, производственных и других комплексов, мест особо интенсивных человеческих воздействий и сохранять при этом неизменные границы на протяжении всего срока мониторинговых работ. В пределах их не должно планироваться проведение культуртехнических, гидромелиоративных и иных мероприятий, а также строительных и других работ, границы участков должны быть достаточно легко определяемыми и обозначаемыми в натуре.

Для анализа динамики каменистости сельскохозяйственных угодий на почвах, развивающихся преимущественно на моренных и водноледниковых породах, подбираются участки периодического контроля размеров 10×10 м, вершины которых привязываются по возможности инструментально к местным твердым предметам.

Участки наблюдений за динамикой степени закустаренности (залесенности) подбираются на контурах закустаренных (залесенных) сельскохозяйственных угодий (сенокосов, пастбищ). Вершины участков наблюдений размеров 100×100 м закрепляются в натуре (на местности) твердыми точками (железобетонными столбами, металлическими штырями и т.п.). Степень закустаренности (залесенности) подобранных участков наблюдений должна составлять не менее 20% и не более 50%. Участки наблюдений подбираются на почвах различного типа почвообразования и гранулометрического состава.

Ведение горных работ закрытым способом на территориях залегания полезных ископаемых оказывает отрицательное влияние на состояние земель и ограничивает хозяйственное использование земельных угодий в результате деформаций земной поверхности. Для установления динамики просадочных явлений в местах разработки месторождений полезных ископаемых подбираются участки периодического контроля. Участки периодического контроля подбираются

площадью 5-10 га прямоугольной формы. Вершины участков закрепляются реперами, привязываются инструментально к местным твердым ориентирам и с целью получения возможности ведения мониторинговых наблюдений с достаточной точностью к пунктам опорной геодезической сети.

Подбор участков наблюдений за степенью развития просадочных явлений в местах разработки полезных ископаемых закрытым способом осуществляется с учетом сроков начала разработки полезных ископаемых. Период от начала разработки полезных ископаемых до начала мониторинговых наблюдений должен составлять не менее 2 лет.

В условиях республики насчитывается большое количество землевладельцев и землепользователей, имеющих значительное количество контуров угодий площадью менее 2 га. Как правило, это вкрапленные в несельскохозяйственные угодья или расположенные в мозаике контуры пашни, сенокосов и пастбищ или вкрапленные в сельскохозяйственные угодья контуры несельскохозяйственных угодий. Их границы весьма неустойчивы и изменение границ таких контуров автоматически ведет к изменениям площадей, которые не отражаются в текущем учете земель.

Для периодического наблюдения за динамикой границ контуров угодий подбираются участки (контуры) наблюдений площадью 0,5-1,0 га или группа участков (контуров) в зависимости от избранного метода мониторинговых наблюдений.

Всем подобранным участкам мониторинговых наблюдений присваиваются номера, участки отображаются на плано-картографической основе землевладений и землепользований.

### **3.2. Содержание мониторинговых наблюдений**

В содержание работ, связанных с наблюдением за структурой и динамикой земельного фонда изучаемого объекта, входит определение количественных значений по видам землепользования, категориям земель, землевладельцам и землепользователям и угодьям.

Для анализа динамики закустаренности (залесенности) земельных участков на подобранных участках наблюдений определяются степень закустаренности (залесенности) – процент покрытия площади участка проекцией крон кустарников (деревьев), средняя высота кустарников (деревьев) в метрах и средний диаметр стволов в сантиметрах на высоте 1,3 м.

Степень закустаренности (залесенности) определяется непосредственным измерением в натуре или по фотоизображению на контактных



аэрофотоснимках либо неотбеленных фотопланах с последующим уточнением в натуре, а высота и диаметр стволов древесно-кустарниковой растительности - измерением на местности.

Для определения степени закустаренности (залесенности) непосредственным измерением в натуре на поверхности земли отмечаются линии проекций крон кустарников (деревьев). Затем определяются площади выделов (контуров), образованных линиями проекций крон, для чего их на местности разбивают на фигуры, близкие к геометрическим, делают необходимые промеры и вычисляют занимаемую ими площадь, затем суммируют. На основании отношения данных о суммарной площади, занимаемой проекциями крон кустарников (деревьев) на участке наблюдения к общей площади участка наблюдения, определяется степень закустаренности (залесенности) участка.

Степень закустаренности (залесенности) по фотоизображению на фотопланах (аэрофотоснимках) определяется с помощью квадратной палетки, соответствующей площади участка. Палетка должна быть размером 1 кв.см с разбивкой на 100 кв.мм.

На фотоплане (аэрофотоснимке) определяется местоположение подобранного и закрепленного в натуре участка наблюдения, на котором мягким карандашом оконтуриваются куртины проекций крон. На участок наблюдений накладывается палетка и подсчитывается число занимаемых куртинами целых квадратов, которое будет соответствовать проценту закустаренности (залесенности). Если куртины занимают большую часть площади участка наблюдений, то целесообразно вести счет квадратов чистой площади. Процент закустаренности (залесенности) в этом случае определяется вычитанием из 100 числа квадратов чистой площади (100-п).

В содержание мониторинговых наблюдений за динамикой каменистости земель входит определение показателей каменистости, степени покрытия поверхности камнями, среднего диаметра камней в сантиметрах и массы камней в килограммах. Для определения степени покрытия поверхности камнями применяется метод сплошного покрытия, т.е. лежащие на поверхности участка наблюдения камни укладываются плотно друг к другу слоем в форме квадрата или прямоугольника. Определяется занимаемая ими площадь и по отношению к площади участка наблюдения вычисляется процент покрытия. Сбору подлежат камни диаметром более 5 см.

Для определения среднего диаметра камней производится три взаимно перпендикулярные измерения диаметра камня, рассчитывается среднее значение диаметра каждого камня и

средневзвешенное значение диаметра всех камней. Масса камней определяется их взвешиванием в индивидуальном порядке или суммарно.

Для мониторинговых наблюдений за изменением каменистости подбирается в непосредственной близости два участка наблюдений, на одном из которых после выполнения всех операций камни разбрасываются по территории участка наблюдения, со второго – выносятся за пределы участка.

В содержание работ по выявлению динамики развития просадочных явлений в местах разработки месторождений полезных ископаемых входит нивелирование через 10 м точек прямолинейных маршрутов, намеченных от закрепленных в натуре реперных точек вершин участков и дополнительных точек на перегибах поверхности.

Для наблюдения за динамикой границ и площадей контуров угодий применяется метод наземных или аэрофотосъемок через определенное число лет или метод «реперных» изменений. Метод наземных съемок или аэрофотосъемок основан на периодической съемке границ намеченных для наблюдений контуров (группы контуров) сельскохозяйственных угодий, расположенных среди несельскохозяйственных и наоборот. Метод «реперных» измерений основан на закреплении «реперных» точек вокруг наблюдаемых контуров и измерении расстояний от «реперных» точек до границ обрабатываемых земель. При этом «реперные» точки должны быть закреплены в «буферной» зоне на расстоянии 2-8 м от границы обработки земель.

При использовании для наблюдения за динамикой границ и площади контуров угодий метода наземных съемок съемка границ контуров угодий осуществляется с помощью мензулы. Изменения, произошедшие на местности, определяются путем совмещения изображения ситуации съемок за ряд лет и вычисления площадей контуров угодий.

Все количественные значения показателей наблюдений за культурно-техническим состоянием земель заносятся в соответствующие таблицы журнала наблюдений.

Каждый участок наблюдений должен получить необходимую приходную и хозяйственную характеристику, а именно участки:

– за динамикой изменения каменистости, границ и площадей контуров угодий: климат, рельеф, почвы;

– за динамикой изменения закустаренности (залесенности) – климат, рельеф, почвы, естественная растительность.

Мониторинговые наблюдения за культурно-техническим состоянием земель проводятся постоянными комплексными группами. Все показатели определяются периодически один раз через каждые пять-шесть лет. Наблюдения целесообразно приурочивать к одному и тому же временному периоду.

### 3.3. Оценка результатов наблюдений

Анализ статистических данных земельного фонда представляет собой наиболее сложный и ответственный этап мониторинговых наблюдений. Задача анализа заключается в том, чтобы выявить и объяснить тенденции изменения количественных и качественных характеристик земельных угодий, получить возможность правильного и научно обоснованного решения по предупреждению и устранению последствий негативных явлений. Сравнительный уровень использования и состояния земель определяется коэффициентами в виде относительных величин: удельного веса, процентного содержания и т.д.

Результаты мониторинговых наблюдений за культуртехническим состоянием земель оформляются количественно в виде статистических таблиц (ведомостей), графически в виде построения графиков, гипсометрических карт и словесно в виде пояснительных записок. Анализ изменения показателей культуртехнического состояния земель осуществляется после проведения в установленные сроки наблюдений и обработки их результатов и основан на оценке интенсивности роста или снижения количественных значений показателей закустаренности (залесенности), каменистости, степени развития просадочных явлений, изменения границ и площадей контуров земельных угодий по отношению к базисному периоду. Величину всех этих изменений необходимо соизмерять с количественными параметрами, характеризующими оптимальное, допустимое, неудовлетворительное и критическое культуртехническое состояние земель. В составленной в таблице «Оценка результатов мониторинговых наблюдений за изменением культуртехнического состояния земель» помимо количественных показателей закустаренности, завалуненности, контурности и степени просадочных явлений приводятся их относительные величины-индексы, равные, в частности, для оптимальных условий 1,00. Индексы рассчитаны на основании определения влияния показателей культуртехнического состояния земель на нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы. При этом величина контурности оценивается отдельно для случаев, когда сельскохозяйственные угодья расположены среди несельскохозяйственных угодий, и, наоборот, – несельскохозяйственные угодья встречаются среди сельскохозяйственных угодий.

Анализ мониторинговых наблюдений позволяет выявить недостатки в использовании земель, установить их причины и обоснованно составить прогноз использования земельных ресурсов, решать задачи по рациональному использованию и охране земель.

## 4. АГРОПОЧВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ

Основными задачами, которые решаются в агропочвенном мониторинге являются оценка степени деградации почв и почвенного покрова, слежение за динамикой основных свойств почв при интенсивном сельскохозяйственном использовании, научное обобщение и анализ результатов для последующей разработки конкретных рекомендаций по предотвращению негативных явлений и экологизации землепользования.

### 4.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов

Состояние земель и степень их техногенной трансформации и деградации в значительной мере определяются свойствами почв и структурой почвенного покрова. В условиях интенсивного использования земель происходит существенное изменение агропроизводственных свойств почв и их химического состава. Степень этих изменений связана с характером антропогенного воздействия и особенностями почвенно-географических условий различных районов. По степени трансформации почв и почвенного покрова в настоящее время, например, можно выделить:

- мелиорированные и прилегающие к ним земли плоских водноледниковых и древнеаллювиальных равнин Полесья, сложенных рыхлыми наносами и торфяными отложениями, отличающимися наиболее интенсивным изменением почв и почвенного покрова вследствие снижения уровня грунтовых вод, изменения баланса питательных веществ, усиления выноса элементов питания из верхних горизонтов. Развития ветровой эрозии;

- земли холмисто-рядовых конечно-моренных возвышенностей и волнистых донно-моренных равнин (северная и центральная часть Беларуси), характеризующиеся активным проявлением эрозионных процессов и изменением состава почвенного покрова вследствие обнажения при смыве почвообразующей (часто карбонатной) породы или выпахивания подстилающей породы различного гранулометрического состава;

- земли речных пойм, почвенный покров которых изменяется в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности рек и неоднородности аллювия на различных участках пойм;

- земли широко-волнистых лёссовидных плато и вторичных донно-моренных равнин (центральная, в меньшей степени южная часть

Беларуси), перекрытых мощным и среднemocным слоем лёссовидных пород. Основным антропогенным фактором трансформации почв и почвенного покрова является здесь развитие эрозионных процессов;

- земли плоских водно-ледниковых и озерно-ледниковых равнин Поозерья со стабильным почвенным покровом, что обусловлено выровненным рельефом и относительно однородным строением почвообразующих пород.

Приведенная группировка земель по степени трансформации почв и почвенного покрова определяет содержание наблюдений в агропочвенном мониторинге и подход к выбору объектов наблюдений.

Объектами наблюдения за динамикой свойств почв и почвенного покрова являются: типичные районы, сельхозпредприятия, ключевые участки, поля наблюдения, стационарные площадки. Выбор объектов мониторинговых наблюдений основывается на корректной оценке почвенно-экологических условий республики, учете трансформации почвенного покрова, различных природных комплексов при сельскохозяйственном использовании.

В процессе подбора объектов наблюдений собираются и изучаются: материалы почвенного и агрохимического обследования различных туров и их обобщения на территории типичных административных районов и сельскохозяйственных предприятий; карты природно-сельскохозяйственного, почвенно-географического, ландшафтного и других видов специального районирования; материалы учета культуртехнического и мелиоративного состояния сельскохозяйственных угодий, инвентаризации осушенных и орошаемых земель, аэрофотосъемки разных лет залетов, агрономические источники по региональным системам земледелия. Оцениваются и анализируются предварительные результаты наблюдений за изменением агропроизводственных свойств почв выбранных объектов наблюдений. Для повышения эффективности мониторинговых исследований и использования полученных результатов изучаются также материалы стационарных исследований научных учреждений и организаций, в особенности расположенных на осушенных землях, определяется их пригодность для продолжения исследования, а также анализируются используемые ими методики и программы.

На основании систематизации и анализа этих материалов выявляются наиболее распространенные почвы республики, устанавливается география их распространения и степень обеспеченности аналитическими характеристиками, определяется структура посевных площадей, типы севооборотов, районированные культуры на этих почвах. При установлении закономерностей распространения почв

должны учитываться генезис и строение почвообразующих пород, типовая принадлежность, гранулометрический состав (для торфяных почв – ботанический состав), степень увлажнения, эродированность почв, а также степень и объемы воздействия на них антропогенной деятельности (различные виды мелиораций, процессы окультуривания, рекультивации или, наоборот, явлений деградации и разрушения). Должен быть оценен характер устойчивости почв к изменению условий почвообразования. Окончательный выбор объектов наблюдений выполняется таким образом, чтобы ими был охвачен каждый почвенно-географический район. При этом, в почвенно-географических районах со сложным и динамичным почвенным покровом, или, в случае интенсивного проявления в них антропогенного воздействия (агротехнического, гидромелиоративного, применения нетрадиционной технологии и т.д.), подбирается не менее двух объектов наблюдений, с тем чтобы один из них характеризовал территорию, где антропогенно-преобразованные почвы занимают 50 и более процентов площади всех почв.

Выбранное в качестве объекта наблюдения сельскохозяйственное предприятие должно отвечать требованиям среднего уровня ведения агротехники, иметь книгу истории полей. При этом должно быть учтено местоположение ближайшей метеостанции (метеопункта), транспортная доступность и заинтересованность руководителей и специалистов хозяйства в результатах будущих исследований. С последними согласовываются также выбранные поля и участки наблюдений. При выборе в качестве объекта наблюдения фермерского хозяйства принимается во внимание его специализация и характер хозяйственного использования земель.

На территории сельхозпредприятия выбирается ключевой участок, на котором выполняется периодически детальная почвенная съемка с целью изучения трансформации почв и почвенного покрова. Ключевой участок должен характеризовать наиболее типичную почвенную комбинацию исследуемого агропочвенного района и включать сельскохозяйственные угодья, характерные для данной комбинации. Кроме того, для наиболее распространенной почвенной разновидности в пределах ключевого участка с целью получения сравнительных данных с целинным вариантом почвы подбирается лесной аналог. По возможности он должен располагаться в едином почвенном массиве. При выборе лесного аналога используются материалы почвенно-лесотипологических обследований. Сеть ключевых участков периодического контроля прежде всего размещается на территориях с динамичным почвенным покровом (эродируемые или дефлируемые земли,

осушенные массивы, в особенности с маломощными торфяно-болотными почвами, участки суглинистых (супесчаных) почв на маломощных покровных суглинках (супесях), подстилаемых близко песками, где часто наблюдаются выпашки и т.д.) На осушенных, например, массивах они должны охватывать по возможности все разнообразие почвы мелиоративного объекта и примыкающих к нему территорий. При этом особое внимание уделяется антропогенно-преобразованным почвам, сформировавшимся после сработки торфа.

Объекты мониторинговых наблюдений за эрозионными процессами подбираются с таким расчетом, чтобы охватить три почвенно-эрозионные зоны (северную, центральную и южную), существенно различающиеся по типам и интенсивности проявления эрозии. В качестве объектов должны быть стационарные стоковые площадки, а также типичные для конкретной зоны ключевые участки, которые подбираются с учетом использования склоновых и дефляционноопасных земель. Ключевые участки включают в себя водораздельную часть, верхнюю, среднюю и нижнюю части склонов и должны иметь надежную привязку на местности.

В северной зоне (Поозерье) исследования ведутся на склоновых землях, представленных моренными суглинистыми отложениями, в центральной – покровными лёссовидными отложениями, в южной, где преобладают процессы ветровой эрозии, основными объектами должны быть песчаные, а также осушенные торфяные и торфяно-минеральные почвы.

Общая площадь ключевых участков в зависимости от строения и состава почвенного покрова может колебаться от 20 до 50 га, их конфигурация по возможности должна быть прямоугольной или близкой к ней. Границы участка должны быть легко обозначаемыми на местности. На осушенных территориях ими могут служить, например, каналы, дамбы и т. д.

На ключевых участках выполняется (и периодически через 6-12 лет в зависимости от степени устойчивости почв к антропогенным нагрузкам повторяется) детальная почвенная съемка в масштабе 1:2 000 с разбивкой сети пикетов через 50 м. В условиях очень пестрого почвенного покрова съемка производится в масштабе 1: 1000, в этом случае пикеты устанавливаются через 20-25 м, а размеры ключевого участка уменьшаются до 15-25 га. Для ключевых участков, приуроченных к эродированным склонам, рекомендуется также составлять карты потенциального смыва почв с использованием расчетного метода с периодичностью один раз в 6 лет. Для их составления используются следующие данные: эрозионный потенциал рельефа, обусловленный

длиной и крутизной склона; смываемость или эродируемость почвы, обусловленная содержанием гумуса, водопроницаемостью почвы и соотношением фракций гранулометрического состава; эрозионный потенциал осадков, полученный из соответствующей карты; количественные значения поверхностного стока, обусловленного весенним снеготаянием.

В связи с тем, что на конкретных ключевых участках все факторы, кроме гумуса, постоянные или являются среднесезонными данными, то при составлении карт потенциального смыва основное внимание уделяется определению содержания гумуса. Содержание гумуса определяется по профилям (линиям стока) по 50-метровым отрезкам.

На территории сельхозпредприятий, где предполагаются наблюдения за изменением агропроизводственных свойств почв, намечаются поля наблюдений – не менее 2-х на каждую наблюдаемую почву. При этом наблюдению подлежат, как минимум две более распространенные почвенные разновидности. На изучаемых полях каждая из этих почв может быть фоновой или преобладать в составе близком к ней по свойствам группе почв (классу земель), в связи с чем необходимо предусмотреть на каждую наблюдаемую почву более чем два возможных поля наблюдений.

Поля наблюдений должны отвечать следующим требованиям:

- находится в стороне от мест особо интенсивных антропогенных воздействий (крупные фермы, производственные центры, места прогона и выгона скота, шоссе и т. д.), и в то же время не на удаленных, окраинных участках хозяйств, полянах среди лесных массивов и т. д.;

- сохранять неизменными границы на протяжении всего срока наблюдений, в пределах которых не должно планироваться проведение гидромелиоративных, культуртехнических и других мероприятий, способных коренным образом изменить свойства почв, а также строительных и других работ;

- обеспечивать чередование основных культур, вместе с тем при преобладании среди них зерновых в севооборот должны быть включены травы и, по возможности, если позволяют почвенные условия, картофель и в то же время следует избегать специальных севооборотов;

- осушительные мелиорации должны быть проведены не позднее, чем за 5 лет до начала введения мониторинга;

- границы должны быть достаточно легко определяемыми и обозначаемыми в натуре;

- величина поля должна существенно превышать принятые размеры площадки наблюдений, чтобы обеспечить формирование защитной полосы;

- поля наблюдений, по возможности, должны быть рассредоточены по территории сельскохозяйственного предприятия.



По подобранным полям наблюдений осуществляется сбор данных, включающих: мощность гумусового горизонта, содержание в нем гумуса, питательных веществ, микроэлементов, показатели кислотности, урожайные данные. Изучается также характер использования почв. Собранные данные вносятся в таблицы специально разработанной формы, статистически обрабатываются применительно к конкретным почвам и сопоставляются со средними данными хозяйства. В тех случаях, когда их вычисленные показатели значительно отличаются от средних параметров по хозяйству, подобранные поля использовать в качестве объекта наблюдений не рекомендуется.

Выбор ключевых участков полей наблюдений целесообразно производить в полевой период (желательно весной или осенью) с учетом вышеперечисленных требований. Для этого привлекается достаточно широкий круг специалистов со стороны, как исполнителей, так и представителей хозяйств. Выбранные поля наблюдений и ключевой участок отмечают на карте масштаба 1: 10000, при этом каждому полю присваивается соответствующий номер, оформляется также необходимая документация. Для лучшего обзора и ориентации рекомендуется изготавливать картосхему расположения полей наблюдений и ключевого участка в более мелком масштабе, чем план хозяйства. На картосхеме показываются границы хозяйств, необходимые для подъезда дороги, населенные пункты, сами поля наблюдения и ключевой участок.

На выбранных ключевых участках и полях наблюдений создаются стационарные площадки наблюдений. При этом на ключевом участке или поле наблюдений может быть, как правило, только одна площадка. Она должна быть удалена от границ поля на расстоянии 20–40 м (в зависимости от типа применяемой техники, характера границ). На осушенных массивах, например, площадка размещается в удалении от осушительных каналов, дамб не менее чем на 20 м. Стационарные площадки должны также располагаться по возможности под углом к направлению обработки почвы. На них предполагается абсолютное доминирование наблюдаемой почвы. Присутствие других почв возможно лишь при условии их малого удельного веса (5–10 %) или их слабой контрастности по отношению к преобладающей почве. В последнем случае их площадь может быть и больше (15–20 %). В силу указанных требований при выборе стационарных площадок при необходимости закладываются полуямы и прикопки.

В зависимости от степени неоднородности почвенного покрова величина стационарных площадок варьирует в широких пределах от 0,20 до 2,0 га. В условиях однородного почвенного покрова они могут

быть по размеру более крупными (100 x 100 м, 100 x 200 м). В районах с очень сложным (пестрым) почвенным покровом размеры площадок уменьшаются до 0,5–0,2 га, в отдельных случаях 4,1 га (50 x 100 м, 50 x 25 м). При этом их количество может быть увеличено. Площадки должны по возможности вписываться в реальный рисунок почвенного покрова, в связи с чем их форма может быть квадратной, вытянутой (например, 20 x 100 м) и даже линейной (150 x 500 м). Последняя, в частности, приемлема для длинных эродлируемых склонов.

Стационарные площадки инструментально привязываются к местным стабильным ориентирам или специальным реперам. Привязка осуществляется по вершинам четырехугольника с указанием размеров его сторон, площади, ориентации его сторон относительно частей света, азимута и расстояния всех четырех его вершин относительно ориентиров (реперов).

После выбора объектов наблюдений определяются объемы полевых, лабораторных и камеральных работ, составляются календарные планы проведения всего комплекса наблюдений.

#### **4.2. Содержание наблюдений за изменением агропроизводственных свойств почв и почвенного покрова**

В агропочвенном мониторинге проводятся наблюдения за динамикой почвенного покрова (состав, соотношение почв, размер почвенных выделов, сложность, контрастность) и изменением агропроизводственных и генетико-производственных свойств почв в процессе их хозяйственного использования.

Для получения полной информации об антропогенной эволюции почв и почвенного покрова территории республики вследствие агротехнического, гидромелиоративного и техногенного воздействия периодически проводится повторное крупномасштабное почвенное картографирование.

Повторное почвенное картографирование осуществляется в соответствии с методическими указаниями в масштабе 1: 10 000 по всем категориям землевладений и землепользований с периодичностью 15–18 лет, а в районах наиболее активного антропогенного влияния на почвы – с периодичностью 9–15 лет. При этом в первую очередь переобследуются земли с наиболее динамичным почвенным покровом.

Сравнение результатов разных туров обследований производится по сопоставимым территориям. При этом прослеживается изменение площадей почв и характера почвенного покрова как в целом по сопоставимой площади, так и по угодьям. После составления сводных

материалов очередного тура обследования по административному району производится анализ изменения почвенного покрова района. Результаты отражаются в цифровом выражении и передаются Информационному центру земельно-кадастровых данных и мониторинга земель.

Для наблюдения за изменением показателей свойств почв и структуры почвенного покрова, а также продуктивности почвенных сочетаний проводится детальное картографирование почв ключевых участков. Детальное картографирование ключевых участков выполняется в масштабе 1: 1 000, 1: 2 000 (в зависимости от сложности почвенного покрова и степени его трансформации) в соответствии с существующей методикой на низком таксономическом уровне с выделением родов, видов и разновидностей почв. Проведению почвенно-картографических работ предшествует:

- составление картографической основы;
- инструментальная привязка участка и вертикальная съемка поверхности;
- разбивка пикетажа (20 x 20 м, 25 x 25 м , 50 x 50 м ) и инструментальная привязка пикетажной сети, которая используется при установлении места заложения разрезов и их привязки.

В привязываемых разрезах и полуяхмах описываются морфометрические и морфологические свойства генетических горизонтов: цвет, характер окраски, гранулометрический (ботанический) состав, структура, плотность, мощность горизонтов, глубина вскипания от НСІ, глубина оглеения, глубина расположения новообразований и включений, характер перехода и форма границ. В прикопках, закладываемых для уточнения границ почвенных разновидностей, измеряется мощность гумусового (торфяного) слоя, глубина подстилающей породы, определяется гранулометрический (ботанический) состав верхних горизонтов почвы. Описания выполняются на специальных бланках.

Все распространенные на ключевом участке почвы характеризуются основным разрезом, из которого отбираются образцы для аналитических исследований. Наиболее распространенные разновидности почв могут характеризоваться 2–3 основными разрезами. Почвенные образцы для аналитических исследований отбираются по генетическим горизонтам колонкой. В лесном аналоге разреза ведущей почвенной разновидности отбираются кроме того образцы из лесной подстилки.

На ключевых участках с осушенными торфяно-болотными почвами для установления величин и интенсивности работы торфа и изменений микро-и нанорельефа дополнительно закладываются

стационарные почвенно-геоморфологические профили. Начало и конец профиля фиксируются металлическими или бетонными реперами. По намеченному прямолинейному профилю через каждые 10 метров производится нивелирование поверхности и в характерных местах закладываются разрезы и прикопки. По результатам нивелирования строится графически геоморфологический профиль с отмеченными на нем местами заложения разрезов и границами почвенных разновидностей. При повторных наблюдениях на ключевом участке через каждые 3–6 лет эти работы повторяются.

В отобранных образцах почв выполняются анализы, указанные в табл. 6. В этой же таблице дается также периодичность определения показателей. В образцах лесного разреза анализы выполняются по полной программе.

На основании результатов лабораторных анализов уточняется и оформляется составленная в полевой период почвенная карта. Вычисляются площади почвенных разновидностей (с точностью до 0,01 га), выполняются картометрические измерения для установления таких основных показателей структуры почвенного покрова, как сложность, контрастность, неоднородность.

Сложность почвенного покрова – показатель, характеризующий частоту пространственной смены почв, определяется на основании коэффициента расчленения по всем контурам, входящим в ключевой участок. Коэффициент расчленения по каждому контуру определяется путем деления всей длины границы почвенного ареала (периметра) на длину окружности круга, равного по площади данному участку. Эта величина выражается следующей формулой

$$K_p = \frac{1}{3.54\sqrt{S}}$$

где  $K_p$  – коэффициент расчленения;

$L$  – длина границы почвенного контура;

$S$  – площадь контура.

Коэффициент сложности по всему участку определяется по формуле

$$K_c = \frac{K_p (S - S_{\max})}{S}$$

где  $K_c$  – коэффициент сложности;

$K_p$  – сумма коэффициентов расчленения всех контуров;

$S$  – площадь;

$S_{\max}$  – площадь наиболее крупного контура.

Контрастность – характеризует степень качественной дифференциации почвенного покрова, т.е. степень различия свойств почв, образующих почвенный покров. Величина ее определяется по шкале контрастности по трем основным свойствам, характерным для почв: генетическому типу, степени увлажнения и гранулометрическому составу. Контрастность двух почв по каждому из свойств определяется на пересечении вертикальной и горизонтальной линий, соответствующих почвам, контрастность которых необходимо определить. Средневзвешенный показатель контрастности по участку определяется делением на площадь рабочего участка суммы произведения площадей почвенных разновидностей на показатели контрастности их свойств по отношению к преобладающей по площади почве по каждой из характеристик.

Неоднородность почвенного покрова – комбинированный показатель, включающий сложность и контрастность – рассчитывается путем перемножения этих двух показателей. Показатели структуры почвенного покрова фиксируются в соответствующей таблице.

На ключевом участке устанавливается продуктивность сочетания распространенных на нем почв. Для этого ежегодно в производственных условиях проводится учет урожая сельскохозяйственных культур со всего участка и пересчет его на 1 га. Если на участке выращивается несколько культур, урожайность каждой из них определяется в отдельности. Прямой учет урожая, проводимый в течение длительного времени, даст объективное представление о плодородии почв данной территории, характеризующей определенный тип структуры почвенного покрова.

Периодичность наблюдений на ключевых участках определяется промежутком времени, за которое могут произойти ощутимые изменения почв и почвенного покрова. Имеющиеся стационарные данные по динамике почвенных процессов и отдельных элементов, а также результаты повторного картографирования почвенного покрова сортоучастков позволяют рекомендовать проведение последующего исследования ключевых участков с 6–12-летним интервалом.

Для выявления динамики агропроизводственных (агрохимических, агрофизических) свойств почв и их продуктивности проводятся наблюдения на стационарных площадках. Стационарные площадки создаются в пределах ключевых участков и полей наблюдений.

В полевой период на площадке, где предполагается проводить наблюдения за агропроизводственными свойствами почв, определяется местоположение опорного почвенного разреза. При этом необходимо иметь в виду, что он должен располагаться в средней части осевой

линии площадки. В почвенном разрезе определяют необходимые свойства почв и отбирают образцы из средней части генетических горизонтов для лабораторных анализов. В пахотном горизонте отбор производится по 10–см слоям, при этом, если в нижней части остается слой 5 см и менее, то он присоединяется к вышележащему слою, если более 5 см, то из этого слоя отбирается отдельно образец. В этих же слоях пахотного горизонта и в средней части нижележащих горизонтов производится определение плотности в необходимой повторности. В тех случаях, когда на ключевом участке возделывают пропашную культуру, плотность в пахотном слое определяют в увеличенной в 2 раза кратности.

Для получения достоверной информации о свойствах почв по всей площади закладываются прикопки. Для этого стационарная площадка разбивается на равные по площади прямоугольники и по его одной из вершин, т. е. по сетке, будет производиться отбор образцов и измеряться мощность гумусового горизонта. Минимальное количество прикопок, позволяющее с достаточной достоверностью статистически обработать результаты наблюдений, должно быть не менее 20. В паспорте специально разработанной формы приводится схема расположения опорного разреза и сети прикопок. Здесь же дается подробное описание разреза и краткое – прикопок.

В каждой прикопке по 4 стенкам измеряется мощность гумусового горизонта (на пропашных культурах 2 измерения по гребню грядки и 2 – в междурядьях) и средний показатель записывается в паспорт стационарной площадки, как исходная величина для последующего контроля.

В дальнейшем определения мощности гумусового горизонта выполняются в тех же прикопках или контролируются с помощью репера. В этом качестве может служить металлическая трубка, закапываемая на глубине не менее 40 см от поверхности почвы, рядом с опорным разрезом. При систематических определениях толща почвы над репером фиксируется металлическим щупом.

В прикопках производится отбор образцов строго определенной меркой (стаканчиком или другой емкостью) из гумусового горизонта послонно (по аналогии с опорным разрезом) и из средней части подпахотного горизонта. Из отобранных таким образом во всех прикопках почвенных проб формируются смешанные образцы по идентичным горизонтам. Не менее чем в 1/3 прикопках, в пахотном и подпахотных горизонтах производится определение плотности почв.

По каждой стационарной площадке и полю наблюдения ежегодно собирают информацию о количестве вносимых органических

удобрений с указанием их вида, количестве минеральных удобрений в расчете на действующее вещество по каждому их виду, постоянной части затрат на обработку почвы, семенах, уходе за посевами, видах применяемой сельхозтехники и числа выполненных ими технологических операций за период между уборкой урожая в предыдущем году и до созревания нового урожая. Полученные сведения заносятся в паспорт стационарной площадки.

Учет урожая проводится ежегодно мелкоделяночным методом. Повторность определений 10-кратная при условии, что ширина площадки должна быть не менее одного метра и в обязательном порядке кратная ширине междурядий возделываемых культур. Данные учета заносятся в паспорт стационарной площадки.

На ближайшей метеостанции или метеопосте собирают информацию о количестве осадков, температурном режиме за год. Составной частью паспорта стационарной площадки является пояснительная записка, в которой должно найти отражение условие размещения площадки, ее адрес и привязка, особенности мезо- и микрорельефа, характер хозяйственного использования поля наблюдения, состав его почвенного покрова с более подробным описанием почв стационарной площадки. В последующие годы наблюдений пояснительная записка дополняется сведениями об изменениях в характере использования поля наблюдения и его технологических и культуртехнических характеристик.

В соответствии с установленным циклом наблюдений (через 3 года) отбор образцов и соответствующие измерения производятся применительно к двум-трем наиболее динамичным горизонтам опорного разреза и прикопок. Полная программа наблюдений и по всему профилю почв повторяется через 6 лет. При этом местоположение разреза и прикопок должно сохраняться постоянно согласно схеме в паспорте ключевого участка.

Цикл наблюдений на лесном аналоге разреза ведущей почвенной разновидности более растянутый – 6 лет для динамичных горизонтов и 12 лет – по всему вертикальному почвенному профилю.

В камеральный период выполняются все лабораторные анализы. Результаты анализов по ключевым участкам заносятся в специальные ведомости, а по стационарным площадкам – в паспорта площадок.

По каждому ключевому участку формируется дело, в которое включается:

- план землевладения (землепользования) масштаба 1: 10 000 с границами ключевого участка и полей наблюдений и местоположением стационарных площадок;

- полевая почвенная карта с опорной сетью пикетов;
- ведомость анализов;
- полевые журналы;
- авторская почвенная карта с легендой и площадями почв по угодьям;
- материалы картометрических измерений;
- пояснительная записка, в которой приводится подробное описание привязки и границ участка, дается характеристика рельефа, почвообразующих пород, почвенного покрова, хозяйственного использования участка.

Дела по ключевым участкам и паспорта стационарных площадок хранятся в архиве. Информационному центру земельно-кадастровых данных и мониторинга земель передается информация о ключевых участках и стационарных площадках в сжатом виде в форме специальных таблиц.

### 4.3. Оценка результатов наблюдений в агропочвенном мониторинге

В целях организации контроля и оценки результатов мониторинговых наблюдений полученные данные по изменению агропроизводственных свойств почв и почвенного покрова соотносятся с количественными параметрами, характеризующими оптимальные, допустимые, неудовлетворительные и критические условия территорий для ведения сельскохозяйственного производства (табл. 8). В составленной таблице приводятся для подвижных элементов питания  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , а также  $CaO$  и  $MgO$  два порога их содержания, выше и ниже которых.

Индекс агрохимической окультуренности почв рассчитан по четырем показателям (кислотность, подвижные фосфор и калий, гумус) и по мере включения новых картируемых свойств почв и повышении темпов внесения удобрений, его количественные значения могут изменяться. В связи с накоплением данных наблюдений по изменению агрофизических свойств почв могут быть также уточнены их придержки применительно к различным состояниям территорий. Возможен перерасчет оценочных показателей состояния почв и почвенного покрова при условии появления более совершенных и корректных методов их определения.



**Оценка результатов мониторинговых наблюдений  
за изменением агропроизводительных свойств почв и почвенного покрова**

№ п/п	Показатели	Границы измерения показателей	Критерии оценки состояния по агропроизводительным показателям			
			оптимальное	неудовлетворительное		
1	2	3	4	5	6	7
Агрохимические:						
1	Кислотность (рН в КСИ): глинистые и суглинистые супесчаные		6,0-6,7 5,8-6,2	5,0-6,0 6,7-7,0 5,0-5,8 6,2-6,5	ниже 5,0 выше 7,0 ниже 5,0 выше 6,6	ниже 4,5 выше 7,5 ниже 4,5 выше 7,0
	песчаные		5,5-5,8	5,0-5,5 5,8-6,0 4,5-5,0	ниже 5,0 выше 6,0	ниже 4,5 выше 6,5
	торфяно-болотные		5,0-5,3	5,3-6,5	выше 6,6	выше 7,0
2	Насыщенность почв основаниями: глинистые и суглинистые супесчаные песчаные торфяно- болотные	%	80-95 75-90 75-85 70-85	55-80 50-75 45-75 45-70	ниже 55 ниже 50 ниже 45 ниже 45	ниже 40 ниже 40 ниже 40 ниже 40

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7
3	Содержание Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> ; глинистые и суглинистые супесчаные песчаные торфяно-болотные	мг/кг	250-300 200-250 150-200 700-1100	100-250 300-400 100-200 250-300 100-150 200-250 300-700 700-110	ниже 100 выше 380 ниже 100 выше 300 ниже 100 выше 250 иже 300 выше 1100	ниже 60 выше 400 ниже 60 выше 320 ниже 60 выше 270 иже 200 выше 1200
4	Содержание К <sub>2</sub> О: глинистые и суглинистые Супесчаные Песчаные торфяно-болотные	мг/кг	200-300 170-250 100-150 600-800	140-200 300-400 140-170 250-300 100-140 150-250 300-600 800-1200	ниже 140 выше 380 ниже 140 выше 300 ниже 140 выше 250 ниже 300 выше 1200	ниже 80 выше 400 ниже 80 выше 300 ниже 80 выше 250 ниже 200 выше 1300
5	Содержание MgO: глинистые и суглинистые Супесчаные песчаные торфяно-болотные	мг/кг	150-300 120-150 80-100 450-900	60-150 300-400 60-120 150-350 60-80 100-300 300-450 900-1300	ниже 60 выше 400 ниже 60 выше 350 ниже 60 выше 300 ниже 300 выше 1300	ниже 50 выше 450 ниже 50 выше 400 ниже 50 выше 350 ниже 200 выше 1500

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7
6	Содержание СаО: глинистые и суглинистые супесчаные песчаные торфяно-болотные	мг/кг	1200-1600 100-1200 800-1200 3600-4800	500-1200 1600-1800 500-1000 1200-1600 500-800 1200-1400 1400-3600 4800-6000	ниже 500 выше 1800 иже 500 выше 1600 ниже 500 выше 1400 ниже 1400 выше 6000	ниже 400 выше 2000 ниже 400 выше 1800 ниже 400 выше 1600 ниже 1200 выше 6200
7	Гумус: глинистые и суглинистые супесчаные песчаные торфяно-болотные	%	2,5-3,0 2,0-2,5 1,8-2,2 -	1,0-2,5 1,0-2,0 1,0-1,8 -	0,8-1,0 0,8-1,0 0,8-1,0 -	ниже 0,8 ниже 0,8 ниже 0,8 -
	глинистые и суглинистые супесчаные песчаные торфяно-болотные	т/га	90-110 70-90 70-90 -	50-90 50-70 50-70 -	ниже 50 ниже 50 ниже 50 -	ниже 45 ниже 45 ниже 45 -
8	Индекс окультуренности		0,80	0,60-0,79	0,40-0,59	ниже 0,40
Агрофизические:						
9	Плотность Ап	г/см <sup>3</sup>	менее 1,1	1,2-1,3	1,4-1,5	более 1,5
10	Плотность А плотность Ап	г/см <sup>3</sup> г/см <sup>3</sup>	менее 1,3	1,4-1,5	1,6-1,7	более 1,7
11	суглинистые	г/см <sup>3</sup>	1,1-1,3			2,43-1,55

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5	6	7
12	супесчаные	г/см <sup>3</sup>	1,3-1,4			1,50-1,60
13	песчаные	г/см <sup>3</sup>	1,4-1,5			1,63-1,65
14	торфяные (осушенные)	г/см <sup>3</sup>	0,2-0,3			< 0,5 > 0,1
15	порозность Ап	%	60-53	53-47	47-42	Менее 42
16	порозность Ап	%	55-50	50-45	45-40	Менее 40
17	содержание водопрочных агрегатов	%	более 55	55-40	40-20	Менее 20
Морфологические:						
18	мощность Ап	см	более 30	20-30	10-20	Менее 10
19	мощность Атп	см	стабильный	уменьшение менее 1 см в год	уменьшение 2-3 см в год	Полная минерализация
Коэффициенты неоднородности почвенного покрова:						
20	сложности		менее 1,0	1,1-2,5	2,5-4,0	более 4,0
21	контрастности		0-1,5	1,6-3,0	3,1-4,5	более 4,5
22	неоднородности		Менее 1,5	1,6-7,5	7,6-18,0	Более 18,0

## 5. МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

### 5.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов

К техногенно-загрязненным относятся земли, подверженные радиоактивному загрязнению; земли, примыкающие к крупным промышленным центрам, автомобильным и железнодорожным магистралям; земли, загрязненные в результате залповых выбросов токсичных веществ при авариях и катастрофах; земли, примыкающие к крупным животноводческим комплексам; земли сельскохозяйственного назначения с интенсивным использованием средств химизации; земли, испытывающие засоление и подтопление, а также земли вблизи оборонных объектов.

Мониторинговые наблюдения на техногенно-загрязненных землях включают в себя полевое обследование, лабораторный анализ, картографирование земель (почв) и обобщение полученных материалов. Направлены они на решение следующих основных задач:

- выявить закономерности пространственного и внутрипочвенного распределения, степень загрязненности земель, проявление других неблагоприятных процессов и явлений;
- установить уровни опасности техногенных выбросов на земельные ресурсы, культурную и естественную растительности почвенно-грунтовые воды, здоровье населения;
- предложить научно обоснованные рекомендации производству об организации инженерно-технологических мероприятий по предотвращению загрязнения земель техногенными выбросами;
- рекомендовать систему организационных территориально-планировочных и агротехнических мероприятий по ликвидации последствий загрязнения земель путем дезактивации токсичных соединений в почвах, изменений структуры посевных площадей, рационального применения удобрений, создания санитарно-защитных зон регламентации хозяйственного использования земель, предотвращения результатов стихийных природных процессов.

В связи с тем, что земли находятся под влиянием различных техногенных источников и форм продуктов загрязнения, основными ингредиентами в них являются:

- радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и др.;
- макроэлементы Fe, Al, Si, Ca, Mg, K, Na, Ti, S, P и др.;
- микроэлементы Cr, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cd, Pb и др.;
- газы и гидрозоли CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CS, HCl, HN<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;

- сложные органические соединения: фенол, бензол, бенз(а)пирен, предельные и непредельные углеводороды и т.д.;
- остаточные количества средств защиты растений.

Установление каждого ингредиента – загрязнителя земель или их производится в зависимости от вида источника техногенного загрязнения, а также определения его (их) индикаторными свойствами. Наибольшую опасность для почв пригородных земель представляют атмосферные пылегазовыбросы промышленных предприятий, с которыми отходы переносятся на значительные расстояния. Загрязнение почв происходит путем поглощения и осаждения паров, аэрозолей, пыли и растворимых соединений с дождем и снегом.

Особенно опасны для почв тяжелые металлы, которые аккумулируются в верхних, самых плодородных слоях, растительной продукции, а через нее - в организме животных и человека. Вокруг крупных городов и промышленных центров, например, количество металлов в почвах может превышать предельно допустимую концентрацию (ПДК) в несколько раз. Главными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов на земную поверхность являются выбросы металлургических предприятий, обрабатывающей промышленности, от сжигания угля, нефтепродуктов, производства фосфорных удобрений. Выбор объектов наблюдений на техногенно-загрязненных территориях определяется наличием действующих источников загрязнения и характером строения окружающего их почвенного покрова.

Учитывая тесную зависимость между направлением ветра и дальностью переноса пыли и газов, перед отбором проб уточняют на ближайшей метеостанции направление господствующих ветров в данной местности. Для определения точек отбора проб применяется азимутальный метод. При этом число направлений зависит от объекта загрязнения.

При изучении одиночного источника загрязнения отбор проб проводят по четырем основным направлениям (румбам). Если объектом исследований является промышленный центр (город), пробы отбирают не менее чем по восьми направлениям. При этом один из румбов должен совпадать с направлением преобладающего ветра в годовой «розе ветров».

Расстояния в зависимости от источника техногенных выбросов до места отбора почвенных проб различны как по основным направлениям, так и в направлении господствующих ветров. В частности, ведение мониторинга в зонах влияния ТЭЦ производится в направлении «розы ветров» на расстоянии 15-20 кратной высоты труб ТЭЦ. Отбор и последующее наблюдение за химическим загрязнением почв и их изменение производится здесь до глубины 50 см на расстоянии 0,25;

0,50; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 км по четырем направлениям от ТЭЦ. По вектору преобладающих ветров наблюдения увеличиваются до 5 км для крупных ТЭЦ мощностью более 300 тыс. кВт.

Положение точек отбора образцов почв в зоне влияния промышленных центров, отдельно расположенных промышленных предприятий по производству калийных, азотных, фосфорных удобрений, синтетического волокна, цементно-шиферных, нефтехимических предприятий и ТЭЦ вначале намечают на карте, затем уточняют на месте. Около предварительно фиксированных точек выбирают типичную площадку размером не менее 100х100 м (1 га), однородную почвенному покрову и растительности. Ее привязывают принятыми в геодезии способами к стабильным ориентирам местности. Количество площадок соответствует установленным интервалам. Для ТЭЦ, например, их должно быть 29 (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

База данных по удельным показателям выбросов

Технологический процесс, вид сжигаемого топлива		Код по SNAP	Удельные выбросы
ТЭЦ,	<i>Каменный уголь</i> Начало выгорания	010100	0,45-0,74 0,60
	Основной период горения		1,68-2,75 2,22
	<i>Антрацит (+ дрова)</i> Розжиг дров		3,65-4,17 3,91
	Догорание дров		8,05-12,98
	Начало погрузки угля		0.88-1.03
	Конец погрузки угля		3.48-4.05 3,77
	Основной период горения		0.87-1.30 1,09
	<i>Бурый уголь</i> Начало выгорания		0,58-0,85 0,72
	Основной период горения		1.50-2.40 1,95
	<i>Мазут (дизельное топливо)</i>		0,45-6,78 3,62
	<i>Природный газ</i>		1,5-1501 76

Мониторинг земель в зонах влияния животноводческих комплексов включает систему наблюдений, оценки и прогноза изменений почв под воздействием систематического внесения навоза или его фракций. Сеть наблюдательных объектов на почвах, подверженных воздействию животноводческих комплексов, должна включать все типичные почвенно-ландшафтные территории в северной, центральной и южной частях Российской Федерации. Ведение мониторинга земель в зонах влияния животноводческих комплексов осуществляется в системе: почва – почвенно-грунтовые и дренажные воды – растения на стационарных ключевых участках и в маршрутной форме.

Ключевые участки (не менее двух для одного животноводческого комплекса) и мониторинговые маршруты (не менее одного от каждого ключевого участка) закладываются на наиболее типичных почвенно-ландшафтных территориях. При этом ключевые участки закладываются непосредственно на сельскохозяйственных полях систематического внесения навоза (чаще всего – на сельскохозяйственных полях орошения стоками животноводческих комплексов), а мониторинговые маршруты должны прокладываться от ключевых участков до территорий, не испытывающих влияния стоков с животноводческого комплекса по наиболее вероятным направлениям миграции подвижных ингредиентов навоза (Сан-ПиН 2.1.7.-2010).

Для выявления характера и степени загрязнения мониторингу подлежат почвы, расположенные у мест захоронения, поля с максимальной пестицидной нагрузкой и вода мелиоративных каналов. При этом с целью выявления уровня влияния ядохимикатов отбор проб почв производится как непосредственно у мест их захоронения, или складирования, так и на некотором удалении от них.

Наблюдения и контроль за загрязнением почв под влиянием автомобильного и железнодорожного транспорта проводятся главным образом вдоль крупных автомагистралей с интенсивностью движения более 1000 автомашин в сутки, а также вдоль железнодорожных магистралей.

Максимальная дальность точек наблюдения почв от магистралей должна составлять не более 0,3 км. При наличии вдоль магистралей непродуваемых придорожных древесно-кустарниковых полос точки наблюдения устанавливаются лишь в пределах зоны от полотна дороги до расстояния 100 м, а при их отсутствии или при наличии полупродуваемых и продуваемых придорожных полос мониторинговые наблюдения распространяются на прилегающие сельскохозяйственные угодья на расстоянии до 0,3 км от дорог. Вокруг фиксированных точек наблюдения формируются и жестко привязываются ключевые участки площадью до 1 га, с поверхности которых и производится отбор почвенных проб.

Особое место должен занимать мониторинг радиоактивного загрязнения земель. Его целью является получение данных по динамике радиоактивности почв и растительности во времени для разработки прогноза и мероприятий по использованию загрязненных территорий. Обследованию подлежат все виды сельскохозяйственных угодий, земли в населенных пунктах, а также все земли несельскохозяйственного использования.



Сеть мониторинговых объектов должна охватывать все типичные для зоны радиоактивного загрязнения почвенно-ландшафтные территории, при этом учитывая уже имеющиеся реперные разрезы по изучению вертикальной миграции радионуклидов в различных почвах. Ключевые участки размером 50x50 м закладываются на землях с загрязнением по цезию 1-5, 5-15, 15-40 и более 40 Ки/км<sup>2</sup> по стронцию - 1 -2, 2-3 и более 3 Ки/км<sup>2</sup>.

Для выявления закономерностей горизонтальной и вертикальной миграции радионуклидов ключевые участки мониторинговой сети следует располагать на равнинных, элювиальных, транзитных и аккумулятивных зонах склонов, а также в поймах на почвах разного гранулометрического состава и разной степени гидроморфности.

## 5.2. Содержание мониторинговых наблюдений на техногенно загрязненных землях

Содержание работ мониторинговых наблюдений на техногенно загрязненных территориях определяется видом техногенного загрязнения.

Ниже рассмотрены примеры мониторинга земель, расположенных в зоне влияния промышленных городов и основных, крупных объектов химической промышленности. Система наблюдения за состоянием земель у других, не приведенных промышленных объектов, аналогичная.

Мониторинг земель у промышленных центров (городов) и отдельно расположенных предприятий металлургических и металлообрабатывающих отраслей заключается в периодическом отборе и анализе почвенных образцов на тяжелые металлы. Ассортимент определяемых металлов зависит от исходного сырья, выпускаемой продукции, технологии производства. Приоритет отдается наиболее распространенным и токсичным элементам. Обычно в промышленных выбросах преобладают Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Mn, V, Sb и др.

Отбор почвенных проб проводят в весенне-летний период. С выбранной площадки тростьевым буром отбирают смешанный образец, формирующийся из 20–25 индивидуальных уколов бура. На пашне почвенные пробы отбирают со всей глубины пахотного горизонта, на землях с ненарушенным почвенным покровом (лес, луг и т.д.) с площадки берут две пробы: из слоев 0–5 и 5–20 см. При этом составляется смешанная проба растений или подстилки.

В местах обнаружения повышенного содержания загрязняющих веществ (значительно превышающее фоновое, на уровне ПДК или

выше) проводят более детальный отбор почвенных проб, т.е. по типу агрохимического обследования: одна смешанная проба с каждых 10 га с последующим составлением картограммы загрязнения земель. В дальнейшем на этих землях подбирают 1–2 ключевых участка для периодического контроля за их состоянием. Периодичность выполнения – один раз в 5–6 лет.

В процессе производства калийных удобрений происходит засоление окружающих почв хлоридами. Большая часть территории засоляется вследствие переноса воздушными массами тончайшей соляной пыли, выбрасываемой в атмосферу сильвинитовыми обогатительными фабриками. Значительно меньший ареал загрязнения образуют рассолы солеотвалов и шламохранилищ, а также ветровая эрозия солеотвалов. Кроме этого, над выработанными шахтными полями происходит просадка поверхности, что ведет к подтоплению и заболачиванию земель.

Для определения степени деформации земной поверхности используют инструментальный метод наблюдения за положением реперов, заложенных над выработанными шахтными полями. Длительные наблюдения проводятся до тех пор, пока не прекратится просадка кровли.

Влияние пылегазовыбросов обогатительных фабрик на засоление почв определяют путем отбора почвенных проб на выбранных ключевых участках. Образцы отбирают весной или летом со слоев 0–2 (3); 2 (3)–20 (25) и 20 (25)–50 см от поверхности в сухой период. Из отобранных проб готовят водную вытяжку, в которой определяют ионы Cl, Na, K и сухой (плотный) остаток. О степени засоления судят по содержанию в вытяжке хлора и сухого остатка. Если концентрация Cl превышает 0,30 м-гэкв/100 г почвы в каком-либо слое, значит, имеет место засоление почв. Однако оно может произойти и при внесении хлорсодержащих калийных удобрений, особенно под весенний сев. Чтобы избежать ошибки, отбор почвенных проб в этом случае следует производить летом. Кроме этого, в почвах, подверженных загрязнению соляной пылью, всегда более высокое содержание Na, а в обработанных калийными удобрениями, наоборот, K. Следует обращать внимание и на послойное содержание Cl в почве. При техногенном загрязнении и устойчивой сухой погоде его концентрация в слое 0–2(3) см всегда будет выше, чем в нижележащих слоях.

В случае, если содержание Cl превышает допустимое значение, а его «техногенность» не вызывает сомнения, проводят сплошное обследование почв на засоление. Отбор почвенных проб производится, как и для агрохимического обследования, т. е. один образец с площади 10 га. Глубина отбора по слоям та же, что и выше.

Периодичность исследований почв на засоление не должна превышать трех лет и проводится одновременно с агрохимическим картографированием.

Поскольку соли соляной кислоты (хлориды) хорошо растворимы в воде, хлор практически почвой не поглощается и легко вымывается вниз по профилю. Дополнительным показателем длительного влияния солей является солонцеватость. Для этого определяют емкость катионного обмена почвы и обменный  $\text{Na}$ . Процентное соотношение последнего, к емкости показывает степень солонцеватости почвы. Другим дополнительным критерием негативного влияния пылегазовыбросов на почву является содержание обменного калия. Обычно почвы вокруг рудоуправлений содержат повышенное количество  $\text{K}$ . Эти данные приведены в картограммах обеспеченности почв элементами питания. Сравнительный анализ содержания обменного калия по турам агрохимического обследования, а также ПДК  $\text{K}_2\text{O}$  (560 мг/кг) позволят выявить зоны наиболее сильного влияния отходов калийного производства на почву.

Наблюдения за степенью засоления почв рассолами солеотвалов и шламохранилищ проводят путем отбора проб по профилю до глубины 2 м или до уровня грунтовых вод. Отбор производят буром до следующих слоев: 0–2 (3); 2 (3)–25; 25–50; 50–75; 75–100; 100–125; 125–150; 150–200 см. Засоление почв рассолами происходит эпизодически. Один раз в несколько лет, в результате прорыва защитных дамб. Атмосферные осадки способствуют вымыванию хлоридов из почвенной толщи. Поэтому здесь во времени происходит процесс естественного рассоления.

Периодичность отбора образцов (до полного рассоления почвы) составляет один раз в год, желательно в весенний период. Для контроля за динамикой передвижения солей почвенные образцы следует отбирать трижды в год: весной, летом и осенью.

В водной вытяжке из отобранных почв определяют  $\text{C1}$  и сухой остаток. Кроме этого, проводят анализ на содержание обменного  $\text{Na}$  и емкость катионного обмена.

Производство азотных удобрений и капролактама сопровождается выбросами в атмосферу окислов азота, аммиака, азотсодержащей пыли, органических соединений: бензола, циклогексана и др. Продолжительное воздействие азотной промышленности на почвы может стать причиной важных химических и биологических изменений почвенного покрова. Установлено, что в зоне интенсивного загрязнения наблюдается повышение рН почвы (снижение кислотности), значительное увеличение содержания азотистых соединений, изменение численности почвенных микроорганизмов (погибает азотбактер).

Наблюдения за изменением химического и биологического состава почв проводят путем отбора проб по указанным выше направлениям и

расстояниям. Образцы отбирают послойно, с глубины 0,5; 5–20 (25) и 20 (25)–50 см для определения в них кислотности, содержания нитратного и аммиачного азота. Отдельно из верхних слоев проводят отбор почвенных проб для контроля за численностью микроорганизмов, особенно азотбактера и плесневых грибов.

В зоне обнаружения высокого содержания в почве аммиака (значительно превышающее фоновое) и нитратов выше ПДК (130 мг/кг почвы) проводят сплошное обследование почв путем отбора проб из расчета один образец с площади 10 га. Периодичность отбора проб на загрязненность соединениями азота и микробиологический анализ проводят один раз в три года и, по возможности, приурочивают к агрохимическому обследованию почв. Совмещение сроков отбора дает возможность получения дополнительных сведений о почвенном плодородии в зоне влияния азотного производства и сделать объективные выводы.

По действию на растения фтористые соединения являются самыми вредными промышленными загрязнителями. Избыток фтора в растениях особенно неблагоприятно сказывается на домашних животных, вызывая флюороз. Выявлена тесная зависимость между рН почвы и ее способностью удерживать фтор. Наиболее активно его поглощают кислые почвы.

Для контроля за изменением свойств почв под влиянием отходов химзавода проводят отбор проб по вышеуказанной методике. Пробы анализируют на рН, содержание водорастворимых органических веществ, валового и водорастворимого F, а также мышьяк. Сплошное обследование почв проводят при концентрации фтора и мышьяка на уровне ПДК и выше (ПДК мышьяка – 2 мг/кг, водорастворимого F – 10 мг/кг), частота отбора – один образец с 10 га. Периодичность отбора почвенных проб – один раз в 3 года.

Крупнейший в Европе Могилевский завод синтетического волокна выбрасывает в атмосферу большое количество органических соединений (метанол, этиленгликоль, диметиловый эфир терефталевой кислоты (ДМТ), ацетальдегид, параксилон и др.) По токсикологическому действию на животных ДМТ относятся к первому классу опасности (чрезвычайно опасен, обладает мутагенным действием), метанол, этиленгликоль и параксилон – к третьему классу (умеренно опасные вещества).

По действию на растения наибольшей токсичности обладает параксилон, затем – этиленгликоль, ДМТ и метанол. Под влиянием выбросов наблюдается тенденция снижения почвенной кислотности, увеличения содержания углерода.

Снижается также биологическая активность почвы, численность микроорганизмов, усиливающих органические и минеральные формы азота, актиномицетов и спорообразующих бактерий, увеличивается группа грибов.

Контроль за состоянием почв в окрестностях комбината проводят по четырем направлениям, как указано выше, а также в таблице 8. Почвенные образцы отбирают со слоев 0–5 и 5–20 см. Кроме этого, вблизи комбината выбирают пробную площадку, с которой образцы отбирают по профилю почвы до глубины 1,5 м с горизонтов 0–5; 5–20; 40–50; 90–100; 140–150 см. В отобранных пробах определяют метанол, параксилон и ДМТ. Периодичность отбора – один раз в 3 года, одновременно с агрохимическим обследованием. Лучший срок отбора – летний период.

Отличительная особенность цементно-шиферного производства – сильная загрязненность атмосферы цементной пылью. С одной стороны, цементная пыль – ценное известковое удобрение с высоким содержанием Са, Mg, К и S. С другой стороны, длительное воздействие оседающей пыли неблагоприятно сказывается на окружающей среде.

Наблюдения показали, что в условиях запыленности воздуха на листьях растений образуется корка, препятствующая нормальному физиологическому функционированию. Под влиянием цементной пыли происходит подщелачивание прилегающих почв, сильно увеличивается содержание окиси кальция, полуторных окислов, обменного калия. Возможно также загрязнение почв тяжелыми металлами: Mg, Zn, Cu, Sr, Hg, Tl.

Мониторинг почв вблизи цементных предприятий проводят аналогично наблюдениям за воздействием на земли других промышленных предприятий. Пробы берут со слоев 0–5 и 5–20 см, а из почвенного разреза – еще 40–50; 90–100; 140–150 см. В образцах определяют кислотность, содержание обменного калия и металлы: Hg, Mn, Zn и Cu. Время отбора – летний период, частота отбора – один раз в 5–6 лет.

В зоне деятельности нефтехимических предприятий в окружающую среду поступают предельные, непредельные и ароматические углеводороды, сернистый ангидрид, угарный газ, окислы азота и др. Наиболее токсичными являются полициклические углеводороды, среди которых особое место занимает канцерогенное вещество бенз(а)-пирен (БП).

В целях осуществления наблюдения за воздействием на почвы нефтехимических предприятий отбор почвенных образцов проводят аналогично другим промышленным объектам со слоев 0–5 и 5–20 см, а также по профилю на типичной для данного района почве до глубины

не менее 1,5 метра. Разрез закладывают в непосредственной близости от предприятия в направлении господствующих ветров. В почве определяют содержание бенз(а)-пирена, серы, тяжелых металлов: Pb, V, Cd, Zn, Cu. В случае обнаружения аномально высокого количества указанных загрязнителей проводят сплошное обследование в этой зоне по типу агрохимического. Периодичность отбора почвенных образцов – один раз в 5-6 лет.

Основными загрязнителями почв, определяемыми в результате мониторинга земель в зоне влияния ТЭЦ, являются сернистый ангидрид, окислы азота, сероводород, окислы углерода, ванадий, бенз(а)-пирен, а также сажа, пыль. В зонах обнаружения повышенного содержания вышеуказанных загрязнителей производится дополнительное площадное обследование почв путем отбора проб из расчета 1 образец с площади до 10 га.

Периодичность отбора почв в зонах влияния ТЭЦ приурочивается к агрохимическому обследованию, проводимому один раз в 3 года.

Мониторинг земель, удобряемых осадками сточных вод (ОСВ), базируется на определении содержания тяжелых металлов в почвах. Для этого отбираются смешанные образцы тростьевым буром, из расчета одна проба с постоянного элементарного участка площадью 10 га. Отбор проб производится перед каждым повторным внесением ОСВ. Кроме почвенных проб, анализу на содержание тяжелых металлов подлежит в обязательном порядке используемый на удобрение осадок сточных вод.

Мониторинг земель в зоне влияния животноводческих комплексов должен осуществляться на ключевых участках и на маршрутах. На мониторинговом маршруте делается от 2 до 5 пунктов отбора проб почвы, почвенно-грунтовых, дренажных вод и растений. Пункты отбора проб отмечаются на плане местности. На ключевых участках и мониторинговых маршрутах ежегодно один раз в сезон (зимой, весной, летом и осенью) ведутся наблюдения за содержанием наиболее динамичных ингредиентов в почвах, почвенно-грунтовых, дренажных водах и растениях. Кроме этого, на ключевых участках в момент их закладки и затем с периодичностью, указанной в приложении, изучаются все свойства почв по полной программе производственного мониторинга.

Динамичными ингредиентами, за которыми должны вестись систематические наблюдения по сезонам года, являются: фосфор, калий, кальций, магний, натрий, цинк, медь, бор, молибден, свинец, кадмий, марганец, а также ионы аммония, нитратов, нитритов, сульфатов, гидрокарбонатов и хлора.

Содержание биогенных элементов: фосфора, калия, а также аммонийного и нитратного азота по сезонам года проводится в пахотном и подпахотном слоях до глубины 40 см, остальные ингредиенты определяются только в пахотном слое. Отбор проб почв проводится по принятой методике.

Мониторинг земель, загрязненных ядохимикатами и остаточными пестицидами, осуществляется дважды в сезон: весной до начала полевых работ и в период уборки или сразу после уборки урожая. Повышенное содержание токсиканта в почве (1,0 ПДК и выше) во второй срок отбора или продукции растениеводства служит основанием для проведения на следующий год систематического наблюдения за этими участками.

При ведении мониторинга прилегающих к автомобильным и железным дорогам земель выделяются основные загрязнители. В качестве таковых под влиянием автомобильного транспорта фиксируются свинец, кадмий и бенз(а)-пирен; железнодорожного транспорта – сера, азот, углеводород, бенз(а)-пирен.

При мониторинге земель вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей обязательным являются систематический контроль за качеством сельскохозяйственной продукции, выращиваемой в зоне придорожных полос.

С целью контроля за загрязнением почв в результате применения различных солей для борьбы с гололедицей, кроме вышеуказанных ингредиентов, в почвах рекомендуется определять хлор и натрий. Данный вид загрязнения устанавливается лишь на участках дорог, где наиболее интенсивно применяются меры борьбы с гололедицей.

### 5.3. Оценка результатов наблюдений

Для проведения контроля за химическим состоянием земель (почв), установления степени их загрязнения и последующего выявления долевого вклада в уровни концентрации химических элементов в почвах следует производить сравнение их показателей с региональным фоновым содержанием данных элементов. Для этой цели желательно использовать кларковые значения химических элементов (природное содержание), либо показатели их содержания на территориях, где почвы не подвержены загрязнению, не затронуты или слабо затронуты хозяйственной деятельностью (заповедники, заказники, массивы лесов, естественные болота, луга и т. д.).

Степень опасности химического загрязнения земель (почв) устанавливается путем сопоставления величин общего (валового)

содержания химических веществ с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК) (табл. 10). Полученные мониторинговые данные химического состояния почв в дальнейшем используются для нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах с учетом их влияния.

Т а б л и ц а 10

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ  
в почвах и допустимые уровни их содержания  
по показателям вредности

Наименование	ПДК (мг/кг) почвы,	Показатели вредности		
	С учетом фона	Транслокационный	Водный	Общесанитарный
1	2	3	4	5
<b>Водорастворимые формы</b>				
Фтор	10,0	10,0	10,0	25,0
<b>Подвижные формы</b>				
Медь	3,0	3,5	72,0	3,0
Никель	4,0	6,7	14,0	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	37,0
Кобальт	5,0	25,0	Более 1000	5,0
Фтор	2,8	2,8	-	-
Хром	6,0	-	-	-
<b>Валовое содержание</b>				
Сурьма	4,5	4,5	4,5	50,0
Марганец	1500	3500	1500	1500
Ванадий	150	170	350	150
Свинец	30,0	35,0	260,0	30,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	10,0
Ртуть <sup>x</sup>	2,1	2,1	33,3	5,0
Свинец+ртуть	20+1	20+1	30+2	30+2
Медь <sup>xx</sup>	55	-	-	-
Никель <sup>xx</sup>	85	-	-	-
Цинк <sup>xx</sup>	100	-	-	-
Кадмий <sup>xxx</sup>	3,0			

<sup>x</sup> – показатель вредности ртути миграционной в атмосфере – 2,5; <sup>xx</sup> – валовое содержание – ориентировочное; <sup>xxx</sup> – по данным ФРГ.



Термины и их пояснения:

Предельно допустимое количество загрязняющего почву химического вещества (ПДК) – максимальная массовая доля загрязняющего почву химического вещества, не вызывающая прямого или косвенного влияния, включая отдельные последствия на окружающую среду и здоровье человека.

Транслокация загрязняющего почву химического вещества – переход загрязняющего почву химического вещества в растения.

Миграционный водный показатель вредности характеризует способность загрязняющего вещества переходить из почвы в подземные грунтовые воды и поверхностные водоисточники.

Общесанитарный показатель характеризует влияние загрязняющего химического вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическую активность на количество и качество биопродукции, уровня потенциального геохимического самоочищения почв. Последний показатель определяется применительно к конкретным территориям, подвергающимся за нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах с учетом их влияния на загрязнение, на основе анализа почвенно-экологических условий и особенностей миграции и рассеивания химических веществ.

В основу разграничения зон с различным уровнем техногенного загрязнения почв могут быть положены ПДК и количественные показатели содержания в почвах токсичных элементов (табл. 11).

В зависимости от содержания в почве загрязняющих веществ оценка результатов мониторинговых наблюдений предусматривает выделение четырех степеней:

1. *Нормальные*. Содержание химических веществ в почвах находится на уровне фонового или оптимального значения.

2. *Допустимое*. Содержание загрязняющих веществ в почвах не превышает ПДК, но выше естественного фона.

3. *Неудовлетворительные*. Содержание загрязняющих веществ в почвах превышает ПДК без видимых изменений в почвах.

4. *Критические*. Содержание загрязняющих веществ в почвах в несколько раз превышает ПДК, что существенно снижает физические, физико-механические, химические и биологические характеристики.

**Оценка результатов мониторинговых наблюдений  
за изменением содержания в почвах токсичных элементов**

№ п/п	Показатели	Единицы измерения показателей	Критерии оценки содержания в почвах токсичных элементов			
			фоновое	допустимое	неудовлетворительное	критическое
1	Тяжелые металлы (валовое содержание):		Менее 15,0			Более 30,0
	Pb	Мг/кг	Менее 40,0			Более 100,0
	Zn	Мг/кг	Менее 10,0	15,1-20,0	20,1-30,0	Более 50,0
	Cu	Мг/кг	Менее 10,0	40,1-70,0	70,1-100,0	Более 3,0
	Cd	Мг/кг	1,0	10,1-20,0	20,1-50,0	
2	Радионуклиды (плотность загрязнения):	Ки/км <sup>2</sup>				
	Цезий,	Ки/км <sup>2</sup>		Менее 1,0		
	Стронций	Ки/км <sup>2</sup>	—		1,1-5,0	Более 5,0
3	Засоление отходами калийного комбината	Сl мг-экв/	Менее 0,3	0,31-0,90	0,91-2,80	2,81-6,5 и более
		100 г				

#### 5.4. Мониторинг экзогенных геологических процессов в Пензенской области

Мониторинг земель в г. Пензе показал, что в городе продолжает идти устойчивый процесс нового строительства зданий, строений и прочих сооружений, вовлекающий в процесс ежегодно около 2% городских земель. Из этих объектов достаточно существенна роль гаражей, автостоянок и рынков, занимающих до 1/10 площади новой застройки. Также до 1/10 площади новой застройки занимают земли т.н. «долгостроя» – временно прекращенного по различным причинам строительства, ухудшающего нормальное протекание инвестирования в строительство.

Строительству зданий и сооружений сопутствует изменение состояния земель. Благоустраивается и озеленяется 0,13% городских земель, но на площадях, превышающих благоустраиваемые в 3,5 раза, выявлены нарушения земельного законодательства, влияющие на экологическую обстановку (нарушения плодородного слоя почвы и захламление). Площади экстенсивно используемых земель за время осуществления мониторинга устойчиво колеблются в пределах 3-4%, снижаясь статистически не значимо.

В ходе инженерно-хозяйственного освоения геологическая среда подвергается мощному антропогенному воздействию. В результате развиваются опасные процессы, такие как оползни, подтопления, просадочные процессы и пр. На территории Пензенской области широкое распространение имеют овражно-эрозионные и оползневые процессы, боковая речная эрозия, подтопление, заболачивание и, в меньшей степени, карстово-суффозионные процессы, дефляция и абразия.

Пораженность площади региона различными типами экзогенных геологических процессов (ЭГП) следующая: овражная эрозия – 8,28%, оползни – 0,59%, подтопление и заболачивание – 3,44%, карст и суффозия – 2,69%, дефляция – 2,71%, абразия (Пензенское водохранилище) – 92,86% и плоскостная эрозия – 4,35%. Следует отметить, что площади участков подтопления и заболачивания постоянно увеличиваются, и связано это с последствиями техногенного воздействия на геологическую среду.

**Овражная эрозия.** Зоны, охваченные овражной эрозией, занимают большие площади на юго-западе, юге, юго-востоке и в центре области, они приурочены, в основном, к склонам долин рек Сура, Арчада, Хопёр, Мокша, Уза и др. Развитию овражной эрозии способствуют широко распространенные легко размываемые делювиальные лессовидные суглинки и подстилающие их слабые песчаники, пески, опоки, мергелистые толщи. Менее подвержены эрозии моренные отложения днепровской стадии оледенения, встречающиеся в западной части области. В восточных, внеледниковых районах, древнее эрозионное расчленение больше, вследствие более длительного проявления эрозии, что отражается и на современных эрозионных процессах. Они более активны в районах, не подвергавшихся оледенению и имеющих более расчлененный рельеф. Современное развитие овражной сети происходит за счет боковых (склоновых) и вторичных (донных) оврагов, приуроченных к древней долинно-балочной сети. Поэтому, в настоящее время наблюдаются не отдельные овраги, а овражно-балочные системы с большой глубиной овражной эрозии при их небольшой

ширине (в районе г. Кузнецк, сс. Зубрилово, Неверкино, Исса и др.). Овражно-эрозионные процессы приносят значительный ущерб сельскому хозяйству области, уменьшая посевные площади и ухудшая качество земель.

**Плоскостная эрозия.** Занимает преимущественно северо-восточную и восточную части области. Она приурочена к склоновым участкам долин рек Суры, Пелетьма, Айва и на водораздельных поверхностях, имеющих уклоны в сторону долины р. Сура (с.с. Нагорная Пелетьма, Казачья Пелетьма, Кирилловка, Михайловка, Владыкино, Алексеевка, Мишино и др.).

**Эоловые процессы.** Эти процессы приурочены к эоловой аккумулятивной равнине голоценового возраста, которая выделяется по долине р. Сура (по правому склону), по долинам р. Хопёр, и р. Ворона, в районе г. Кузнецка. Эоловые формы рельефа (гряды, дефляционные котловины) отмечены в районе с. Чаадаевка, в верховьях рек Айва и Верхняя Айва, пгт. Сосновоборск, на междуречье рек Тешнярь - Шкудимка. Положительные и отрицательные формы рельефа образуют эоловую равнину, чему способствуют наличие песчаного субстрата, постоянные ветры, хозяйственная деятельность человека (вырубка лесов и т.д.).

**Карстово-суффозионные процессы.** Карстово-суффозионные процессы приурочены к денудационным равнинам олигоценного и позднелайстоценового возрастов. Карстовые формы рельефа наблюдаются в восточной, центральной и южной частях равнины олигоценного возраста на выходах карбонатных пород верхнего мела. Они распространены по крутым склонам рек Сура, Сердоба, в районе сел Верхняя Елюзань, Благодатка, Шкудим, Евлашево и др. В пределах равнины позднелайстоценового возраста выделяются карстово-суффозионные формы рельефа в виде одиночных, бессистемно расположенных западин. Они наиболее четко выражены на водоразделе рек Исса – Шукша, Ломовка – Мокша, Мокша – Мичкасы, в районе сел Кириллово, Б. Ижмора, Исса, Липовка и др. (карст); а также сел Казарка, Беднодемьяновск, Куракино и др. (суффозия).

**Подтопление и заболачивание.** Процессы подтопления и заболачивания на территории области приурочены к денудационной равнине олигоценного возраста и эоловой равнине голоценового возраста: на водоразделах рек Веж-Айва, Сура-Труев, Тешнярь-Шкудимка и другие имеются плоские понижения, заполненные водой или торфяными болотами. На эоловой равнине голоценового возраста дефляционные котловины имеют близкое залегание грунтовых вод. Подтопление грунтовыми водами территорий жилой застройки отмечены в

пгт: Сосновоборск, Лунино, Исса, Пачелма, Башмаково; селах Мичкасы, Поим, Поселки, Евлашево, Бол. Вьяс, Чаадаевка, Украинцево, Уварово, Беликово, Ясная Поляна, Долгоруково, Голицыно и др. По материалам среднемасштабного инженерно- геологического обследования территории отмечено подтопление жилой застройки грунтовыми водами в более чем 50 населенных пунктах области. В восточной части области сосредоточена большая часть болот (около 200), небольших размеров – 8-10 га. Долины рек Сура, Мокша, Хопер, Уза, Шукша, Маис, Ломовка, Чембар и др. с их притоками имеют большое количество заболоченных участков, которые отмечены в районе пгт. Лунино, сел Лесной Вьяс, Долгоруково, Керра, Чаадаевка и др.

**Оползневые процессы.** Оползневые процессы на территории области распространены по склонам долин рек и древних балок. В оползневых процессах участвуют меловые, неогеновые и четвертичные отложения по долинам рек Мача, Сура, Сердоба, Шукша, Хопер и по склонам древних балок в Белинском, Нижнее - Ломовском, Лунинском районах. По левому склону долины р. Шукша крупные оползневые процессы развиты от с. Назарьевка до пгт. Лунино. Стационарные оползневые участки наблюдаются в пгт. Лунино, селах В. Ломов, Засечное, на базе отдыха «Солнышко», на нижнем бьефе Пензенского водохранилища и в г.г. Сердобск и Белинский. Оползневые процессы проявляются в виде оплывин, оползней и сплывов. Оплывины возникают в случаях насыщения водой пластичных горных пород склона, отчего увеличивается вес породы, уменьшается её связность и происходит скольжение мокрых, полужидких масс вниз. Эти явления могут захватывать как поверхностные, так и более глубокие слои горных пород. Чаще встречаются оползни, в которых перемещаются сухие горные породы по наклонному скользкому водоупорному слою (Лунино, Липовка, Нижний бьеф Пензенского водохранилища и др.). В верхней части сползающих склонов возникают трещины растяжения и сброса, разрывы в дернине. Оползень движется медленно, его движение останавливается на дне балки, оврага или реки (овраги «Кочетверть» близ Поима, «Бакалидин», «Крутой» в Пензенском районе, «Дальний» в Городищенском районе и др.).

**Абразионные процессы.** Абразионные процессы развиваются на Пензенском водохранилище. Протяженность береговой линии водохранилища составляет около 112 км. Активность процессов переработки берегов с годами не снижается. По береговой линии водохранилища берегоукрепительные работы выполнены только в с. Алферьевка (0,7 км) и в с. Казеевка (шинное крепление), протяженностью около 0,4 км. Несмотря на укрепление берегов, разрушение береговой линии по трём створам составило в 2008 году 0,3 м (справа от плотины) – 1,0 м (с. Казеевка).

## 6. ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

### 6.1. Типы деградации почв и их диагностика

На сегодняшний день четкого определения термина «деградация почв» не существует. Точнее, имеется много определений и представлений. Связано это, в первую очередь, с невозможностью до конца определить, что понимать под деградацией. Однако совершенно ясно, что это понятие включает в себя процессы ухудшения свойств и качества почв с точки зрения их продуктивности. Сегодня люди, так или иначе связанные с использованием почв, знают об их деградации. Поэтому оно нуждается в четком общепризнанном определении. Ниже будут приведены несколько определений этого явления, по смыслу близкие друг другу.

Европейский Почвенный научный центр (г. Вагенинген, Нидерланды, 1988): «Деградация почв – это совокупность процессов, вызванных деятельностью человека и уменьшающих способность почв к поддержанию жизни людей». Такое определение не раскрывает сущности и характера процессов, которые ее вызывают, а устанавливает только последствия.

В «Методике определения размеров ущерба и деградации почв и земель» (1994) дается следующее определение: «Деградация почв и земель представляет совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель». Как и в предыдущем определении, здесь больше говорится о последствиях деградации. А понятия «почва» и «земля» ставятся в один ряд, предполагая, что это слова синонимы. Возможно, это неправомерно, поскольку деградация земель может происходить от чрезмерного их дробления, неправильного землеустройства, что никак не повлияет на деградацию почв как таковых.

Собственно почвенное определение деградации почв было предложено М.И. Герасимовой, Н.А. Караваевой и В.О. Таргульяном, (2000): «Деградация почв - изменения в почвенной системе, и\или в составе и строении твердой фазы почв, и\или регуляторной функции почв, имеющие результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека».

Деградация почв представляют собой ухудшение любых их биосферно-экологических функций под влиянием ускорения, замедления, искажения естественных элементарных почвенных процессов (Крупенников, 2008). Действительно, в почве протекает огромное число непрерывных процессов, как в органической, так и в минеральной ее частях, и любое нарушение естественных циклов может вести к деградации. Кроме того, почва постоянно взаимодействует с атмосферой и гидросферой, компоненты которых в ней всегда присутствуют в самых различных своих проявлениях, поэтому нарушения в педосфере ведут к нарушениям и в других сферах.

Н.Б. Хитров (1998) дал близкое этому определение деградации: «Деградация почв – это вызванный человеком процесс ухудшения и/или утраты свойств и качества почвы (в пределах элементарного почвенного ареала), результат которого способствует увеличению затрат различного рода ресурсов (энергетических, сырьевых, информационных и пр.) для достижения ранее получаемого количества и качества продукции и/или увеличению ограничений на дальнейшую деятельность человека». А также предложил рассматривать и оценивать ее в пределах каждого конкретного элементарного почвенного ареала. Кроме этого, он ввел ряд понятий, детализирующих проявления деградации:

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

Скорость деградации почвы – быстрота изменения степени деградации почвы, которая считается, как степень изменения деградации за определенный период.

Вид деградации почвы – группа процессов ухудшения свойств и качества почвы, имеющая одинаковые общие механизмы осуществления и спектр результатов воздействия

Число совмещенности – число видов деградации почвы, диагностируемых одновременно в одной почве.

То же определение может быть применено и к понятию «деградация почвенного покрова», только речь будет идти о почвенной комбинации, а не о почве. Для деградации земель, по мнению Н.Б. Хитрова, может быть также сделано аналогичное определение (1998).

Таким образом, в современном почвоведении понятие «деградация почв» рассматривается с позиции удобства и благополучия человека и окружающей его природной среды. Такой подход к проблеме критически рассматривали Г.В. Добровольский и В.Д. Васильевская. Это очень важный момент, поскольку для почв как сложных систем, их деградация в приведенном выше понимании отнюдь не всегда является

деградацией с точки зрения общей теории систем, т.е. потери элементов и упрощения структуры этой системы вплоть до исчезновения самой системы. Очевидно, что системное понятие деградации отвечает понятию деградации почв в случае таких разрушающих почву воздействий и процессов, как эрозия, дефляция, дегумификация, но не вполне соотносится с ним в случае, например, формирования солонцеватых черноземов при орошении.

Другой проблемой является то, что исследователи не могут сойтись в едином мнении по поводу принципов деления процессов деградации на группы.

Существуют разные критерии выделения групп процессов деградации. Ниже мы попытаемся рассмотреть наиболее распространенные.

Большинство исследователей деградационных явлений склоняются к мысли, что все виды деградации условно можно разделить на три группы: физическая, химическая и биологическая. Представленная ниже классификация заимствована из системы GLASOD В.В. Снакиным и другими авторами (2002).

#### ***Физическая деградация почвы***

Характеризуется нарушением строения почвенного профиля, которое определяется по уменьшению мощности гумусового горизонта. Оно отражает воздействие водной и ветровой эрозии, механическое нарушение почвенного покрова (Снакин и др., 2002).

Другим видом нарушения почвенного профиля являются посторонние наносы, ухудшающие продукционную функцию почвы. При этом степень деградации почвы зависит от мощности абиотического наноса.

Использование сельскохозяйственной техники является следствием ухудшения структуры и увеличения плотности почвы, слитизации, коркообразования и ряда других негативных процессов.

Насыщение почвенного профиля влагой способствует проявлению признаков гидроморфизма и приводит к формированию гидроморфных почв. Среди причин, вызывающих процесс вторичного заболачивания, основной является повышение уровня грунтовых вод. Поскольку заболачивание приводит не только к изменению водно-физических свойств, но и к изменению физико-химических параметров, в качестве индикатора заболачивания В.В. Снакин и соавторы предлагают использовать снижение, по сравнению с нормой, величины окислительно-восстановительного потенциала почвы на глубине 15-20 см (Снакин и др., 2002). Говоря о таких глубинах, авторы скорее всего имели в виду мощность почвенного профиля, используемого в сельском хозяйстве.



### ***Химическая деградация почвы***

Истощение почвы в результате нерационального использования в сельскохозяйственном производстве может привести к существенному снижению ее плодородия. Этот процесс отражается в первую очередь снижением содержания питательных элементов (НРК).

Процесс снижения содержания гумуса, который происходит вследствие неумеренного использования земель, также свидетельствует о деградации почвы. Однако ввиду того, что при распаивании целинной почвы происходит резкое скачкообразное изменение этого показателя, и в дальнейшем он колеблется в зависимости от внесенных органических удобрений и вида возделываемой культуры, установление эталонных значений содержания гумуса для агропочв затруднено.

Содержание легкорастворимых солей отражает процесс вторичного засоления. Показателем процесса вторичного осолонцевания является увеличение содержания обменного натрия в ППК, а критерием деградации почвы – увеличение его доли в составе обменных катионов.

Снижение величины ОВП почвы, обычно вследствие орошения, может привести к уменьшению продуктивности экосистемы. ОВП – количественный показатель окислительно-восстановительного потенциала почвы, отражающий совокупность химических и физико-химических показателей почвы. Его уровень определяет преобладание окислительных или восстановительных процессов в почве.

Загрязнение почвенного покрова различными токсичными веществами является причиной снижения, как количества, так и качества урожая. Для экотоксикологической оценки земель используют показатель предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества (ТМ, пестициды, и др.) в почве. Степень загрязнения почвы по кратности превышения величины ПДК целесообразно дифференцировать в соответствии со степенью токсичности анализируемого поллютанта.

### ***Биологическая деградация***

Почвенные организмы играют ключевую роль в круговороте питательных веществ, разложении остатков в почве, детоксикации загрязнителей и подавлении патогенных форм микроорганизмов.

Микробиологические тесты, являющиеся раннедиагностическими, позволяют за короткое время, даже при незначительных изменениях окружающей среды, оценить отклонения в функционировании почвенной системы и поэтому могут служить показателями степени деградации почвы. Уровень активной микробной биомассы (это масса живых микроорганизмов в почве) является информативным показателем состояния почвенной микробиоты.

Биологическое загрязнение почв может характеризовать показатель, отражающий содержание патогенных форм микроорганизмов, т.е. их доли от общего пула микроорганизмов.

Показателем состояния почвенной биоты, который зависит от суммарного загрязнения почвы, содержания фитопатогенных и токсикогенных микроорганизмов, является фитотоксичность почвы.

Кроме нее следует выделить генотоксичность почвы – ее способность влиять на структурно-функциональное состояние генетического аппарата почвенной биоты, включая микроорганизмы, растительность, почвенную фауну. На примере пестицидов прослеживается четкое влияние вносимых в почву веществ – мутагенов на здоровье населения: повышенная заболеваемость, обусловленная вновь возникающими мутациями в клетках человека или патологической реакцией на экзогенетические факторы. Мутагенное действие показывают 80% пестицидов, испытанных на клетках млекопитающих (Снакин и др., 2002).

Другой способ выделения групп деградаций почв предлагают Г.В. Добровольский, В.Д. Васильевская и др. авторы (Деградация..., 2002). Они считают, что на сегодняшний день в качестве причин возникновения процессов деградации почвы выделяются 2 основных фактора: антропогенный (агрогенный и техногенный) и природный.

М.Н. Заславским еще в начале 30-х годов прошлого века было сформулировано понятие «почворазрушающие процессы» – процессы и явления, снижающие плодородие почв, ухудшающие условия сельскохозяйственного использования земель, увеличивающие эрозионную опасность и интенсивность эрозии, разрушающие почвенный покров. Хотя эти слова относились автором только к эрозии почв, можно считать их предпосылкой зарождения представлений о деградации почв.

Были выделены процессы, проявление которых не может быть предотвращено человеком, т.е. природные, и которые могут вести к деградации почв и нарушениям или уничтожению почвенного покрова. Это землетрясения, извержения вулканов, различные склоновые процессы и т.п.

Процессы, интенсивность которых в большей или меньшей степени определяется антропогенным фактором: оползни, сели, эрозия почв, дефляция, пирогенная деградация и др. и вызываемые антропогенными факторами: термокарст, вторичное засоление, пересушка торфяников и т.д. (Деградация..., 2002)

Техногенные процессы: загрязнение почв токсическими веществами, затопление плодородных почв при строительстве водохранилищ,

нарушения почв при геологоразведочных работах и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, дегумификация пахотных почв и многие другие. (Деградия..., 2002)

И.А. Крупенниковым в его работе «Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения» (2002) составлена таблица «Типы и виды деградации обрабатываемых черноземов» по процессам деградации в черноземах Молдовы. Эта таблица характеризует основные группы процессов деградации черноземов. Однако представленные в этой таблице проблемы можно рассмотреть несколько шире, т.е. не только в черноземах. Для этого, мы добавили в нее последний столбец, в котором степень возможного проявления перечисленных деградационных процессов сравнивается между тремя типами почв разных природных зон: дерново-подзолистые (Пд), черноземов типичных (Ч) и пустынных серо-бурых (СБ). Ниже таблицы в тексте приведены комментарии к ней, а именно как те или иные виды деградационных процессов сказываются на рассматриваемых группах почв, и почему мы считаем, что в каких-то почвах воздействие больше, меньше или одинаково.

Т а б л и ц а 12

Типы и виды деградации разных групп почв

№	Процессы деградации	Эффект деградации	Способ преодоления или минимализации эффекта	Степень выраженности процессов
1	2	3	4	5
<b>Химические деградации</b>				
1	Преобладание разложения гумуса над его ресинтезом	Гумусовая деградация, дегумификация,	Расчетное внесение навоза, полное использование растительных остатков, уменьшение доли пропашных, травы, щадящие обработки почвы	Ч=Пд=СБ
2	Преобладание потерь азота (NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> ), воздушным путем и на питание растений над его биологическим накоплением	Азотная деградация, денитрификация. Вымывание N-NO <sub>3</sub>	В дополнение к №1 внесение азотных удобрений по дефициту N в слое 0-60 см, увеличение посевов бобовых (люцерны и др.)	Ч=Пд=СБ
3	Потери фосфора на питание растений без его компенсационного внесения	Фосфорная деградация, дефосфатизация	В дополнение к №1 внесение фосфорных удобрений по дефициту P в слое 0-60 см	Ч=Пд=СБ

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
4	Потери калия на питание растений без компенсационного внесения	Калиевая деградация, депоташизация	В дополнение к №1 внесение калиевых удобрений под требовательные к ним культуры (сахарная свекла, виноград). В основном использование почвенных резервов	Ч=Пд=СБ
5	Вынос отдельных форм кальция, рост гидролитической кислотности, снижение величины рН	Кальциевая деградация, подкисление почв, декальцинация	Физиологически щелочные удобрения, умеренное известкование или внесение отходов сахарной промышленности	Пд>Ч
6	Недостаток в почве некоторых микроэлементов йода, фтора, цинка	Микроэлементная недостаточность	Навозные удобрения, использование отходов промышленности, внесение микроудобрений	Ч=Пд=СБ
7	Повышенный вынос солей поверхностным и речным стоком	Гидрохимическая деградация, вынос химических элементов за пределы данного ландшафта	Снижение склонового стока и эрозия в речных бассейнов, недопущение смыва удобрений со стоком	Ч=СБ
8	Засоление почв при использовании для орошения минерализованных вод	Галургическая деградация, избыточное засоление почв	Неприменение для орошения некондиционных вод (профилактика), промывка пресной водой	Ч=СБ
9	Заражение почв радионуклидами при атомных выбросах	Радионуклидное заражение, атомная радиация	Межгосударственные соглашения по недопущению аварий на атомных электростанциях и других радиовыбросов в атмосферу. Спец. мониторинг.	Ч=Пд=СБ
<b>Физические деградации</b>				
10	Разрушение зернистой структуры при длительной и плохой обработке почвы	Обесструктуривание, дезагрегация	Обработка почвы в состоянии спелости, посевы злаковых трав, полимеры	Ч>Пд
11	Переуплотнение почвы до глубины 0,5 м, сокращение порового пространства и фильтрации воды	Переуплотнительная деградация, уменьшение пустот для «депо» семян	Недопущение использования для обработки почвы тяжелых колесных тракторов (профилактика), глубокое рыхление почвы	Ч=Пд=СБ

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
12	В дополнение к № 11-12 бесполезный поверхностный сток и физическое испарение воды	Иссушительная деградация, смыкание с атмосферной засухой.	Зяблевая вспашка, неглубокая обработка почвы, лесокустарниковая защита	Ч>Пд
13	Огрубление структуры почвы (глыбы, «чемоданы») из-за нарушения правил и сроков ее обработки	Агротехническая деградация, ухудшение строения пахотного слоя, выпахивание почвы	Соблюдение нормативов обработки, использование адекватных орудий тяги и вспашки	Ч
14	Псевдослитизация нижней части пахотного слоя при высвобождении минеральных коллоидов из-за дегумификации	Псевдослитизационное уплотнение, деградация пахотного слоя №№11,12,14 – гидролизная деградация	В дополнение к №№1,11,12,13 специальные приемы обработки пахотного слоя, слежение за его состоянием	Ч>СБ
15	Ухудшение газообмена между атмосферой и почвой, проникновения в нее кислорода и выделения СО <sub>2</sub> из-за переуплотнения	Аэрологическая деградация, подавление газоатмосферной функции	Выполнение способов №№11,12,14,15	Ч>СБ
16	Избыточное увлажнение при подъеме уровня грунтовых вод или их выклинивания на склонах, иногда сопровождаемое осолонцеванием	Образование мочаров - очагов избыточного увлажнения, мочаристая деградация	Осушение методом дренажа и сброса избытка воды. Превращение наиболее «трудных» мочаров в биосферно-экологические оазисы для дикой флоры и фауны	Ч>СБ>Пд
17	Нарушение теплового режима почв из-за их осветления при снижении гумусности	Деколоризация почв, осветительная деградация	Все способы повышения гумусности почв, в отдельных случаях применение черных покрытий	Пд>Ч
<b>Биологические деградации</b>				
18	Полное или частичное оголение почвы от растительности	Дефолиация, дефольная деградация	Недопущение изреженности посевов, оголения почвы	СБ>Ч>Пд
19	Истребление землероев (грызунов), сокращение образования кротовин	Девертебрация, девертебратная деградация	Элементы переложной системы на части земель, терпимое отношение к землероям	Ч>Пд>СБ

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
20	Угнетение и подавление мезофауны из-за №№1,9,12, уменьшение ее численности и видового разнообразия, особенно земляных червей	Снижение активности мезофауны, мезофаунистическая деградация	Выполнение способов №№1,9,12,14,15, иногда интродукция червей	Ч>Пд>СБ
21	Подавление деятельности микроорганизмов из-за №№1,2,9,12, снижение их видового разнообразия	Уменьшение активности микроорганизмов, микробиологическая, биохимическая деградация	Выполнение способов №№1,9,12,14,15, иногда интродукция полезных микроорганизмов	Ч=Пд=СБ
22	Уменьшение кол-ва энзимов из-за №№1,2,9,12,22	Снижение активности энзимов, деэнзиматическая деградация	То же, что и для активизации микроорганизмов (№ 22)	Ч=Пд=СБ
23	Заражение почвы фитопатогенными микроорганизмами и веществами	Почвоутомление, фитотоксическая деградация	Недопущение монокультуры растений, чувствительных к токсикозу	Ч=Пд=СБ
24	Временное оглеение нижней части профиля почвы при подъеме грунтовых вод или образовании верховодок	Установление анаэробного режима, восстановительная деградация	Правильное управление гидрологическим режимом окружающей территории	Ч>Пд=СБ
25	Уменьшение турбации (обмена) материалом нижних и верхних горизонтов почвы при сокращении работы землероев (№20) и земляных червей (№21)	Антитурбационная, зооантитурбационная деградация	Выполнение способов №№20,21	Ч=Пд=СБ
<b>Профильные деградации</b>				
26	Гидромеханический смыв половины горизонта А	Слабоэрозионная деградация	Обработка поперек склона, простые почвозащитные приемы	Ч=СБ>Пд
27	Гидромеханический смыв всего горизонта А и части В	Среднеэрозионная деградация	В дополнение к №27 ограничение доли пропашных культур, фитомелиорация	Ч=СБ>Пд
28	Гидромеханический смыв горизонта А и половины горизонта В	Сильноэрозионная деградация	Исключение пропашных культур, лучше отвод на отдых или землевание местными мелиорантами	Ч=СБ>Пд

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
29	Смыв всего почвенного профиля, выход на поверхность почвообразующей породы	Геологизация почвенного покрова, контрэволюция почв	То же, что и №29, но с меньшим успехом	Ч=СБ>Пд
30	Сильное развитие линейной эрозии, образование склоновых оврагов	Овражная деградация почвенного покрова, усложнение СПП	Коренные мелиорации: полная засыпка или выполаживание оврагов, землевание местными мелиорантами	Ч=Пд>СБ
31	Погребение гумусированного делювия на глубину более 0,5м материалом сильно-эродированных почв	Инвертизация профиля почв, делювиально-инверсионная деградация	Строительство мелких прудов, при орошении и удобрении выращивание овощей	Ч>Пд
32	Вертикальная турбация и горизонтальное перемещение под влиянием оползней	Оползневая деградация почв, хаотизация почвенного профиля	Сложные гидротехнические мелиорации с последующим землеванием	Ч=Пд
33	Развевание, дефляция почв под воздействием ветров большой скорости	Сокращение мощности почв из-за ее сдувания, дефляционная деградация	Мелкая (плоскорезная) обработка почв, фитозащита	СБ>Ч
34	Засоление и осолонцевание почв при кратковременном поливе некондиционными водами при умеренных поливных нормах	Галосолонцовая деградация, формирование солонцового горизонта. Первая стадия выхода из черноземного типа	Гипсование, применение отходов сахарной промышленности образовании глубоких солонцов, невозможность восстановления черноземного профиля	СБ>Ч
35	Трансформация минералогического состава, вынос гумуса, карбонатов, оглеение, осолонцевание в результате длительного орошения некондиционными водами при больших поливных нормах	Ирригационно-минералогическая деградация, радикальное ухудшение минералогического состава, формирование нового ущербного типа почв	Вывод из активного поливного режима, разработка новых подходов к использованию и мелиорации почв	СБ=Ч
<b>Географические и общебиосферные деградации</b>				
36	Из-за неравномерного внесения удобрений, проведения обработки поле приобретает пестроту плодородия и урожайности	Внутрипольная деградация плодородия, пестрополье	Регламентация внесения удобрений по расчету их содержания в отдельных частях поля, прецизионное земледелие	Пд=СБ>Ч

## О к о н ч а н и е т а б л . 12

1	2	3	4	5
37	Усложнение сложения почвенного профиля под влиянием неравномерного развития многих видов деградации	Географическая, пространственная деградация	Гомогенизация почвенного покрова, землевание смытых почв, засыпка оврагов, консолидация земель	Ч=Пд=СБ
38	Под влиянием нескольких деградаций резко ослабевают экологические функции почв	Биосферно-экологическая, общефункциональная деградация	Комплексы приемов преодоления деградации (№№1-38)	Ч=Пд=СБ
39	Снижение биопродуктивности и бонитета почв, урожайности сельскохозяйственных культур и пурификационной функции почв	Контрпродуктивная деградация, сильное снижение плодородия почв и их защитного действия на здоровье человека и животных	Экологизация земель на ландшафтной или геобиоценотической основе, укрупнение обрабатываемых площадей	Ч=Пд=СБ

## П р и м е ч а н и я .

«Ч» – Черноземы типичные

«Пд» – Дерново-подзолистые

«СБ» – Пустынные серо-бурые

«=» – воздействие деградационных процессов равноценно, «>», «<» – больше или меньше в одной из групп почв по сравнению с другой (другими).

Сравним основные химические деградации, характерные для разных типов почв, из перечисленных в таблице.

В процессах, под номерами 1-4 и 6 таблицы мы считаем, что воздействие дегумификации, а также отсутствие или уменьшение запаса питательных элементов (N,P,K), негативным образом сказывается для всех рассматриваемых групп почв, независимо от природной зоны и экологических условий их образования и функционирования. Вынос отдельных форм кальция (пункт 5) более негативно скажется на Пд, чем на Ч, т.к. и без того кислые Пд станут еще более кислыми, в отличие от насыщенного кальцием ППК черноземов либо полностью окисленного профиля серо-бурых почв.

Деградации, связанные с повышением содержания солей в почве в результате орошения (пункты 7 и 8) одинаково негативно сказываются как на Ч, так и на СБ, учитывая, что Пд мало орошают .



Сравним основные физические деградации.

Переуплотнение почвы (пункт 11) одинаково вредно для всех типов почв, а разрушение зернистой структуры и бесполезный поверхностный сток (пункты 10 и 12) более характерны для Ч, чем для Пд и СБ. В Пд практически не встречается зернистая структура, а СБ расположены преимущественно в аридной зоне, где большие объемы воды и связанный с нею поверхностный сток - редкость.

Огрубление структуры почвы, появление «чемоданов», глыб в пахотном горизонте (пункт 13) характерно исключительно для Ч и выделено специально для этой группы почв.

Псевдослитизация нижней части пахотного слоя и ухудшение газообмена между атмосферой и почвой (пункты 14 и 15) более негативно сказывается на Ч вследствие появления в них солонцеватых свойств, чем на СБ почвах, окарбонированных с поверхности. И отсутствует в Пд почвах

Избыточное увлажнение при подъеме уровня ГВ, иногда сопровождаемое осолонцеванием (пункт 16). Из трех типов почв Ч наиболее чувствительны к этой проблеме, поскольку для Ч в естественных условиях почвообразования совершенно не характерны процессы оглеения, слитизации, осолонцевания, и др., ведущие к резкому ухудшению плодородия. Условия развития СБ почв аридные, т.е. с недостатком увлажнения, и поэтому проявление этой проблемы здесь маловероятно. А Пд почвы развиваются во влажных условиях, и оглеение для них – абсолютно нормальное явление.

Сравним основные биологические деградации

Пункт 18, деградация растительного покрова почв, наиболее отрицательно скажется на СБ почвах, нежели на каких-то других, т.к. при характерном для них экстрааридном типе климата сильно повышается вероятность опустынивания территории.

Девертебратная и мезофаунистическая деградации (пункты 19 и 20) более актуальны для Ч, чем Пд, из-за многочисленности и большого видового разнообразия почвенной фауны и мезофауны в Ч и, соответственно, более важной роли, которую они играют в развитии этих почв. В свою очередь, это практически не относится к П почвам из-за низкой распространенности педофауны в них. Однако микроорганизмы (пункт 21) и ферменты (пункт 22) одинаково широко проявляют свою деятельность во всех почвах, а значит и уменьшение их активности одинаково негативно скажется для всех типов почв.

Временное оглеение нижней части ПП при подъеме уровня ГВ или образование верховодок (пункт 24) затрудняет дыхание почвенной фауны, что негативно сказывается на развитии почв. А наиболее богаты

почвенной фауной Ч, поэтому негативные последствия развития этого процесса для них наиболее существенны. Рассматриваемый в п. 24 процесс деградации в гораздо меньшей степени сказывается на Пд и СБ почвах, т.к. состояние оглеенности нижней части ПП свойственно Пд, а в СБ почвах кол-во почвенной фауны очень мало.

Заражение почвы фитопатогенными микроорганизмами и веществами (пункт 23), а также уменьшение турбации материала при сокращении работы землероев и земляных червей (пункт 25), негативно скажутся на всех типах почв. В первом случае речь идет о почвоутомлении, а во втором о снижении численности почвенной фауны, что является индикатором ухудшения свойств почв.

Сравним основные профильные деградации

Пункты 26, 27, 28 и 29 схожи по своей структуре. В них речь идет о различной степени разрушения ПП вследствие гидромеханического смыва. Причиной подобных процессов могут являться как природные факторы (сильный дождь и ливни), так и антропогенные (чрезмерное орошение). Однако Пд почвы практически не орошаются. Поэтому чаще всего подобные деградации встречаются в Ч и СБ почвах.

Сильное развитие линейной эрозии, образование склоновых оврагов (пункт 30) являются следствием дождей ливневого характера, характерные для почв гумидного и семи-аридного типов климата (Пд и Ч), чем аридного и экстра-аридного (СБ).

Пункт 31, погребение гумусированного делювия на глубину более 0,5 м материалом сильноэродированных почв довольно специфический процесс, выделенный И.А. Крупенниковым для Ч Молдавии, однако теоретически Пд почвы также могут быть подвержены подобным процессам.

Пункт 32 – вертикальная турбация и горизонтальное перемещение под влиянием оползней. Подобные процессы являются следствием переувлажнения. Происходят перемещения переувлажненной почвенной массы по водоупорному горизонту. Этому виду деградации могут подвергнуться Ч и Пд почвы, но не СБ из-за малого кол-ва влаги в тех условиях, в которых последние развиваются.

Дефляция и засоление почв (пункты 33 и 34) не угрожают Пд, однако в принципе являются основной проблемой СБ почв, в связи с аридным типом климата, и менее – для Ч.

Ухудшение свойств почв в результате длительного орошения некондиционными водами (пункт 35) может случиться как с Ч, так и с СБ, но не с Пд, т.к. их не орошают в широком масштабе, и в зоне их развития нет засоленных вод.

Географические и общебиосферные деградации.

Внутрипольной деградации плодородия или пестрополью, (пункт 36) могут быть подвержены все почвы. Однако, из-за малой мощности гумусового горизонта Пд и СБ более чувствительны к подобного рода деградациям.

В пункте 9, оставшихся пунктах (37-39) географических и общебиосферных деградаций, а также пунктах (40-44), относящихся к техногенным деградациям, рассматриваются виды деградаций более крупномасштабные и общего плана, вред от которых примерно одинаков для всех групп почв.

По проявлению деградационных процессов в почвах может быть выделено несколько степеней. В современных классификациях подходы к их выделению существенно различаются. Так, в Международном руководстве по деградации (Деградация..., 2002) выделяется 5 степеней каждого из типов деградации: деградации нет, слабая деградация, средняя, сильная и экстремальная. Для каждой степени даются количественные придержки изменения конкретного свойства: количество промоин и их частота, степень засоления и т.д. В ряде рекомендаций по оценке степени деградации почв в мерзлотных регионах предлагается оценивать степень нарушенности почвенного покрова по возможной скорости восстановления растительного покрова.

## **6.2. Диагностика и характеристика эродированных почв**

Данные Л.И. Китаевой (1983 г.) показали на тесную связь между потерями запаса гумуса в слое 0-100 см выщелочных черноземов и уменьшением мощности гумусового горизонта. Коэффициент корреляции составил 0,93. Согласно этой связи, С.П. Ломовым в учебном пособии «Деградационные процессы в почвах Пензенской области» была предложена следующая классификация почв по степени смывости.

## Классификация смытых почв области

Степень смытости почв	Оценка категории смытости			
	Уменьшение запасов гумуса, % от несмытой почвы		Снижение мощности гумусового горизонта, % от несмытой почвы	
	Выщелоченные черноземы 0-100 см	Серые лесные почвы 0-50 см	Выщелоченные черноземы	Серые лесные почвы
Слабосмытая	До 25	До 25	До 28	До 29
Среднесмытая	26-50	26-50	29-52	30-48
Сильносмытая	51-75	51-75	53-76	49-66
Очень сильносмытая	75	75	76	66

Проведенные С.П. Ломов исследования по изучению смытости почв экспериментального участка отдела земледелия ПНИИСХ в масштабе 1:5000, подтвердила выше высказанные положения. Группировка почв по степени смытости, представленная в табл. 14 показала, что выделенные слабосмытые и среднесмытые почвы по уменьшению только гумусового горизонта, почти не отличаются друг от друга по содержанию гумуса в верхнем 0-30 см слое – 6,34 % и 6,23 % соответственно. Последующие расчеты запасов гумуса в метровой толще черноземов, помогли выявить, что слабосмытые почвы потеряли 22 % запасов гумуса, а среднесмытые – 34 %, что объективно подтверждает их разделение на разные группы по степени смытости (табл. 13).

Таблица 14

## Группировка почв экспериментального участка по степени эродированности

Показатели / варианты	Несмытые	Слабосмытые	Среднесмытые	Намытые
1. Пределы содержания гумуса в слое 0-30 см, %	6,8-9,85	4,3-7,49	4,65-7,11	6,0-8,3
2. Средневзвешенное содержание гумуса в слое 0-30 см, %	7,9 (100%)	6,34 (80%)	6,23 (78,2%)	7,5 (94%)
3. Пределы запасов гумуса в слое 0-100 см, т/га	603-881	418-698	333-614	691-1091
4. Средневзвешенная величина запасов в слое 0-100 см, т/га	795 (100%)	579 (78%)	492 (66%)	872 (117%)

Таким образом, при изучении степени смытости черноземов, кроме известных критериев, таких как: уменьшение гумусового горизонта и снижения содержания гумуса, необходимо использовать расчеты запасов гумуса в метровой толще.

Кроме того, структура почвенных ареалов разной степени смытости и намытых вариантов подтверждает связь уклона местности и степени эродированности почв.

Слабая смытость (или допустимая) почв наблюдается при уклоне 1-2°. Среднесмытые почвы приурочены к уклонам местности более 2°.

Климатические и геоморфологические показатели (расчлененность, глубина базиса эрозии, уклоны и почвенные условия) легли в основу почвенно-эрозионного районирования области с выделением четырех эрозионных районов (проведено Пензенским филиалом «Волгогипрозем»), которые в общих чертах совпадают с агропочвенными районами.

1. Вадинско-Мокшанский (северо-западный) район достаточного увлажнения, типично лесостепной – среднего смыва и слабого размыва.

2. Белинско-Сердобский (юго-западный) район, умеренного увлажнения, слабого смыва и слабого размыва.

3. Засурский (северо-восточный) район, увлажненный, сильного смыва и сильного размыва.

4. Кададинско-Узинский (юго-восточный) район, умеренного увлажнения, среднего смыва и среднего размыва.

### 6.3. Изменение качественного состава гумуса черноземов

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что качественный состав гумуса изменяется уже при распашке почв и вовлечении в сельскохозяйственное производство. В пахотных почвах уменьшаются органические кислоты, связанные с более подвижными полуторными окислами ( $R_2O_3$ ) и на этом фоне относительно увеличиваются органические кислоты, связанные с кальцием (Наконечная и др., 1995 г.). В пахотных черноземах замедляется скорость процесса гумусообразования и усиливается минерализация менее устойчивых продуктов гумификации. Процесс снижения углерода гумуса и изменение качественного состава происходит повсеместно и это следует рассматривать как глобальную экологическую проблему.

Наиболее целесообразным подходом к выявлению агрономической ценности гумуса и его составляющих можно считать разделение всех органических соединений почвы на две большие группы: группу

консервативных, устойчивых веществ и группу лабильных соединений.

Для определения лабильной части гумуса в черноземах используется расчетный метод, предложенный К.В. Дьяконовой (1990 г.), заключающийся в применении коэффициента регрессии 0,11 эмпирически полученного для черноземов типичных.

В результате анализа полученных данных выявляется своеобразная группировка почв:

1. Почвы с содержанием гумуса до 5 % с большим дефицитом лабильной части гумуса, можно назвать «выпаханными».

2. Почвы с содержанием общего гумуса от 5 до 6,5 % с дефицитом относительно лабильной части гумуса или с частичным дефицитом лабильной части гумуса, можно назвать слобовыпаханными.

3. Почвы с содержанием общего гумуса > 6,5 % с благоприятным соотношением инертной и лабильной части гумуса – можно отнести к окультуренным вариантам.

#### **6.4. Количественные изменения кислотности в почвах области**

Кислотность почв Пензенской области изучалась с 1970 г. коллективом Пензенской области проектно-изыскательской станцией химизации сельского хозяйства. На сегодняшний день проведено 4 тура обследований.

По данным исследований следует подчеркнуть, что площадь сильнокислых почв в течение трех туров (с 1971 по 1989 г.) почти не изменилась 2,7; 2,5 и 2,6 % соответственно, от общей площади пахотных земель области. Почти стабильно оставалась площадь слабокислых почв – 49,6; 49,7 и 45,7 %. Увеличивалась площадь среднекислых почв от 29,5 до 43,8 %. За счет уменьшения площади почв с нейтральной реакцией с 18,2 до 6,9 %.

Данные четвертого тура обследования (1995 г.) подчеркивают, что сохранилась тенденция увеличения площади среднекислых почв до 48,5 % за счет снижения площади слабокислых почв до 35,2 %. Напротив, площадь почв с нейтральной реакцией неожиданно возросла до 9,8 % и более чем в два раза увеличилась площадь сильнокислых почв – 6,5 %.

Таким образом, более чем за 25-летний отрезок времени устойчиво сохраняется тенденция увеличения площади среднекислых почв, в основном за счет уменьшения сначала площади почв с нейтральной реакцией, а затем площади со слабокислой реакцией почв. В итоге, по данным рекомендациям по известкованию почв Пензенской области

(1991 г.) 1382 тыс. га пахотных почв нуждаются в известковании, в том числе 862 тыс. га черноземов, т.е., если в 1971 г. эта площадь составляла всего 32 %, то на сегодняшний день она возросла до 55 %. Следовательно, лимитирующий фактор повышения уровня плодородия увеличивается со скоростью около 1 % в год, что по оценочным параметрам относится к слабодинамичным агроценгозам.

## 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

Обострение экологической ситуации делает все более актуальными работы по созданию информационных баз, прикладных геоинформационных систем и использованию ГИС-технологий для решения комплекса проблем, возникающих в области природопользования и охраны окружающей среды. В области мониторинга земель посредством ГИС возможно решение следующих основных задач:

- отражение текущего состояния земельных ресурсов по отдельным параметрам или их возможным совокупностям в виде картосхем различного масштаба по различным территориальным единицам и уровням;
- оценка состояния и динамика земельных ресурсов по различным параметрам (эрозия, засоление, загрязнение почв, кислотность и т.д.);
- оценка площади и продуктивности сельскохозяйственных угодий;
- прогноз возможного изменения качества земель;
- оценка экономического ущерба от загрязнения земли воздушными, водными и другими источниками;
- моделирование экологических процессов на земле и др.

Кроме того, немаловажными задачами в этой связи являются работы:

- по паспортизации земельных участков;
- оценке экологического состояния территории, загрязненности почвенного покрова и растительности тяжелыми металлами, радионуклидами и т.п.;
- выявлению источников загрязнения и анализа размещения объектов, загрязняющих территорию;
- моделированию распространения загрязнений в поверхностных и подземных водах, атмосфере при решении задач массо- и энергопереноса;
- контролю за использованием и охраной земель.

Для ведения работ по охране окружающей среды и мониторинга земель во всем мире и в России используют большое число ГИС-продуктов, т.к. анализировать какие-либо изменения на основе пространственных данных полноценно могут только графоаналитические географические информационные системы. Среди отечественных пакетов в области мониторинга широкое применение получили ГИС «Альбея», «Новая Земля», «Панорама», Photomod и



GeoDraw/GeoGraph, а также разработанная в ЮРКЦ «Земля» (Таганрог) АКС «Землепользование», позволяющая эффективно управлять имеющейся у компании земельной и иной недвижимостью, осуществлять взаимодействие с органами власти, производить оперативный анализ количественного и качественного состава земель.

Из общеизвестных в мире ГИС следует отметить ArcInfo (ArcView) и MapInfo. Данные средства мощны и быстры в области пространственного анализа и бесспорно хороши для решения задач по охране окружающей среды.

ГИС федерального уровня, содержащие экологический компонент, в 90-е годы XX в. разрабатывали во многих ведомствах России: в Госкомэкологии РФ (ГИС «Особо охраняемые природные территории»), Роскартографии (ГИС «Север» и ГИС «Байкал») Госстрое РФ (карты сейсмического районирования, риска строительства в связи с развитием опасных природно-техногенных процессов), Министерстве природных ресурсов (ГИС по геологии и недропользованию), Министерстве по чрезвычайным ситуациям (в очередь ГИС РСЧС), Росгидромете (ГИС в составе обработки гидрометеорологической информации и информации о загрязнении окружающей среды). Все эти ГИС планировали использовать в качестве компонентов единой системы ГИС ОГВ (ГИС органов государственной власти). Этот масштабный проект прошел лишь стадию проектных работ, формируя экологическую подсистему ГИС.

Нельзя не отметить и разработанную в ЮРКЦ «Земля» (Таганрог) АС Госконтроль, которая предназначена для автоматизации технологических процессов государственного земельного контроля в территориальных органах Росреестра. Автоматизированная система решает следующие задачи:

- ведение журнала поступивших на рассмотрение материалов;
- ведение архива дел по фактам нарушения земельного законодательства;
- ведение книги проверок соблюдения земельного законодательства;
- автоматизированная поддержка ведения реестра протоколов заседаний по рассмотрению материалов проверок;
- автоматизированная поддержка процедур наложения штрафных санкций;
- контроль сроков уплаты штрафов и устранения нарушений земельного законодательства.

- формирование и печать документов государственного земельного контроля, подготовка произвольных отчетов и справок;
- ведение классификаторов;
- ведение структурированных справочников адресной системы;
- авторизация доступа, разграничение прав доступа к данным и протоколирование действий операторов;
- обмен данными между территориальными органами различных уровней.

В качестве основного требования, предъявляемого к применяемым ГИС и АС, следует отменить требования к описанию структур исходных данных и содержанию выходной информации. Меньше требования предъявлялись к выбору программных средств и качественной цифровой топоосновы. Связано это с масштабом работ (1:3000000 – 1:20000000), при котором основными территориальными единицами, к которым привязываются семантические данные, являются субъекты Российской Федерации и наиболее крупные населенные пункты.

Основную массу реально функционирующих ГИС экологической направленности сформировали территориальные подразделения Министерства природных ресурсов РФ, причем опыт эксплуатации географических информационных систем природоохранной направленности показывает, что проектирование, создание и особенно эксплуатация ГИС являются работами повышенной сложности, что не всегда очевидно заказчикам работ.

Аналитическая продукция ГИС позволят облегчить постановку и решение многих практических задач природоохранной деятельности, однако эксплуатационные затраты средств и рабочего времени (в том числе квалифицированного персонала) у таких информационных систем настолько велики, что во многих случаях после окончания начального периода работы с информационной системой совершенствование ГИС продолжается.

## 8. УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Ущерб от загрязнения окружающей среды может рассматриваться в нескольких аспектах — экономическом, социальном, экологическом, моральном. Оценка экономического ущерба имеет большую теоретическую базу в экономической науке и широкое практическое применение. Несмотря на постоянное совершенствование методических основ количественного исчисления экономического ущерба, существующие на данный момент методы имеют много недостатков. Поскольку понятие экономического ущерба является единой мерой оценки техногенного влияния на различные сферы жизни общества, его расчет требует множества исходных данных, многие из которых либо практически не фиксируются, либо просто не поддаются формализации. Часть социального, морального, эстетического и прочих ущербов, имеющих некий экономический эквивалент, теоретически может быть выражен при помощи стоимостных оценок, однако это лежит пока вне пределов возможностей современного экономического аппарата, поэтому расчетный экономический ущерб всегда является заниженным по отношению к реально существующему.

### 8.1. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами

Порядок определения размеров ущерба от загрязнения химическими веществами устанавливает правила расчета платы в возмещение ущерба, причиненного загрязнением земель (почв) химическими веществами (загрязнение земель), включая загрязнение земель несанкционированными свалками промышленных, бытовых и других отходов, и распространяется на любые земли, независимо от их местоположения и форм собственности.

Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами разработан в соответствии с Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» и утвержден Минприроды России и Роскомземом по согласованию с заинтересованными министерствами и ведомствами на основании постановлений Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. N 555 «Об утверждении Положения о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсинами, промышленными отходами и радиоактивными веществами» и от 17 августа 1992 г. N 594 «Об утверждении Положения о порядке

осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель».

Выявление загрязненных земель и определение степени их загрязнения осуществляется в соответствии с нормативами и методическими документами, утвержденными или разрешенными для применения Минприроды и экологии РФ и Росреестр на основании Методических указаний приведенных в начале учебного пособия.

Территориальные органы Минприроды и экологии РФ и Росреестра в республиках в составе Российской Федерации, краях, областях, автономных образованиях, городах Москве и Санкт-Петербурге имеют право принимать решения об уменьшении размеров выплат в возмещение ущерба от загрязнения земель, нанесенного юридическими и физическими лицами, с учетом их обязательств о выполнении в установленные сроки мероприятия по восстановлению загрязненных земель и устранению их дальнейшего загрязнения.

Сумма от загрязнения земель взимается с предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, на которой они основаны, включая совместные предприятия с участием иностранных юридических и физических лиц, и граждан (в соответствии с Положением о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсичными промышленными отходами и радиоактивными веществами, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. N 555).

Иски по возмещению ущерба за загрязнение земель химическими веществами составляются и предъявляются виновным юридическим и физическим лицам органами системы Минприроды России и Роскомзема. При наличии нескольких виновных в загрязнении земель иски предъявляются в соответствии с долевым участием в причинении ущерба каждого виновного.

Выплата по искам за загрязнение земель не освобождает виновных от выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды, а также уплаты штрафов и возмещения вреда, причиненного окружающей природной среде, здоровью и имуществу граждан, в соответствии с законами РФ «Об охране окружающей природной среды» и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Земельным Кодексом РФ и другими законодательными актами Российской Федерации.

Средства по указанным искам направляются в государственные внебюджетные экологические фонды (в соответствии с Положением о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий

и земель, загрязненных токсичными промышленными и радиоактивными веществами, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 года № 555, а также с Порядком направления предприятиями, учреждениями, организациями, иностранными юридическими лицами и гражданами средств в государственные внебюджетные экологические фонды, утвержденным Минприроды России 21 декабря 1992 г. N 04-04/72-6344 и Минфином России от 22 декабря 1992 г. N 9-5-12). При отказе виновных юридических и физических лиц от возмещения ущерба по искам необходимые средства взыскиваются в судебном порядке.

Средства, взыскиваемые с виновных юридических и физических лиц в возмещение ущерба, нанесенного ими в результате загрязнения земель химическими веществами, рекомендуется использовать для осуществления мероприятий по консервации загрязненных земель, выполнению специальных режимов их использования, восстановлению загрязненных земель, устранению дальнейшего их загрязнения, для возмещения убытков и вреда, причиненного в результате ухудшения качества земель и ограничения их использования, возмещения потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, а также на проведение обследований по выявлению загрязненных земель и лабораторных анализов по определению степени их загрязнения.

Площади, глубина загрязнения земель и концентрация химических веществ определяются на основании материалов по обследованию земель и лабораторных анализов, проведенных на основании соответствующих нормативных и методических документов, утвержденных или разрешенных для применения Минприродой и экологией РФ и Росреестром.

Ущерб от загрязнения определяется:

- при произведенном загрязнении земель (выбросами и сбросами загрязняющих веществ) – на основании данных обследований земель и лабораторных анализов по сравнению с данными предыдущих обследований и анализов;
- при нарушении технологий и регламентов применения пестицидов и других агрохимикатов, несоблюдении природоохранных требований при их хранении, транспортировке и проведении погрузочно-разгрузочных работ, загрязнения земель при авариях, залповых сбросах и выбросах – на основе данных обследования земель и лабораторных анализов;
- при захлавлении земель несанкционированными свалками отходов – на основе данных об объеме (массе) отходов и степени их опасности.

Лабораторные анализы проводятся в химических лабораториях специализированных инспекций аналитического контроля территориальных природоохранных органов системы Минприроды и экологии РФ, Роскомсанэпиднадзора России, землеустроительной службы системы Росреестра, гидрометеослужбы системы Росгидромета, агрохимслужбы системы Минсельхоза России и других аккредитованных химических лабораториях. В случаях загрязнения земель при авариях, залповых сбросах и выбросах и захламлении земель несанкционированными свалками отходов полевые обследования и лабораторные анализы проводятся за счет виновных в загрязнении земель.

При расчете размеров ущерба от загрязнения земель стоимостные показатели определяются в соответствии с рекомендациями для каждого региона и уточняются на основе данных государственной статистики о поквартальной индексации цен. Потери сельскохозяйственного производства при изъятии земельных участков, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур и под многолетние насаждения на землях, предоставленных для личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, животноводства, индивидуального жилищного строительства, дачного строительства, а также выделенных под служебные земельные наделы, определяются в размере норматива стоимости освоения новых земель под пашню, а при изъятии земельных участков, используемых для сенокосения и пастбы скота на них землях, в размере норматива стоимости освоения под сенокосы и пастбища.

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости на территории Российской Федерации (табл. 15) вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого загрязняющими веществами на земли.

**Коэффициенты (Кз) экологической ситуации  
и экологической значимости территории**

<b>Экономические районы Российской Федерации</b>	<b>Кз</b>
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости могут быть увеличены решениями органов исполнительной власти республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономных образований, городов Москвы и Санкт-Петербурга по представлению соответствующих территориальных органов Минприроды и экологии РФ и Росреестра следующим образом:

- в зонах экологического бедствия, районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, на территориях государственных природных заповедников, национальных природных парков и других, особо охраняемых природных территориях, эколого-курортных регионах, а также на территориях, по которым заключены международные конвенции – не более, чем в два раза;
- в городах и населенных пунктах – не более, чем в 1,5 раза.

Размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. В случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по следующей формуле:

$$П = (H_c \cdot S_{(i)} \cdot K_v \cdot K_{a(i)} \cdot K_{z(i)} \cdot K_T), \quad (1)$$

где П – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами (тыс. руб.);

$H_c$  – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га).

Стоимость земель городов и населенных пунктов определяется органами Роскомзема и утверждается соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

где  $K_B$  – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый согласно табл. 26;

$S_i$  – площадь земель, загрязненных химическим веществом  $i$ -го вида (га);

$K_{a(i)}$  – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом  $i$ -го вида, определяемый согласно табл. 20;

$K_{z(i)}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории  $i$ -го экономического района, определяемый согласно табл. 21;

$K_T$  – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, определяемый согласно табл. 22.

Степень загрязнения земель характеризуется пятью уровнями: допустимым (1 уровень), слабым (2), средним (3), сильным (4) и очень сильным (5). Под допустимым уровнем загрязнения понимается содержание в почве химических веществ, не превышающее их предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) (табл. 16, 17, 18). При допустимом уровне загрязнения коэффициент  $K_a$  в формуле 1 приравнивается к 0, тогда  $\Pi = 0$ , следовательно плата не взимается. Содержание в почве химических веществ, соответствующее различным уровням загрязнения, приведено в табл. 19.

В случае отсутствия в табл. 19 химических веществ, загрязнивших земли, ущерб от загрязнения рассчитывается также по формуле (1), однако при этом коэффициент  $K_a(i)$  находится на основании данных табл. 23, 24 и формулы (2)

$$Z_c = C_{(i)\text{факт}}/C_{(i)\text{фон}} \quad (2),$$

где  $C_{(i)\text{факт}}$  – фактическое содержание  $i$ -го токсиканта в почве;

$C_{(i)\text{фон}}$  – значение регионально-фоновое содержание в почве  $i$ -го токсиканта.

Под регионально-фоновым содержанием химических веществ понимается их содержание в почвах территорий, не испытывающих техногенной нагрузки.



При отсутствии в табл. 24 данных по фоновому содержанию в почвах неорганических химических веществ фон берется как средне-региональный для незагрязненной территории и утверждается Минприроды России; для органических соединений их фоновое содержание в почвах приравнивается к 0,1 ПДК.

Размеры ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов определяются по формуле

$$\Pi = (N_{п(i)} \cdot M_{(i)} \cdot K_{з(i)} \cdot 25 \cdot K_{в}), \quad (3)$$

где  $\Pi$  – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до  $n$ ) химическими веществами (тыс. руб.);

$N_{п(i)}$  – норматив платы за захламление земель 1 тонной (куб. м.) отходов  $i$ -го вида (руб.), определяемый согласно табл. 25.

$M_{(i)}$  – масса (объем) отхода  $i$ -го вида (т. куб. м);

$K_{з(i)}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории  $i$ -го экономического района согласно табл. 21;

25 – повышающий коэффициент за загрязнение земель отходами не санкционированных свалок;

$K_{в}$  – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый согласно табл. 26.

Класс опасности токсичных отходов в табл. 25 определяется согласно «Временному классификатору токсичных промышленных отходов и Методическим указаниям по определению класса опасности токсичных промышленных отходов» \*\*\*;

Т а б л и ц а 16

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почвах

Элемент, химическое вещество	Величина ПДК, мг-кг почвы
1	2
<b>Валовые формы</b>	
Ванадий	150
Марганец	1500
Марганец + ванадий	1000 + 100
Мышьяк	2,0
Олово	4,5
Ртуть	2,1
Свинец	32

1	2
Сурьма	4,5
Хром (+3)	90
Сернистые соединения (*)	160
Сероводород	0,4
Нитраты	130
<b>Водорастворимая форма</b>	
Фтор	10
<b>Подвижные формы (**)</b>	
Свинец	6
Никель	4
Хром	6
Медь	3
Цинк	23
Кобальт	5
Марганец: для черноземов	700
для дерново-подзолистых почв	
при рН 4,0	300
рН 5,1-6,0	400
рН 6,0	500

(\*) – в пересчете на серу;

(\*\*) – подвижные формы меди, никеля и цинка извлекают из почвы аммонийно-ацетатным буферным раствором с рН 4,8; кобальта – аммонийно-натриевым буферным раствором с рН 3,5 для сероземов и рН 4,7 для дерново-подзолистых почв.

Таблица 17

Предельно допустимые концентрации  
органических соединений в почвах

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг почвы	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг почвы
1	2	3	4
Агелон	0,15	Диурон	0,5
Акрекс	1,0	Дурсбан	0,2
Актеллик	0,5	Зенкор	0,2
Актеллик	0,1(*)	Изатрин	0,05
Альфафетилстирол	0,5	Изопропилбензол	0,5
Атразин	0,5	Изопропилбензол+ альфафетилстирол	0,5
Ацетальдегид	10,0	Базудин	0,1
Иодофенфос	0,5	Байлетон+метаболит	0,03
Карбофос	2,0	Байфидан	0,02
Кельтан	1,0	Банвел Д	0,25

Окончание табл. 17

1	2	3	4
Ксилолы (орто-, мета-пара-)	0,3	Бенз (а)пирен	0,02
Купроцин	1,0	Бензин	0,1
Линурон	1,0	Бензол	0,3
Мезоранил	0,1	Бетанол	0,25
Метатион	1,0	Валексон	1,0
Метафос	0,1	Гардона	1,4
Мирал	0,03	ГХЦГ (линдан)	0,1
Монурон	0,3	ГХЦГ (гекса-хлоран)	0,1
Отходы флотации угля (ОФУ)	3000	ГХБД (гекса-хлорбутадиен)	0,5
Пиримор	0,3	Гептахлор	0,05
Политриазин	0,1	Гетерофос	0,05
Полихлоркамфен	0,5	Глифосат	0,5
Полихлорпинен	0,5	Далапон	0,5
Прометрин	0,5	2,4-Д-дихлор-феноксисукусная кислота	0,1
Пропанид	1,5	Ридомил	0,05
2,4-Д-дихлор-фенол	0,05	Ринкорд	0,02
2,4-Д-аминная соль	0,25	Ронит	0,8
Бутиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	Севин	0,05
Семерон	0,1	Кротиловый эфир группы 2,4-Д	0,15
Симазин	0,2	Сумицидин	0,02
Октиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	Стирол	0,1
Толуол	0,3	Малолетучие эфиры группы 2,4-Д	0,15
Фенурон	1,8	2М-4ХП	0,4
Фозалон	0,5	Фосфамид	0,3
2М-4ХМ	0,6	Формальдегид	7,0
Фталофос	0,1	ДДТ и его метаболиты (суммарные количества)	0,1
Фурадан	0,01	Фурфурол	3,0
Хлорофос	0,5	Децис	0,01
Хлорамп	0,05	Циклофос	0,03
Дилор	0,5	Цинеб	0,2
Энтам	0,9		

(\*) – рекомендуется для почв с рН 5,5

Таблица 18

## Ориентировочно допустимые концентрации пестицидов в почвах

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг почвы	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг почвы
Абат	0,6	Пирамин	0,7
Амбуш	0,05	Пликтран	0,1
Амибен	0,5	Плондрел	0,15
Антио	0,2	Поликарбацин	0,6
Арозин	0,7	Полихлорбифенилы (суммарно)	0,06
Байлетон	0,4	Байтекс	0,4
Препарат А-1	0,5	Бенлат	0,1
Промед	0,01	Биферан	0,5
Рамдон	0,2	БМК	0,1
Реглон	0,2	Бромфос	0,2
Ровраль	0,15	Бронокот	0,5
Сангор	0,04	Гексахлорбензол	0,03
Сапроль	0,03	Геметрел	0,5
Солан	0,6	Гербан	0,7
Стомп	0,15	Гидрел	0,5
Сульфазин	0,1	Дактал	0,1
Сутан	0,6	ДДВФ	0,1
Тепоран	0,4	Декстрел	0,5
Тербацил	0,4	Дигидрел	0,5
Тиллам	0,6	Дифенамид	0,25
Тиодан	0,1	Дропп	0,05
Топсин-М	0,4	Зеллек	0,15
Тетрахлорбифенилы	0,06	Кампозан	0,5
Трефлан	0,1	Каптан	1,0
Триаллат	0,05	Карагард	0,4
Трихлорбифенилы	0,03	Которан	0,03
ТХАН	0,2	Ленацил	1,0
ТХМ	0,1	Лонтрел	0,1
Фтапан	0,3	Метазин	0,1
Хлорат магния	1,0	Метоксихлор	1,6
Хостаквик	0,2	Морфонол	0,15
Цианокс	0,4	Нитропирин+6 ХПК	0,2
Цидиал	0,4	Нитрофор	0,2
Этафос	0,1	Офунак	0,05
Зупарен	0,2	Пентахлорбифенил	0,1
Ялан	0,9		

Таблица 19

## Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
1	2	3	4	5	6
<b>Неорганические соединения</b>					
Кадмий	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	> 20
Свинец	< ПДК	"ПДК" 125	" 125 "	"250" 600	> 600
Ртуть	< ПДК	" ПДК " 3	"3" 5	"5" 10	> 10
Мышьяк	< ПДК	" ПДК " 20	"20" 30	"30" 50	> 50
Цинк	< ПДК	"ПДК" 500	"500" 1500	"1500" 3000	> 3000
Медь	< ПДК	"ПДК" 200	"200" 300	"300" 500	> 500
Кобальт	< ПДК	"ПДК" 50	"50" 150	"150" 300	> 300
Никель	< ПДК	"ПДК" 150	"150" 300	"300" 500	> 500
Молибден	< ПДК	"ПДК" 40	"40" 100	"100" 200	> 200
Олово	< ПДК	"ПДК" 20	"20" 50	"50" 300	> 300
Барий	< ПДК	"ПДК" 200	"200" 400	"400" 2000	> 2000
Хром	< ПДК	"ПДК" 250	"250" 500	"500" 800	> 800
Ванадий	< ПДК	"ПДК" 225	"225" 300	"300" 350	> 350
Фтор водораствор.	< ПДК	"ПДК" 15	"15" 25	"25" 50	> 50
<b>Органические соединения</b>					
Хлорированные углеводороды (в том числе хлорсодержащие пестициды ДДТ, ГХЦГ, 2,4-Д и др.)	< ПДК	от ПДК до 5	от 5 до 25	от 25 до 50	> 50
Хлорфенолы	< ПДК		"1" 5	"5" 10	> 10
Фенолы	< ПДК		"1" 5	"5" 10	> 10
Полихлорбифенилы	< ПДК		"2" 5	"5" 10	> 10
Циклогексан	< ПДК		"6" 30	"30" 60	> 60
Пиридины	< ПДК		"0,1" 2	"2" 20	> 20
Тетрагидрофуран	< ПДК				> 40
Стирол	< ПДК	"ПДК" 5	"5" 20	"20" 50	> 50
Нефть и нефтепродукты	< ПДК	от 1000 до 2000	от 2000 до 3000	от 3000 до 5000	> 5000
Бенз(а) пирен	< ПДК	от ПДК до 0,1	от 0,1 до 0,25	от 0,25 до 0,5	> 0,5

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5	6
Бензол	< ПДК	"ПДК" 1	"1" 3	"3" 10	> 10
Толуол	< ПДК	"ПДК" 10	"10" 50	"50" 100	> 100
Альфа-метилстирол	< ПДК	"ПДК" 3	"3" 10	"10" 50	> 50
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	< ПДК	"ПДК" 3	"3" 30	"30" 100	> 100
Нитраты	< ПДК	-	-	-	-
Сернистые соединения (**)	< ПДК	"ПДК" 180	"180" 250	"250" 380	> 380

\*) ПДК или ОДК; при отсутствии ПДК (ОДК) неорганических соединений за ОКД принимается удвоенное региональное фоновое содержание элементов в незагрязненной почве;

\*\* ) в пересчете на серу.

Таблица 20

Коэффициенты (Кз) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

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

Таблица 21

Коэффициенты (Кз) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы Российской Федерации	Кз
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Таблица 22

Коэффициенты (Кг) для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	Кг
0-20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0-150	1,7
0- >150	2,0

Таблица 23

Оценка степени загрязнения земель химическими веществами по суммарному показателю загрязнения Zc

Значение показателя Zc	Степень загрязнения земель	Коэффициенты (Кз)
< 2	Допустимая	0
2-8	Слабая	0,3
8-32	Средняя	0,6
32-64	Сильная	1,0
> 64	Очень сильная	2,0

Таблица 24

Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг)

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	15	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2

Таблица 25

Плата (\*) за захламление земель  
несанкционированными свалками отходов

Виды отходов	Единица измерений	Нормативы платы за размещение отходов (руб.)
<b>Нетоксичные отходы</b>		
- добывающей промышленности	т	2,5
- перерабатывающей промышленности	куб. м	115
- бытовые	куб. м	200
<b>Токсичные отходы</b>		
- 1 класс токсичности - чрезвычайно опасные	т	14000
- 2 класс токсичности - высоко опасные	т	6000
- 3 класс токсичности - умеренно опасные	т	4000
- 4 класс токсичности - малоопасные	т	2000

(\*) - нормативы платы в ценах на 1 января 1993 года.

Таблица 26

Значения коэффициента пересчета (Кв) нормативов стоимости сельскохозяйственных земель (Нс) в формуле (1) в зависимости от периода времени по их восстановлению

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

(коэффициенты Кв приравниваются к коэффициентам пересчета теряемого ежегодно дохода, утвержденным постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. № 77)



## 8.2. Порядок расчета размера ущерба от деградации земель

Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

Под степенью деградации (деградированности) почв и земель понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова и порча земель.

Выделяются следующие основные типы деградации почв и земель:

– технологическая (эксплуатационная) деградация, в т.ч.:

нарушение земель;

физическая деградация;

агроистощение;

– эрозия, в т.ч.:

водная;

ветровая;

– засоление, в т.ч.:

собственно засоление;

осолонцевание;

– заболачивание.

Под технологической деградацией понимается ухудшение свойств почв, их физического состояния и агрономических характеристик, которое происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова и обусловлено открытыми и закрытыми разработками полезных ископаемых и торфа; строительными и геолого-разведочными работами и др. К нарушенным землям относятся все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия, т.е. земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную ценность.

Физическая деградация почв характеризуется нарушением (деформацией) сложения почв, ухудшением комплекса их физических свойств.

Агроистощение почв представляет собой потерю почвенного плодородия в результате сельскохозяйственной деятельности. Агроистощение почв, как правило, сопровождается физической деградацией почв вплоть до полного разрушения почвенного покрова.

Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала.

Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока. Выделяется плоскостная и линейная эрозия.

Плоскостная эрозия проявляется в виде смывости поверхностных горизонтов (слоев) почв.

Линейная (овражная) эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов.

Под ветровой эрозией понимается захват и перенос частиц поверхностных слоев почв ветровыми потоками, приводящие к разрушению почвенного покрова.

Засоление почв и земель представляет собой процесс накопления водорастворимых солей, включая и накопление в почвенном поглощающем комплексе ионов натрия и магния.

Собственно засоление – это избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение реакции среды вследствие изменения их катионно-анионного состава.

Осолонцевание представляет собой приобретение почвой специфических свойств, обусловленное вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс.

Под заболачиванием понимается изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель.

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

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

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

Определение степени деградации производится в соответствии с табл. 27.

## Определение степени деградации почв и земель

Показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
<b>Индикаторные показатели</b>					
Мощность (неплодородного наноса, см)	< 2	2 - 10	11 - 20	21 - 40	> 40
Глубина провалов (сотносительно поверхности (без разрыва сплошности))	< 20	20 - 40	41 - 100	101-200	> 200
Уменьшение содержания физической глины на величину, % исходного <*>	< 5	5 - 15	16 - 25	26 - 32	> 32
Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в % от исходного <*>	< 10	10 - 20	21 - 30	31 - 40	> 40
Стабильная структурная (меж-агрегатная, без учета трещин) пористость, куб. см/г	> 0,2	0,11 – 0,2	0,06-0,1	0,02-0,05	< 0,02
Текстурная пористость (внутриагрегатная), куб. см/г	> 0,3	0,26 – 0,3	0,2-0,25	0,17-0,19	< 0,17
Коэффициент фильтрации, м/сут	> 1,0	0,3-1,0	0,1-0,3	0,01-0,1	< 0,01
Каменистость, % покрытия	< 5	5 - 15	16 - 35	36 - 70	> 70
Уменьшение мощности почвенного профиля (А + В), % от исходного <*>	< 3	3 - 25	26 - 50	51 - 75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), % от исходного <*>	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Площадь обнаженной почвообразующей породы (С) или подстилающей породы (D), % от общей площади	0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 25	> 25
Глубина размывов и водорезов относительно поверхности, см	< 20	20 - 40	41 - 100	101-200	> 200
Расчлененность территории оврагами, км/кв. км	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8 - 2,5	> 2,5
Дефляционный нанос неплодородного слоя, см	< 2	2 - 10	11 - 20	21 - 40	> 40
Площадь подвижных песков, % от общей площади	0 - 2	3 - 5	6 - 15	16 - 25	> 25

Продолжение табл. 27

1	2	3	4	5	6
Содержание суммы токсичных солей в гумусовом (пахотном) слое (%): – с участием соды	< 0,1	0,10 – 0,2	0,21-0,3	0,31-0,5	> 0,5
- для других типов засоления	< 0,1	0,10 – 0,25	0,26-0,5	0,51-0,8	> 0,8
Увеличение токсичной щелочности (при переходе нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв/100 г почвы	< 0,7	0,70 – 1,0	1,1-1,6	1,7 - 2,0	> 2,0
Увеличение содержания обменного натрия (в % от емкости катионного обмена): - для почв, содержащих < 1% натрия	< 1	1 - 3	3 - 7	7 - 10	> 10
- для других почв	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
Увеличение содержания обменного магния (в % от емкости катионного обмена)	< 40	40 - 50	51 - 60	61 - 70	> 70
Поднятие пресных почвенно-грунтовых вод до глубины, м - в гумидной зоне (< 1 г/л)	> 1,0	0,81 – 1,0	0,61 – 0,8	0,30-0,60	< 0,3
- в степной зоне (< 3 г/л)	> 4	3,1-4,0	2,1-3,0	1,0 - 2,0	< 1
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) почвенно-грунтовых вод до глубины, м	> 7	5,1 – 7,0	3,1-5,0	2,0 - 3,0	< 2
Продолжительность затопления (поверхностного переувлажнения), месяцы	< 3	4 - 6	7 - 12	13 - 18	> 18
Сработка торфа, мм/год	< 1	1 - 2,5	2,6 - 10	11 - 40	> 40
<b>Дополнительные показатели</b>					
Потери почвенной массы, т/га/год	< 5	6 - 25	26 - 100	101 - 200	> 200
Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв, % в год	< 0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	2,1 - 5,0	> 5,0
Площадь естественных кормовых угодий, выведенных из землепользования (лишенных растительности), % от общей площади	< 10	11 - 30	31 - 50	51 - 70	> 70
Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального	> 90	71 - 90	51 - 70	10 - 50	< 10
Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год	< 0,25	0,26 – 1,0	1,1-3,0	3,1 - 5,0	> 5

1	2	3	4	5	6
Увеличение площади подвижных песков, % в год	< 0,25	0,26 – 1,0	1,1-2,0	2,1 - 4,0	> 4
Увеличение площади засоленных почв, % в год	0 – 0,5	0,51 – 1,0	1,1-2,0	2,1 - 5,0	> 5,0

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

Установление степени деградации почв и земель возможно по любому из предложенных индикаторных и/или дополнительных показателей. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень.

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

В основу расчета ущерба от деградации почв и земель положены нормативы стоимости, определяющие возмещение убытков за изъятие участков земель и регламентируемые «Положением о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства», утвержденным Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. N 77. Указанные нормативы, определенные по состоянию на 1 ноября 1992 года, индексируются Роскомземом с использованием данных государственной статистики об индексации цен и изменяются с момента утверждения Правительством Российской Федерации новых нормативов стоимости земель.

При деградации почв и земель в пределах особо охраняемых территорий органами исполнительной власти краев, областей, автономных образований, городов Москвы и Санкт-Петербурга могут вводиться повышающие коэффициенты (Кп) к нормативам стоимости:

- на земли природно-заповедного фонда – 3;
- на земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения – 2;
- на земли рекреационного назначения – 1,5;
- на прочие земли – 1,0.

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территории (Кэ), приведенные в табл. 28, вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого деградацией почв и земель на экологическую обстановку.

Территориальные органы Минприроды России и Роскомзема совместным решением осуществляют корректировку коэффициентов, а также вводят необходимые показатели по типам деградации почв и земель исходя из природно-климатических условий.

Т а б л и ц а 28

Коэффициенты (Кэ) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы Российской Федерации	Кэ
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

При расчете размеров ущерба от деградации почв и земель, нанесенного их собственнику, учитывается потеря ежегодного дохода (Дх), который исчисляется по фактическим объемам производства в натуральном выражении в среднем за 5 лет и ценам, действующим на момент определения размеров ущерба. Размер ежегодного дохода рассчитывается с привлечением данных налоговых инспекций и в необходимых случаях корректируется в расчете на предстоящий период в соответствии со сложившимися темпами инфляции. В зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, которое устанавливается землеустроительным проектом, вводится коэффициент пересчета (Кв), определяемый в соответствии с табл. 29.

Т а б л и ц а 29

Значения коэффициентов пересчета ( $K_v$ ) дохода  
с сельскохозяйственных земель в зависимости от периода времени  
их восстановления

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

Для определения размера ущерба в зависимости от изменения степени деградации почв и земель вводятся пересчетные коэффициенты ( $K_c$ ), приведенные в табл. 30, а для отдельных случаев деградации почв и земель коэффициент пересчета ( $K_c$ ) определяется по табл. 31.

Т а б л и ц а 30

Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель ( $K_c$ )

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

Т а б л и ц а 31

Коэффициенты пересчета для отдельных случаев деградации почв и земель ( $K_c$ )

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

При проведении обследований по выявлению деградированных почв и земель определяются площади, а также изменение степени их деградации:

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

б) на план землепользования (выкопировку) наносятся контуры угодий в зависимости от изменения степени деградации почв и земель с выделением на них почвенных разновидностей, взятых с почвенной карты;

в) вычисляются площади контуров почвенных разновидностей;

г) результаты оформляются по форме, приведенной в табл. 32, и доводятся до сведения собственников земли, землевладельцев, землепользователей и арендаторов;

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

Размер ущерба рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле:

$$Ущ = Нс \times S \times Кэ \times Кс \times Кп + Дх \times S \times Кв,$$

где Ущ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб.);

Нс – норматив стоимости, определяемый согласно;

Дх – годовой доход с единицы площади (тыс. руб.);

S – площадь деградированных почв и земель (га);

Кэ – коэффициент экологической ситуации территории, определяемый согласно табл. 25;

Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, определяемый согласно табл. 29;

Кс – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель, определяемый согласно табл. 30 или 31;

Кп – коэффициент для особо охраняемых территорий.



Оформление результатов расчета размера причиненного ущерба  
в результате деградации почв и земель

№ контура	Типы и подтипы почв	Наименование почвенных разностей	Наименование угодья	Площадь (га)	Тип деградации	Степень деградации по данным обследований		Нормативы стоимости (тыс. Руб.)	Годовой доход с ед. площ. (тыс. Руб.)	Коэффициенты			Размер ущерба (тыс. руб.)
						Предыдущих	Контрольных			по экологической значимости	по времени восстановления	по степени деградации	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Земельный фонд является национальным богатством, рациональное использование которого невозможно без системы управления, особенно в периоды крупных земельных преобразований, когда происходит массовое перераспределение земель, реорганизация существующих объектов земельных отношений. Земля – один из основных объектов при формировании инвестиционной политики, базовый элемент имущественных отношений и главная составляющая отношений собственности на недвижимость, а также это ограниченный природный ресурс, она ничем не заменима и неперемещается в пространстве. Важным условием существования и роста благосостояния общества является рациональное использование и охрана земель как незаменимого богатства общества на всех этапах его развития. Получение всесторонней, оперативной и качественной информации о характеристиках состояния земель и происходящих в них изменениях для последующего анализа возможна только в рамках мониторинга земель.

Вопросы экономической оценки экологического ущерба получили развитие, прежде всего, в связи с наличием в законодательстве норм ответственности за причиненный прошлый и настоящий ущерб. Из-за возможности привлечения к ответственности за загрязнение участка покупатель, продавец и кредитные учреждения стали проводить оценку экологического состояния участка или объекта до заключения сделки.

Оценка основных составляющих экологического ущерба опирается на нормы, принятые в хозяйственной практике. Исключение составляет оценка ущерба, причиненного окружающей природной среде, т.е. природным ресурсам и объектам. Принципы оценки ущерба природным ресурсам и объектам, как правило, закрепляются в законодательстве, а также регулируются специальными процедурами и нормами.

В целом, на сегодняшний день существует детально разработанная методическая база оценки экологического ущерба, включая оценку ущерба от хозяйственной деятельности в прошлом и оценку потенциальных финансовых обязательств. Конкретные процедуры и методы предназначены для целей экологического аудита при смене собственности на объекты недвижимости, включая промышленные предприятия и земельные участки, расчета сумм компенсации причиненного ущерба, обоснования мер по охране окружающей среды и управлению риском.

В нашей стране оценка и возмещение вреда/ущерба, причиненного окружающей природной среде, природным ресурсам, здоровью населения, а также различным субъектам правовых отношений и хозяйственной деятельности регламентируется обширным перечнем нормативно-методических документов, утвержденных на федеральном и на региональном уровнях. На федеральном уровне в настоящее время насчитывается около 70 нормативных документов, устанавливающих и (или) разъясняющих различные аспекты деятельности в данном направлении.

Общие принципы оценки и возмещения вреда и убытков (экономического ущерба) содержатся в Гражданском кодексе Российской Федерации. В законе РФ «Об охране окружающей среды» содержатся наиболее общие принципы оценки и возмещения вреда, причиненного окружающей природной среде в результате экологического правонарушения. Причем данные принципы полностью соответствуют принципам, изложенным в Гражданском кодексе Российской Федерации, в частности, в статье 15, раскрывающей понятие убытков. Все это позволило нам в монографии привести материал об оценке негативных процессов, протекающих на землях и как защитить окружающую среду от них.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Конституция Российской Федерации [Текст]. – М.: Юридическая литература, 1993.
2. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации часть первая [Текст]. Принят 30.11.1994 г. № 51-ФЗ [Электронный ресурс]/Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
3. Российская Федерация. Законы. Земельный Кодекс Российской Федерации [Текст]. Принят 25.10.2001 г. № 136-ФЗ [Электронный ресурс]/Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
4. Российская Федерация. Законы. О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации [Текст]. Принят 25.10.2001 г. № 137-ФЗ [Электронный ресурс]/Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
5. Российская Федерация. Законы. Об обороте земель сельскохозяйственного назначения [Текст]. Принят 24 июля 2002 г. № 101-ФЗ [Электронный ресурс]/Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
6. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды [Текст]. Принят 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]/ Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
7. Российская Федерация. Законы. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения [Текст]. Принят 16 июля 1998 г. N 101-ФЗ [Электронный ресурс]/Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
8. Российская Федерация. Законы. О мелиорации земель [Текст]. Принят 10 января 1996 г. N 4-ФЗ [Электронный ресурс]/ Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru>
9. Положение Правительства РФ от 26.11.2002 №846 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга земель».
10. Варламов А.А. Земельный кадастр [Текст]: учебник / А.А. Варламов. – М.: Колосс, 2008.
11. Веницианов Е.В. Экологический мониторинг: шаг за шагом [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Веницианов и др./Под ред. Е.А. Заика. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003.

12. Герасимова М.И., Караваева Н.А., В.О. Таргульян. Деградация почв: методология и возможности картографирования // Почвоведение, 2000. – №3. – С. 358-366.

13. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды [Текст]: учебник / А.Н. Голицын. – М.: Изд-во «Оникс», 2007.

14. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Добровольский. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

15. Калинин В.М. Мониторинг природных сред [Текст]: учеб. пособие / В.М. Калинин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2007.

16. Ломов С.П. Деградационные процессы в почвах Пензенской области [Текст]: учеб. пособие / С.П. Ломов, С.П. Войтанник. – Пенза: ПГСХА, 2000. – 129 с.

17. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель // Препринт. Упр. охраны почв и земельных ресурсов Минприроды России и Упр. мониторинга земель и охраны почв Роскомзема. – М., 1994. – 13 с.

18. Селивановская С.Ю. Деградация почв: методы отбора и подготовки проб для физико-химического и биологического анализа [Текст]: учеб. пособие / С.Ю. Селивановская, Р.Х. Гумерова, П.Ю. Галицкая, Ю.В. Медянская. – Казань: Казанский университет, 2011.

19. Шаповалов Д.А. Методические основы мониторинга земель [Текст]: учеб. пособие / Д.А. Шаповалов, П.В. Ключин, А.А. Мурашев – М.: ГУЗ, 2010. – 300с.

20. «Пензенская правда» №38 (17 мая 2011).

21. «Пензенская правда» №82 (18 октября 2011).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	5
1.1. Общие сведения о мониторинге окружающей природной среды .....	5
1.2. Схема мониторинга и взаимосвязь его блоков .....	9
1.3. Объекты наблюдения мониторинга.....	12
1.4. Классификация систем мониторинга.....	17
1.5. Экологический мониторинг .....	19
1.6. Правовые основы мониторинга земель в российском законодательстве .....	27
2. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ .....	33
2.1. Контактные методы наблюдений.....	33
2.2. Дистанционные методы .....	36
2.3 Компьютерные методы обработки спутниковых данных .....	41
3. МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА.....	45
3.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов.....	45
3.2. Содержание мониторинговых наблюдений .....	48
3.3. Оценка результатов наблюдений.....	51
4. АГРОПОЧВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ .....	52
4.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов .....	52
4.2. Содержание наблюдений за изменением агропроизводственных свойств почв и почвенного покрова .....	58
4.3. Оценка результатов наблюдений в агропочвенном мониторинге .....	64
5. МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	69
5.1. Принципы организации наблюдений и подбора объектов .....	69
5.2. Содержание мониторинговых наблюдений на техногенно загрязненных землях .....	73

5.3. Оценка результатов наблюдений .....	79
5.4. Мониторинг экзогенных геологических процессов в Пензенской области.....	82
6. ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	86
6.1. Типы деградации почв и их диагностика.....	86
6.2. Диагностика и характеристика эродированных почв .....	99
6.3. Изменение качественного состава гумуса черноземов .....	101
6.4. Количественные изменения кислотности в почвах области.....	102
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ.....	104
8. УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ.....	107
8.1. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами .....	107
8.2. Порядок расчета размера ущерба от деградации земель .....	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	130
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	132

Научное издание

Поршакова Анна Николаевна

**МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ**

Монография

В авторской редакции

Верстка Т.Ю. Симутина

---

Подписано в печать 26.03.14. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 8,5. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.

Заказ № 87.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28.