

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.06.01 Мониторинг и экологический контроль**

**Направление подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»**

**Профиль подготовки Землеустройство**

**Форма обучения очная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1. Конспект лекций**
- 2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ**

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

**Тема:** «Введение в экологический мониторинг»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия экологического мониторинга и его задачи
2. Виды мониторинга окружающей среды
3. Организация экологического мониторинга в РФ

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Основные понятия экологического мониторинга и его задачи

Целью современного экологического мониторинга является создание основы для защиты окружающей среды и содействие формированию высоко продуктивной системы "человек-природа".

Основными задачами системы мониторинга являются: 1) наблюдение за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, и за состоянием среды; 2) оценку фактического состояния природной среды; 3) прогноз состояния окружающей природной среды и оценку этого состояния.

Выполнение этих задач позволяет исполнительным органам получать информацию, необходимую для: -планирования мероприятий по снижению загрязнения, выделения приоритетных сфер деятельности, контроля и оценки эффективности осуществления природоохранных мер; -разработки временных мер по сокращению загрязнения в тех районах, где оно достигло опасного уровня; -проверки соблюдения норм и стандартов качества природного объекта; -получения данных для проведения научных исследований, в частности, изучения влияния загрязняющих веществ на здоровье человека; -введения соответствующих законодательных актов.

При организации систем мониторинга очень важным является экономический аспект: мониторинг ради самого мониторинга не имеет смысла, поэтому основное значение должно придаваться мониторингу, способному продемонстрировать, в какой степени удовлетворяются цели политики защиты окружающей среды.

До недавнего времени в мире господствовала политика экологической безопасности, основанная на следующих положениях: -воздействие техногенных факторов опасности на организм человека имеет пороговый характер, т.е. биологический эффект от воздействия проявляется в организме только при концентрациях токсичных и радиоактивных веществ в окружающей среде, превышающих ПДК; -человек является наиболее чувствительным к опасностям объектом в биосфере и поэтому, если защищен человек, защищена природная среда.

При таких подходах мониторинг состояния окружающей среды является больше контролирующим мероприятием, поскольку для реализации такой политики, как правило, достаточно органов технологического контроля на предприятиях и служб здравоохранения.

В последние годы показано, что такая политика неоправданна. Малые концентрации многих веществ, особенно в определенных сочетаниях, могут вызвать гораздо большие нарушения, чем большие концентрации. А человек является не самым чувствительным элементом биосфера. Работы последних лет показали, что гигиенические нормы ПДК недостаточны и в большинстве случаев завышены, так как они не обеспечивают сохранение и выживание многих видов живых организмов (лишайники, хвойные породы деревьев и др.).

### 2. Виды мониторинга окружающей среды

По классификации, предложенной академиком И. П. Герасимовым, мониторинг подразделяют на следующие уровни: биоэкологический, геоэкологический и биосферный.

Первый уровень - биоэкологический (биологический, санитарно-гигиенический, санитарно-токсикологический) мониторинг включает наблюдение:

за состоянием окружающей среды;

за степенью загрязнения природных объектов вредными веществами;  
за воздействием этих загрязнителей на человека и биоту в целом (совокупность флоры, фауны и микроорганизмов);  
за наличием в окружающей среде аллергенов, патогенных организмов, пыли;  
за содержанием в атмосфере оксидов азота и серы, тяжелых металлов;  
за качеством водных объектов, степенью их загрязнения и т. д.

Объектами мониторинга являются: приземные слои атмосферы, поверхностные и грунтовые воды, почвы, промышленные и бытовые стоки и выбросы, радиоактивные излучения и отходы.

Биоэкологический мониторинг осуществляют различные службы: гидрометеорологическая (метеостанции, гидропосты, обсерватории), санитарно-гигиеническая и эпидемиологическая (санэпидстанции) и др. Биоэкологический мониторинг дает экспресс-информацию о состоянии окружающей среды и очень важен для всех районов, городов, населенных пунктов.

Второй уровень - системный геоэкологический (природно-хозяйственный) мониторинг. Суть его заключается в наблюдении за изменениями в экологических системах (биогеоценозах), природных комплексах, в наблюдении за их продуктивностью, динамикой запасов полезных ископаемых, водных, земельных и растительных ресурсов.

Объектами геоэкологического мониторинга служат: исчезающие виды растений, животных, микроорганизмов, природные эко- и геосистемы, агросистемы, лесные насаждения, рекреационные системы. Наблюдения ведутся на географических стационарах и специальных полигонах (тестовых участках). Тестовые участки предназначены для контрольных измерений и наблюдений, на них разрабатываются тесты (индикаторы) ПДК, ПДВ, ПДУ, ПДЭН, биологической продуктивности, естественной способности к самоочищению и т. д. Результаты, полученные на тестовых участках, рассматриваются как типичные, характерные для данной экосистемы. Большую работу в этом направлении выполняют гидрометеорологическая служба, сельскохозяйственные опытные станции, гидромелиоративные станции и др.

Третий уровень - глобальный биосферный мониторинг. Целью этого мониторинга является контроль за состоянием окружающей среды в глобальном масштабе, наблюдение за глобально-фоновыми изменениями в природе, прогноз возможных изменений биосферы и всей географической оболочки в результате хозяйственной деятельности человека.

Объектами мониторинга являются: радиационный баланс, прозрачность атмосферы и ее антропогенное изменение, мировой водный баланс и загрязнение Мирового океана, крупномасштабные изменения в биогеохимических циклах элементов и веществ (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N, P, S, H<sub>2</sub>O и др.), энергообмен географической оболочки с космосом, мировая миграция птиц, животных, растений и насекомых, изменение климата на планете и др.

### **3 Организация экологического мониторинга в РФ**

В нашей стране в законодательном порядке установлена система государственных мероприятий, закрепленных в праве и направленных на сохранение, восстановление и улучшение благоприятных условий, необходимых для жизни людей и развития материального производства.

В природоохранное законодательство входят Закон РФ «Об охране окружающей среды» и другие законодательные акты комплексного правового регулирования.

Немаловажную роль играют нормативные правила - санитарные, строительные, технико-экономические, технологические и т. д. К ним относятся нормативы качества окружающей среды: нормы допустимой радиации, уровня шума, вибрации и т. д.

Нормативы качества – предельно допустимые нормы воздействия на окружающую природную среду антропогенной деятельности человека.

Нормирование качества окружающей природной среды – это процесс разработки и приятия юридической нормы научно обоснованным нормативам в виде показателей

пределю допустимого воздействия человека на природу или среду обитания. Предельно допустимой нормой является законодательно устанавливаемые допустимые размеры воздействия человека на окружающую среду. Предельно допустимые нормы – это своего рода вынужденный компромисс, который позволяет развивать хозяйство, охранять жизнь и благополучие человека.

В соответствии с Законом к содержанию нормативов предъявляют следующие требования: экологическая безопасность населения; сохранение генетического фонда; обеспечение рационального использования и воспроизводства природных условий, устойчивого развития хозяйственной деятельности.

Нормативы качества оценивают по трем показателям: медицинским (устанавливают пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе); технологическим (оценивают уровень установленных пределов техногенного воздействия на человека и среду обитания) и научно-техническим (оценивают возможность научных и технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем характеристикам).

Нормативы качества не обладают юридической силой. Норматив становится обязательным и имеет юридическую силу с момента утверждения его компетентным органом. Такими органами являются Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора при Правительстве РФ (Госкомсанэпиднадзор), Министерство природных ресурсов РФ и Государственный комитет РФ по охране окружающей среды (Госкомэкология).

Госкомсанэпиднадзор России осуществляет мониторинг воздействия факторов среды обитания на состояние здоровья населения.

Министерство природных ресурсов осуществляет мониторинг недр (геологической среды), включая мониторинг подземных вод и опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов; мониторинг водной среды водохозяйственных систем и сооружений в местах водосбора и сброса сточных вод.

При разработке проекта экологического мониторинга необходима следующая информация:

- источники поступления загрязняющих веществ в окружающую природную среду (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу; сбросы сточных вод в водные объекты; поверхностные смыки загрязняющих и биогенных веществ в поверхностные воды суши и моря; внесение на земную поверхность и в почвенный слой загрязняющих и биогенных веществ вместе с удобрениями и ядохимикатами при сельскохозяйственной деятельности; места захоронения и складирования промышленных и коммунальных отходов; техногенные аварии);

- переносы загрязняющих веществ (процессы атмосферного переноса; процессы переноса в водной среде);

- данные о состоянии антропогенных источников эмиссии (его мощность и месторасположение, гидродинамические условия поступления эмиссии в окружающую среду).

## **1. 2 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема:** «Автоматизированная информационная система мониторинга»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Автоматизированная система непрерывного экологического мониторинга
2. Геоинформационные системы
3. Автоматизированные прогнозно-диагностические системы

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Автоматизированная система непрерывного экологического мониторинга**

В современных условиях существует настоятельная необходимость мониторинга состояния окружающей среды на промышленных объектах. Контроль параметров

загрязнения обеспечивает экологическую безопасность, способствует предотвращению техногенных аварий, содействует защите здоровья и жизни людей.

К системам мониторинга параметров состояния окружающей среды (экологической обстановки) объектов промышленности и народного хозяйства предъявляются следующие требования:

- непрерывный оперативный контроль существенных параметров состояния среды, в частности, уровня радиации, концентрации химических веществ и опасных аэрозолей биологического происхождения, а также метеорологических параметров;
- использование технических средств, обеспечивающих дистанционное получение информации об экологической обстановке, для минимизации ручных операций по определению параметров среды, а также систем связи, доставляющих информацию об экологической обстановке в режиме реального времени;
- обеспечение сокращения временных интервалов между фактом загрязнения, получением достоверной информации об экологической обстановке, оповещением всех заинтересованных служб, принятием решений и проведением соответствующих мероприятий;
- организация взаимодействия между измерительной аппаратурой, элементами систем связи и управления.

АСЭМ включает в себя: измерительный блок (БИ), в который входят устройство радиационного контроля (УРК), устройство химического контроля (УХК), устройство биологического контроля (УБК); пункт сбора данных (ПС), оснащенный ЭВМ, к которому подсоединяются устройство метеорологического контроля (УМК); линии связи между БИ и ПС; специальное информационное и программное обеспечение (СИО и СПО).

Возможно соединение пунктов сбора данных в виде иерархической системы, при этом на нижнем уровне регистрируются данные от измерительных устройств, которые затем передаются на верхний уровень.

Основными функциями АСЭМ являются: непрерывный мониторинг, отображение и документирование параметров состояния окружающей среды; контроль состояния измерительной аппаратуры и линий связи; предупреждение обслуживающего персонала о несанкционированном доступе к БИ; в случае превышения допустимых значений параметров – сигнализация о нештатной ситуации (включая качественную и количественную оценку фактора опасности на месте установки БИ) и отбор проб для лабораторного обследования; поддержка принятия решений.

Специальное информационное обеспечение включает в себя описание структуры системы, алгоритма действий оператора при возникновении нештатных ситуаций, а также параметров пользовательского интерфейса СПО, информационного обмена между элементами системы, пунктов сбора данных, БИ, устройств и их тестирования.

## **2. Геоинформационные системы**

Большой, всевозрастающий объем разнообразной информации, получаемой в процессе мониторинга, поставил вопрос о создании специальных систем по компьютерной обработке данных наблюдений. Этой цели служат региональные геоинформационные системы (ГИС) - системы автоматизированного сбора, хранения, преобразования и представления эколого-географической информации, которые основаны на средствах вычислительной техники и автоматики. Одной из главных подсистем ГИС является информационный блок (банк данных). Он представляет собой своеобразный фонд длительного хранения накопленной информации в виде карт, таблиц, графиков, временных рядов гидрометеорологических и других наблюдений, материалов аэрокосмических съемок, данных по загрязнению природной среды и т.д. Банк данных постоянно пополняется свежей информацией, что дает возможность обновлять имеющиеся карты и создавать новые, сравнивать их с данными дистанционного зондирования и другими материалами. В настоящее время разрабатываются автоматизированные ГИС, способные осуществлять логические операции; а также

составлять прогнозы развития природных процессов. В этом направлении уже сделаны первые шаги, в частности по созданию глобальных моделей общей циркуляции атмосферы.

Основное назначение ГИС состоит в оперативной подаче информации о состоянии природной среды заинтересованным организациям и лицам. Представление информации может производиться в виде цифр, текста, карт и материалов аэрокосмической съемки на бумаге, фотографиях и магнитных лентах. В практику современного мониторинга все шире внедряется представление данных на магнитных лентах, что существенно облегчает их обработку на ЭВМ. Одновременно совершаются и другие формы передачи хранимых материалов (картографическая, цифровая, текстовая), поэтому возникает проблема перевода информации из одной формы в другую и с одного носителя на другой.

Организация и функционирование ГИС требуют больших затрат, поэтому налаживание систем по автоматической обработке данных наблюдений возможно лишь на региональном уровне мониторинга. Региональный уровень позволяет учесть особенности природно-антропогенных процессов, складывающихся в каждой области или республике, определить обобщенные показатели качества окружающей природной среды. Источниками экологических данных для формирования ГИС выступают данные гидрометеорологических и других регулярных наблюдений, фоновые материалы местных организаций, различные карты, аэрокосмические снимки, данные полевых исследований, результаты химических анализов вод и почв, материалы санитарно-эпидемиологических станций. Эти сведения могут систематизироваться по следующим блокам : а) ландшафтный блок ГИС (ландшафтные карты в масштабе 1:200000-1:500000, результаты ландшафтных исследований); б) блок природных ресурсов (водных, сельскохозяйственных, лесных, рекреационных и др.); в) геохимический блок (данные о техногенном загрязнении воздуха, вод, почв, биоты, сельскохозяйственных и селитебных ландшафтов); г) блок хозяйственного освоения (карты, отражающие степень освоения территории); д) блок здоровья населения.

### **3 Автоматизированные прогнозно-диагностические системы**

Основным структурным блоком современных автоматических систем мониторинга относятся:

- датчики параметров ОПС (температуры, концентрации соли в воде, солнечной радиации, ионной формы металлов в водной среде, концентрации основных загрязнений атмосферы и вод, включая СПАВ, гербициды, инсектициды, фенолы, бенз(а)пирен и др.);
- датчики биологических параметров (прироста древесины, проектного покрытия растительности, гумуса почв и т.д.);
- автономное электропитание на основе совершенных аккумуляторов или солнечных батарей;
- миниатюризованные радиопередающие и радиоприемные системы с радиусом действия 10 – 15 км;
- компактные радиостанции (радиус действия сотни и тысячи км);
- система спутниковой связи;
- современная вычислительная техника;
- программное обеспечение.

#### **1. 3 Лекция №3 (2 часа).**

**Тема:** «Методы и средства наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды

##### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Формирование программ наблюдений. Приоритетные контролируемые параметры природной среды.
2. Основные параметры мониторинговых исследований объектов среды
3. Методы наблюдения и контроля: аэрокосмические, геофизические, мониторинг опасных геологических процессов и явлений и др.

### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Формирование программ наблюдений. Приоритетные контролируемые параметры природной среды.**

Первые ПДК были определены ещё в 1925 г. В 1949 г. были установлены некоторые ПДК для атмосферного воздуха, а в 1950 для воды. Современная система экологических нормативов охватывает все компоненты окружающей природной среды.

Согласно Федеральному закону №7 (от 10.01.2002 (в ред. на 14.07.2008)) «Об охране окружающей среды» к компонентам окружающей природной среды относятся: земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

#### **2. Основные параметры мониторинговых исследований объектов среды**

При разработке проекта экологического мониторинга необходима следующая информация:

- источники поступления загрязняющих веществ в окружающую природную среду
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу промышленными, энергетическими, транспортными и другим приводящие к выбросу в атмосферу опасных веществ и 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 перераспределения загрязняющих веществ
- миграция загрязняющих веществ по почвенному профилю до уровня грунтовых вод; миграция загрязняющих веществ по ландшафтно-геохимическому сопряжению с учётом геохимических барьеров и биохимических круговоротов; биохимический круговорот и т.д.;
- данные о состоянии антропогенных источников загрязнения - мощность источника загрязнения и месторасположение его, гидродинамические условия поступления загрязнения в окружающую среду.

#### **3 Методы наблюдения и контроля: аэрокосмические, геофизические, мониторинг опасных геологических процессов и явлений и др.**

Аэрокосмический мониторинг обладает рядом важных преимуществ по сравнению с другими методами наблюдения и контроля загрязнений природной среды, обеспечивая высокий уровень обобщения данных по загрязнению среды, глобальный охват антропогенных эффектов, оперативность получения информации по экологической ситуации в различных областях земного шара. Аэрокосмический мониторинг существенно дополняет наземные и корабельные средства наблюдений и контроля природной среды и позволяет объединить данные о состоянии окружающей среды на основе информации, полученной из космоса. Исследования Земли из космоса позволяют определить целую гамму важнейших экологических параметров экосистемы, таких как:

- температурные режимы океана, материков, атмосферы на разных уровнях;
- контроль океанических течений;
- определение динамики открытых и закрытых водных бассейнов;
- определение концентрации планктона в морях и океанах, солености воды;
- изучение явлений деградации почвенного покрова;
- исследование динамики лесных массивов, лесных и степных пожаров;
- исследование всех типов загрязнений атмосферы и гидросферы;
- исследование явлений вулканизма и их влияния на состояние экосистемы.

В зависимости от информации дистанционные методы можно разделить на статические, где информация представлена в виде фотоснимка, и динамические, где информация представляет видеозапись во времени.

Геофизические методы исследований — это научно-прикладной раздел

геофизики, предназначенный для изучения верхних слоев Земли, поисков и разведки полезных ископаемых, инженерно-геологических, гидрогеологических, мерзлотно-гляциологических и других изысканий и основанный на изучении естественных и искусственных полей Земли.

Принципиальная возможность проведения геологической разведки на основе изучения различных физических полей Земли определяется тем, что распределение параметров полей на поверхности или в глубине Земли, в море, океане или в воздушной оболочке зависит не только от общего строения Земли и околоземного пространства, а также происхождения или способа создания полей, т. е. от нормального поля, но также и от неоднородностей геологической среды, создающих аномальные поля. Иными словами, геофизика служит для выявления аномалий физических полей, обусловленных неоднородностями геологического строения, связанных с изменением физических свойств и геометрических параметров слоев, геологических или техногенных объектов.

Геофизическая информация отражает физико-геологические неоднородности среды в плане, по глубине и во времени. При этом возникновение аномалий связано с тем, что объект поисков, называемый возмущающим, либо сам создает поля в силу естественных причин, например, повышенной намагниченности, либо искажает искусственное поле вследствие различий физических свойств, например, отражение упругих или электромагнитных волн от контактов разных толщ.

Опасные геологические процессы (ОГП) – это геологические и инженерно-геологические процессы и гидрометеорологические явления, которые оказывают или потенциально могут оказать отрицательное воздействие на состояние инженерных сооружений и прочих хозяйственных объектов, экосистем, а также на жизнедеятельность людей.

Развитие опасных геологических процессов на участке исследований может быть обусловлено как непосредственно влиянием строительства на вмещающий грунтовый массив (техногенная активизация ОГП), так и изменением тектонических, гидрогеологических и прочих характеристик массива под воздействием региональных природных факторов.

Активизация опасных геологических процессов может оказать отрицательное воздействие на состояние инженерных сооружений, экосистем и привести к возникновению аварийных ситуаций, в том числе с непосредственной опасностью для жизнедеятельности людей. Поэтому для своевременного прогноза и предотвращения возникновения аварийных ситуаций необходимо проводить мониторинг опасных геологических процессов в зоне влияния строительства и реконструкции, а также на участках их потенциального развития.

Система мониторинга опасных геологических процессов может включать в себя различные типы наблюдений - от примитивной визуальной фиксации развития проявлений ОГП, до высокоточных инструментальных измерений параметров состояния грунтового массива, зданий и сооружений, с использованием самого современного геотехнического и геодезического оборудования, систем спутниковой навигации и компьютерного моделирования.

Комплексирование методов наблюдений позволяет получить более полную информационную картину развития ОГП и снизить влияние ошибок и погрешностей за счет сопоставления результатов разных типов измерений

#### **1. 4 Лекция №4 (2 часа).**

**Тема: «Контроль загрязнения атмосферного воздуха»**

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Источники загрязнения атмосферного воздуха
2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением атмосферного воздуха
- 3 Всемирная метеорологическая организация и международный мониторинг загрязнения атмосферы

#### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Источники загрязнения атмосферного воздуха**

Существуют различные источники загрязнения воздуха, и некоторые из них оказывают значительное и крайне неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Стоит рассмотреть основные загрязняющие факторы, чтобы предотвратить серьёзные последствия и сохранить экологию.

Все источники загрязнения делятся на две обширные группы. Естественные или природные, которые охватывают факторы, обусловленные активностью самой планеты и никоим образом не зависящие от человечества.

Искусственные или антропогенные загрязнители, связанные с активной деятельностью человека. Если за основу классификации источников брать степень воздействия загрязнителя, то можно выделить мощные, средние и мелкие. К последним относятся небольшие котельные установки, локальные котлы. В категорию мощных источников загрязнения входят крупные промышленные предприятия, ежедневно выбрасывающие в воздушную среду тонны вредных соединений.

По особенностям выхода смесей загрязнители делятся на нестационарные и стационарные. Последние постоянно находятся на одном месте и осуществляют выбросы в определённой зоне. Нестационарные источники загрязнения атмосферного воздуха могут перемещаться и, таким образом, распространять опасные соединения по воздуху. Прежде всего, это автомобильные транспортные средства.

Также за основу классификации могут браться пространственные характеристики выбросов. Выделяют высокие (трубы), низкие (стоки и вентиляционные отверстия), площадные (большие скопления труб) и линейные (автотрассы) загрязнители.

По уровню контроля источники загрязнения делятся на организованные и неорганизованные. Воздействие первых регламентируется и подвергается периодическому мониторингу. Вторые же осуществляют выбросы в ненадлежащих местах и без соответствующего оборудования, то есть незаконно.

Ещё один вариант разделения источников загрязнения воздушного бассейна – по масштабам распространения загрязняющих веществ. Загрязнители могут быть местными, влияющими только на определённые не обширные участки. Также выделяют региональные источники, действие которых распространяется на целые регионы и большие зоны. Но наиболее опасны глобальные источники, которые влияют на всю атмосферу.

По характеру загрязнения. Если в качестве основного критерия классификации использовать характер негативного загрязняющего влияния, то можно выделить такие категории: Физические загрязнители включают шумы, вибрации, электромагнитные и тепловые излучения, радиацию, механические воздействия. Биологические загрязнители могут иметь вирусную, микробную или грибковую природу. Кенным загрязнителям относятся как сами витающие в воздухе патогенные микроорганизмы, так и выделяемые ими продукты жизнедеятельности и токсины. Источники химического загрязнения воздуха жилой среды охватывают газообразные смеси и аэрозоли, например, тяжёлые металлы, диоксины и оксиды различных элементов, альдегиды, аммиак. Такие соединения, как правило, выбрасываются промышленными предприятиями.

Антропогенные загрязнители имеют собственные классификации. Первая предполагает характер источников и включает: Транспортные. Бытовые — возникающие в процессах переработки отходов или сгорания топлива. Производственные, охватывающие вещества, образующиеся во время технических процессов. По составу все загрязняющие компоненты подразделяются на химические (аэрозольные, пылевидные, газообразные химикаты и вещества), механические (пыль, сажа и другие твёрдые частицы) и радиоактивные (изотопы и радиация).

##### **2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением атмосферного воздуха**

В крупных промышленных центрах степень загрязнения атмосферного воздуха может в ряде случаев превысить санитарно-гигиенические нормативы. Характер временной и пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе определяется большим числом разнообразных факторов. Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием загрязнения воздушного бассейна.

Служба наблюдений и контроля за состоянием атмосферного воздуха состоит из двух частей, или систем: наблюдений (мониторинга) и контроля. Первая система обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения. Вторая система обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах интенсивного антропогенного воздействия (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т.д.) и в районах, удаленных от источников загрязнения (в фоновых районах).

Наблюдения в районах, значительно удаленных от источников загрязнения, позволяют выявить особенности отклика биоты на воздействие фоновых концентраций загрязняющих веществ. Как правило, фоновые наблюдения по специальной программе фонового экологического мониторинга проводятся в биосферных заповедниках и заповедных территориях. Программа фонового экологического мониторинга включает также определение фонового уровня загрязняющих веществ антропогенного происхождения во всех средах, включая биоты. Кроме измерения состояния загрязнения атмосферного воздуха, на фоновых станциях производятся также метеорологические измерения. Фоновые наблюдения проводятся также с помощью научно-исследовательских судов в морях и океанах.

При наблюдении за фоновыми уровнями загрязнения атмосферного воздуха разрабатываются модели переноса примесей, и определяется роль в процессах переноса гидрометеорологических и техногенных факторов. На фоновых станциях исследуются и уточняются: критерии создания сети наблюдений, перечни контролируемых примесей, методики контроля и обработки данных измерений, способы обмена информацией и приборами, методы международного сотрудничества. На станциях фонового мониторинга наблюдение за качеством атмосферного воздуха осуществляется по физическим, химическим и биологическим показателям.

Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение 1-2 лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе или любом другом населенном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ.

Установив степень загрязнения атмосферного воздуха всеми примесями выбрасываемыми существующими и намечаемыми к строительству и пуску источниками, а также характер изменения полей концентрации примесей по территории и во времени с учетом карт загрязнения воздуха, построенных по результатам математического и физического моделирования, можно приступить к разработке схемы размещения стационарных постов наблюдений на территории города и программы их работ. Программа разрабатывается исходя из задач каждого измерительного пункта и особенностей изменчивости концентрации каждой примеси в атмосферном воздухе. Пост наблюдений может давать информацию об общем состоянии воздушного бассейна, если

пост находится вне зоны влияния отдельных источников выбросов и осуществлять контроль за источниками выбросов, если пост находится в зоне влияния источников выбросов.

### **3 Всемирная метеорологическая организация и международный мониторинг загрязнения атмосферы**

Необходимость международного сотрудничества в области метеорологии стала очевидной для ученых в начале 19-го столетия, когда были составлены первые карты погоды. Атмосфера не имеет государственных границ, и сама по себе служба погоды может функционировать и быть эффективной только как служба международная, организованная в масштабах всего Земного шара.

В начале 70-х годов 19 века (1872 – 1873 гг.) была учреждена Международная метеорологическая организация (ММО), которая после Второй Мировой войны стала Всемирной метеорологической организацией (ВМО) World Meteorological Organization (официальный сайт: [http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html)), являющейся одним из специализированных агентств ООН, устав которой был подписан 26 июня 1945 г.

23 марта 1950 г. вступила в силу Конвенция Всемирной метеорологической организации, и бывшая неправительственная организация ММО была преобразована в межправительственную – ВМО.

ВМО имеет шесть региональных ассоциаций по географическим районам, координируют деятельность членов в пределах своих географических районов, куда входят: Регион I – Африка, Регион II – Азия, Регион III – Южная Америка, Регион IV – Северная и Центральная Америка, Регион V – Юго-Запад Тихого океана, Регион VI – Европа.

Основная практическая деятельность ВМО выполняется 8-ю техническими комиссиями, которые изучают вопросы применения метеорологии, проблемы и тенденции в специальных областях: по авиационной, синоптической, морской и сельскохозяйственной метеорологии, по изучению атмосферы, гидрометеорологии, климатологии, основным системам, приборам и методам наблюдений.

Метеорологические службы разных стран мира, оставаясь национальными по структуре и задачам, решаемым в пределах своей страны, работают по международным стандартам в соответствии с рекомендациями – Техническими регламентами ВМО.

Метеорологические службы также участвуют в реализации международных программ, например:

1. Программы Всемирной службы погоды (ВСП)
2. Глобальная система наблюдений за океаном (ГСНО),
3. Глобальная система наблюдений за поверхностью суши (ГСНПС)
4. Глобальная система наблюдений за климатом (ГСНК)
5. Глобальная служба атмосферы (ГСА) ВМО предоставляет данные для научных оценок и заблаговременных предупреждений об изменениях химического состава и со-ответствующих физических характеристик атмосферы, которые могут иметь неблагоприятные последствия для нашей окружающей среды

6. Программы по приборам и методам наблюдений (ППМН) ВМО обеспечивает точность метеорологических приборов, включая обслуживаемые и автоматические на-земные станции и космические системы наблюдений, и предоставление стандартизованных данных

7. Глобальной системы наблюдений за Землей (ГЕОСС), нацеленным на развитие всесторонней, скоординированной и устойчивой системы систем наблюдений за Землей для понимания и решения глобальных задач экологического и экономического характера.

#### **1. 5 Лекция №5 (2 часа).**

**Тема: «Контроль загрязнения водных объектов»**

##### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Источники загрязнения водных объектов
2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением водных объектов
3. Нормирование качества воды

### **.1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Источники загрязнения водных объектов**

Под загрязнением водных объектов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них загрязняющих веществ. Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств — снижении прозрачности, изменении окраски, запахов, вкуса, увеличении содержания солей, тяжелых металлов, уменьшении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей. Различают химические, биологические и физические загрязнители.

К наиболее распространенным химическим загрязнителям относят нефть и нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пестициды, тяжелые металлы, диоксины и др. Очень опасными являются биологические загрязнители, например вирусы, бактерии, грибы и др. К физическим загрязнителям относятся радиоактивные вещества, тепло и др. Наиболее часто встречаются химическое и бактериальное загрязнения. Значительно реже наблюдаются радиоактивное и тепловое загрязнения.

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей — песка, шлама, ила и др. Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели и качество вод, а также отрицательно влияют на условия обитания рыб и состояние экосистем. Тепловое загрязнение связано с повышением температуры воды в результате смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами, в результате чего происходит изменение газового и химического состава воды, размножение анаэробных бактерий, рост количества гидробионтов и выделение ядовитых газов — сероводорода и метана. Одновременно происходит «цветение» воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофлоры, что способствует развитию других видов загрязнения.

Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются сброс в водоемы неочищенных сточных вод, смыв ядохимикатов атмосферными осадками, газодымовые выбросы и утечки нефти и нефтепродуктов. Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет выпуск в них неочищенных сточных вод. Промышленные сточные воды загрязняют экосистемы разнообразными компонентами в зависимости от специфики отраслей промышленности. В коммунально-бытовых сточных водах преобладают различные органические вещества и микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

#### **2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением водных объектов**

Контроль качества и управление качеством воды в водных объектах призваны дать ответ на ряд вопросов, таких как какую воду следует считать чистой и безопасной, какие вещества и в какой концентрации загрязняют воду и т. п.

Необходимое качество воды в водоеме может обеспечиваться поддержанием соответствующих гидрохимических и гидрологических режимов. Попадающие в водоем токсианты изменяют гидрохимический состав поверхностной воды и в зависимости от концентрации оказывают влияние на процессы формирования ее качеств. Поэтому контроль состояния водных объектов осуществляется по физическим, химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям

В нашей стране анализ состояния водных объектов проводят ряд организаций, относящихся к различным министерствам, например:

- центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды следит за количественными и качественными показателями поверхностных вод и их изменением под влиянием деятельности человека;

- центр санитарно-эпидемиологического надзора контролирует водоемы и воду, используемые для питьевого водоснабжения, лечебно-оздоровительных целей;
- рыбохозяйственная инспекция осуществляет надзор за водоемами, имеющими рыбохозяйственное значение;
- управление по геологии и использованию недр контролирует использование подземных вод и осуществляет охрану их от истощения и загрязнения;
- комитет по водному хозяйству следит за водопользованием и водопотреблением.

Гидрохимический контроль качества воды состоит из системы контроля и наблюдений за химическим составом воды водоемов и водотоков бассейна, поступающими атмосферными осадками, антропогенными источниками загрязнения.

Гидрохимическая система контроля и наблюдений создается с учетом сбросов сточных вод, а также видов водопользования.

Состав и объем гидрохимических наблюдений определяются требованиями, предъявляемыми органами государственного управления и надзора и основными водопользователями. При этом обычно устанавливаются: минерализация; содержание кислорода; биологическое потребление кислорода (БПК); химическое потребление кислорода (ХПК); содержание основных ионов, биогенных веществ, нефтепродуктов, дегтергентов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов. Определяются также физические параметры: цветность, температура.

Объектами санитарных наблюдений являются водоемы, которые используются для хозяйствственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Створы обычно расположены вблизи пунктов санитарно-бытового водопользования. При наблюдениях собирают сведения об основных источниках загрязнения: о санитарном благоустройстве населенного пункта; об условиях отведения сточных вод; о промышленных и других объектах, сбрасывающих сточные воды; о качестве и составе сбрасываемых стоков; о характере очистки и обеззараживания и т.д.

### **3 Нормирование качества воды**

Предельно допустимые концентрации в воде - это такие нормативные показатели, при которых исключается неблагоприятное влияние каких-либо веществ на организм человека и которые ограничивают хозяйствственно-питьевое, культурно-бытовое и другие виды водопользования. Состав и свойства воды в водных объектах должны соответствовать нормативам в створе реки или в радиусе 1 км от пункта водопользования для непроточных водоемов. Предельно допустимые концентрации веществ для различных категорий водопользования различны.

Исходя из того, что отдельные вещества оказывают неблагоприятные воздействия на организм лишь при попадании внутрь, а другие представляют опасность даже при контактном воздействии, для практики приняты различные ограничения. ПДК разных веществ различаются лимитирующим показателем вредности (ЛПВ). При этом выделяют: органолептический ЛПВ, изменяющий органолептические свойства воды (цвет, запах, вкус); общесанитарный ЛПВ, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности, на скорость протекания процессов самоочищения; токсикологический ЛПВ, влияющий на организм человека и обитающих в воде животных.

Для водных объектов культурно-бытового и хозяйствственно-питьевого назначения в основу приоритетности нормирования положены преимущественно токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты, а для водных объектов рыбохозяйственного назначения - в основном токсикологический и отчасти органолептический.

При питьевом и рекреационном назначении вода нормируется по 11 основным показателям. При этом ПДК установлено более чем для 1200 ядовитых веществ.

Вода, используемая для рыбохозяйственных целей, нормируется по 8 основным показателям. При этом ПДК разработано почти для 1000 веществ

## **1. 6 Лекция №6 (2 часа).**

**Тема: «Контроль загрязнения почв»**

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Основные источники загрязнения почв
2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением
3. Нормирование качества почв

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Основные источники загрязнения почв**

Почва — верхний слой земной коры, образовавшийся в результате взаимодействия климатических и биологических факторов с подстилающей породой (песок, глина и т. д.), обладающий плодородием.

Главными источниками загрязнения являются:

1. Жилые дома и бытовые предприятия. В числе загрязняющих веществ преобладает бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода; мусор общественный учреждений — больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др. Вместе с фекалиями в почву нередко попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания попадают в организм человека. В фекальных остатках могут содержаться такие представители патогенной микрофлоры, как возбудители тифа, дизентерии, туберкулеза, полиомиелита и др.

2. Промышленные предприятия. В твердых и жидкых промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое действие на живые организмы и их сообщества. Например, в отходах металлургической промышленности обычно присутствуют соли цветных и тяжелых металлов. Машиностроительная промышленность выводит в окружающую среду цианиды, соединения мышьяка, бериллия. При производстве пластмасс и искусственных локон образуются отходы бензола и фенола. Отходами целлюлозно-бумажной промышленности, как правило, являются фенолы, метанол, скрипидар, кубовые остатки.

3. Теплоэнергетика. Помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, несгоревших частиц, оксидов серы, в конце концов оказывающихся в почве.

4. Сельское хозяйство. Удобрения, ядохимикаты, применяемые в сельском и лесном хозяйстве для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Загрязнение почв и нарушение нормального круговорота веществ происходит в результате недозированного применения минеральных удобрений и пестицидов. Пестициды, с одной стороны, спасают урожай, защищают сады, поля, леса от вредителей и болезней, уничтожают сорную растительность, освобождают человека от кровососущих насекомых и переносчиков опаснейших болезней (малярия, клещевой энцефалит и др.), с другой стороны — разрушают естественные экосистемы, являются причиной гибели многих полезных организмов, отрицательно влияют на здоровье людей. Пестициды обладают рядом свойств, усиливающих их отрицательное влияние на окружающую среду. Технология применения определяет прямое попадание на объекты окружающей среды, где они передаются по цепям питания, долгое время циркулируют по внешней среде, попадают из почвы в воду, из воды в планктон, затем в организм рыбы и человека или из воздуха и почвы в растения, организм травоядных животных и человека.

5. Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, оседающие на поверхности почвы или поглощаемые растениями. Почву загрязняют нефтепродуктами при заправке машин на полях и в лесах, на лесосеках и т.д.

В почвах накапливаются соединения металлов, например, железа, ртути, свинца, меди и др. Ртуть поступает в почву с пестицидами и промышленными отходами. Отходы — вещества, признанные непригодными для дальнейшего использования в рамках

имеющихся технологий, или после бытового использования продукции.

## **2. Организация наблюдений и контроля за загрязнением**

В настоящее время существуют определенные правила и методы отбора проб почв для определения микроколичеств пестицидов и гербицидов, которые разработаны Институтом экспериментальной метеорологии (ИЭМ) Госкомгидромета России. Согласно данным правилам, наблюдения и контроль за загрязнением почв пестицидами и гербицидами включают в себя несколько важных моментов, на которые следует обратить внимание.

При подготовке к наблюдениям и контролю за загрязнением почв в полевых условиях, как правило: · изучается имеющийся материал о физико-географических условиях объекта исследования; · осуществляется детальное ознакомление с информацией о длительности применения пестицидов в хозяйствах изучаемого объекта; · выявляются так называемые выборочные хозяйства с наиболее интенсивным (по объему) применением в течение последних 5 – 7 лет; · анализируются материалы об урожайности сельскохозяйственных культур и т.д.

Исследование загрязнения почв пестицидами проводится на постоянных и временных пунктах наблюдения. Постоянные пункты создаются в различных хозяйствах района обследований не менее чем на 5-летний период. Численность постоянных пунктов зависит от количества и размеров хозяйств. Кроме выборочных хозяйств, к постоянным пунктам относятся территории молокозаводов, мясокомбинатов, элеваторов, плодоовощных баз, птицеферм, рыбхозов и т.д.

В целях оценки фонового загрязнения почв выбираются участки, удаленные от сельскохозяйственного и промышленного производства, находящиеся в «буферной зоне» заповедников. На временных пунктах наблюдения и контроль за загрязнением почв пестицидами осуществляется в течение одного вегетационного периода или года.

Как правило, в каждом хозяйстве обследуется 8 – 10 полей под основными культурами. В каждой республике, крае и области ежегодно нужно обследовать несколько хозяйств (не менее 2), равномерно распределенных по территории. Для оценки загрязнения почв инсектицидами, гербицидами, фунгицидами, дефолиантами и другими пестицидами почвы отбираются 2 раза в год: 1) весной после сева; 2) осенью после уборки урожая.

При установлении многолетней динамики остаточных количеств пестицидов в почвах или же миграции их в системе «почва – растения» наблюдения проводятся не менее 6 раз в год: фоновые – перед посевом, 2 – 4 раза во время вегетации культур и 1 – 2 раза в период уборки урожая.

Для оценки площадного загрязнения почв пестицидами обычно составляется исходная проба почвы, в которую входят 25 – 30 проб (выемок), отобранных в поле по диагонали тростевым почвенным буром, который погружается в почву на глубину пахотного слоя (0 – 20 см). Почва, попавшая в пробу из подпахотного слоя, удаляется. Масса почвы, отобранный тростевым буром, составляет 15 – 20 г.

Отбор проб почвы можно производить и лопатой. Если наблюдения за загрязнением почв пестицидами производится в садах, то каждая проба отбирается на расстоянии 1 м от ствола дерева. Пробы-выемки, из которых составляется исходная проба, должны быть близки между собой по окраске, структуре, механическому составу и т.д.

**3 Нормирование качества почв** Принцип нормирования химических веществ в почве значительно отличается от принципов, положенных в основу нормирования их в водоемах, атмосферном воздухе и пищевых продуктах. Попавшие в почву химические вещества поступают в организм человека главным образом через контактирующие с почвой среды: воду, воздух и растения, в последнем случае по биологической цепи почва - растение - человек. Поэтому при нормировании химических веществ в почве учитывается не только та опасность, которую представляет почва при непосредственном контакте с ней, но и последствия вторичного загрязнения контактирующих с почвой сред.

Исторически нормирование качества почв сфокусировано, прежде всего, на нормировании качества почв сельскохозяйственных угодий.

ПДК для пахотного слоя почвы (ПДКп, мг/кг) – концентрация химического вещества в пахотном слое почвы, которая не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного воздействия на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека и на самоочищающую способность почвы.

В соответствии с современным пониманием, предельно допустимая концентрация химического вещества в почве представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при ее обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязняющего вещества на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. Обоснование ПДК химических веществ в почве базируется на четырех основных показателях вредности, устанавливаемых экспериментально: 1) ТВ – транслокационный показатель почвы – характеризует переход химического вещества из почвы в корневую систему и зеленую массу растений (расшифровывается как транслокация веществ); 2) МА – миграционный показатель атмосферы - характеризует переход химических веществ из почвы в атмосферу; 3) МВ – миграционный водный показатель – характеризует переход химических веществ в подземные грунтовые воды и водяные источники; 4) ОС – общесанитарный показатель – характеризует влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы, т. е. микробиоценоз почвы.

Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за предельно допустимую концентрацию. Необходимо подчеркнуть, что во многих случаях значение ПДКп устанавливают не для валового содержания загрязняющего

Оценка опасности загрязнения почв, используемых для сельского хозяйства, основана на транслокационном показателе важнейшем при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что: с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70% вредных химических веществ; уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество.

Оценка опасности загрязнения почвы населенных пунктов определяется: - эпидемиологической значимостью загрязненной химическими веществами почвы; - ролью загрязненной почвы как источника вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха и при ее непосредственном контакте с человеком; значимостью степени загрязнения почвы в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества и суммарный показатель загрязнения.

### **1. 7 Лекция №7 (2 часа).**

**Тема:** «Специализированные системы мониторинга»

#### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Единая государственная система экологического мониторинга
2. Специализированные подсистемы экологического мониторинга

#### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Единая государственная система экологического мониторинга**

Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) функционирует и развивается с целью информационного обеспечения управления в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, обеспечения экологически безопасного устойчивого развития страны и ее регионов,

ведения государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и экосистем, природных ресурсах, источниках антропогенного воздействия.

Основными задачами ЕГСЭМ являются:

- проведение с определенным пространственным и временным разрешением наблюдений за изменением состояния окружающей природной среды и экосистемами, источниками антропогенных воздействий;
- проведение оценок состояния окружающей среды, экосистем территории страны, источников антропогенного воздействия;
- прогнозирование состояния окружающей среды, экологической обстановки на территории России и ее регионов, уровней антропогенного воздействия при различных условиях размещения производительных сил, социальных и экономических сценариях развития страны и ее регионов.

В соответствии с основными задачами в ЕГСЭМ осуществляется мониторинг состояния природных сред, экосистем, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия, а также информационное обеспечение решения экологических проблем. Эти работы выполняются в рамках ЕГСЭМ на базе единых научно-методических и метрологических подходов.

Единая государственная система экологического мониторинга создается на основе территориально-ведомственного принципа построения, предусматривающего максимальное использование возможностей существующих государственных и ведомственных систем мониторинга состояния окружающей природной среды, источников антропогенного воздействия, природных ресурсов, экосистем. В ЕГСЭМ выделяются базовые и специализированные подсистемы мониторинга и подсистемы обеспечения функционирования системы в целом.

Базовые подсистемы создаются на основе служб наблюдения состояния природных сред и природных ресурсов федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих мониторинг:

- состояния атмосферы;
- водных объектов (поверхностных вод, суши, морской среды, водной среды, водохозяйственных систем и сооружений в местах водозабора и сброса сточных вод, подземных вод);
- недр (геологической среды), опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов;
- земель, почвенного покрова;
- наземной флоры и фауны (кроме лесов);
- лесов;
- фонового состояния окружающей природной среды;
- источников антропогенного воздействия.

## **2. Наименование вопроса № 2**

Специализированные подсистемы функционируют на базе служб наблюдений федеральных органов исполнительной власти и осуществляют мониторинг:

- промышленной безопасности;
- рыб, других водных животных и растений;
- воздействия факторов среды обитания на состояние здоровья населения (в рамках системы социально-гигиенического мониторинга);
- околоземного космического пространства;
- военных объектов.

К специализированным подсистемам относится отраслевая система мониторинга окружающей среды Министерства сельского хозяйства РФ.

Руководство подсистемами осуществляют специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти в соответствии с распределением функций, установленных постановлением Правительства РФ от 24.11.93 №1229 "О создании Единой

государственной системы экологического мониторинга".

Функционирование подсистем осуществляется на основании положений о подсистемах ЕГСЭМ, утверждаемых федеральными органами исполнительной власти, обеспечивающими деятельность этих подсистем, по согласованию с Минприроды России (Росприроднадзор).

В ЕГСЭМ образуются специализированные ведомственные подсистемы, связанные с мониторингом источников антропогенного воздействия предприятий различных отраслей промышленности и сельского хозяйства страны.

В ЕГСЭМ функционируют подсистемы обеспечения, к которым относятся:

- топографо-геодезическое и картографическое обеспечение, включая создание цифровых, электронных карт и геоинформационных систем;
- электронные системы передачи данных.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

### **ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

#### **2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).**

**Тема: «Введение в экологический мониторинг»**

**2.1.1 Цель работы:** ознакомиться с основными видами экологического мониторинга

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить задачи и цели экологического мониторинга
2. Изучить основные виды экологического мониторинга
3. Изучить основные нормативы качества окружающей среды

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Наглядные материалы

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

При помощи наглядных материалов изучить основные нормативы качества окружающей среды, сделать конспект.

#### **2.2 Лабораторная работа №2 ( 2 часа).**

**Тема: Основные параметры мониторинговых исследований объектов среды**

**2.2.1 Цель работы:** ознакомиться с важнейшими параметрами мониторинговых исследований объектов среды и правилами их составления

#### **2.2.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные параметры мониторинговых исследований природных и техногенных объектов.
2. Ознакомиться с принципами выбора методов мониторинговых исследований, изучить алгоритм подбора методов при планировании исследований.
3. Отработать и закрепить навыки составления основных параметров мониторинговых исследований объектов по предложенным заданиям.

#### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Лабораторный журнал, коллекционные образцы различных природных и искусственных объектов среды (биологические, почвенные, гидрологические, геологические и другие – произвольная подборка).

#### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

Составление основных параметров мониторинговых исследований объектов среды. внимательно изучите предложенные объекты. распределите их на группы в соответствии с критерием происхождения (биологические и абиогенные). выберите по одному объекту из каждой группы и самостоятельно составьте для них параметры мониторинговых исследований. Полученные данные занесите в итоговую таблицу. основные параметры

мониторинговых исследований.

Параметры исследования	Значения параметров
1. Объект исследования	
2. Уровень исследования	
3. Изучаемые характеристики (не менее 3)	
4. Цель исследования	
5. Задачи исследования	
6. Точность исследования	
7. Время исследования (не менее 1 года)	
8. Периодичность исследований	
9. Методы исследования	
10. Оборудование для исследований	

### 2.3 Лабораторная работа №3 ( 2 часа).

**Тема: «Климатический мониторинг. Методы определения основных метеорологических элементов и явлений»**

**2.3.1 Цель работы:** ознакомиться с программой климатического мониторинга; изучить основные методы мониторинговых исследований метеорологических элементов и явлений.

#### 2.3.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными параметрами и программой климатического мониторинга.
2. Изучить основные приборы и оборудование, используемые для проведения локального климатического мониторинга.
3. Ознакомиться с правилами организации и эксплуатации стандартной метеорологической площадки.
4. Изучить частные методики определения основных метеорологических элементов и явлений.
5. Отработать методику организации стандартной метеоплощадки.
6. Отработать методики определения важнейших метеорологических показателей: температуры воздуха, температуры почвы, влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления ветра, облачности и видимости

#### 2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Лабораторный журнал, термометр, гигрометр, барометр, измерительный цилиндр.

#### 2.3.4 Описание (ход) работы:

*Определение температуры воздуха с помощью термометра.* Термометр используется для определения  $t^o$  воздуха непосредственно в срок наблюдения. Для определения  $t^o$  воздуха термометр должен быть закреплён вертикально на неподвижной опоре, при этом он не должен соприкасаться с субстратом и подвергаться действию прямых солнечных лучей. Показания термометра снимаются с точностью до  $0,1^o$ . При подсчёте показаний глаз наблюдателя должен находиться на одном уровне с концом столбика ртути. Если показания термометра выходят за пределы шкалы, то записываются крайние показания, перед которыми ставят знак < или >.

*Определение количества облачности.* Этот показатель оценивается по 10-балльной системе: чистое небо – 0 баллов; 5/10 неба покрыто облаками – 5 баллов; всё небо покрыто облаками – 10 баллов. 10.

*Определение атмосферной видимости* проводят визуально по 9-балльной шкале (табл. 3.2). для определения видимости выбирают ориентиры – крупные объекты, находящиеся на расстоянии 50, 200, 500, 1000, 2000, 4000, 10000, 20000 и более метров. объект считается видимым, если он различим хотя бы в виде пятна.

Таблица 3.2 – Шкала видимости

Баллы	Дальность видимости	Баллы	Дальность видимости
0	Меньше 50 м	5	2 – 4 км
1	50 – 200 м	6	4 – 10 км
2	200 – 500 м	7	10 – 20 км
3	500 – 1 000 м	8	20 – 50 км
4	1 – 2 км.	9	Больше 50 км

*Решение задач по теме «климатический мониторинг».* 1. за 20 часов эксплуатации осадкоприёмник с окружной воронкой диаметром 30 см собрал 58 мл влаги. определите количество осадков (мл), выпавших за сутки на стандартную площадь земной поверхности (1 кв.м), при условии, что интенсивность дождя в течение суток оставалась постоянной. 2. за 42 часа эксплуатации осадкоприёмник с окружной воронкой диаметром 28 см собрал 50 мл влаги. определите количество осадков (мл), выпавших за сутки на стандартную площадь земной поверхности (1 кв.м), при условии, что интенсивность дождя в период наблюдений оставалась постоянной. 3. составьте розу ветров местности за 20-дневный период наблюдений по следующим данным:

День	Отклонение флюгера
1	2
1	12°
2	56°
3	40°
4	147°
5	270°
6	295°
7	86°
8	61°
1	2
9	300°
10	338°
11	190°
12	162°
13	264°
14	30°
15	5°
16	351°
17	243°
18	79°
19	18°
20	94°

**Составьте розу ветров местности за 20-дневный период наблюдений по следующим данным:**

День	Отклонение флюгера
1	123°
2	178°
3	236°
4	197°
5	78°
6	69°
7	100°
8	92°
9	32°
10	20°
11	56°
12	345°
13	358°
14	310°
15	264°
16	215°
17	335°
18	310°
19	121°
20	142°

#### **2.4 Лабораторная работа №4 ( 2 часа).**

**Тема: «Биологический мониторинг»**

**2.4.1 Цель работы: Рассмотреть один из методов биологического мониторинга – определение флюктуирующей асимметрии.** По степени флюктуирующей асимметрии определить степень загрязнения атмосферного воздуха в различных по загазованности частях города

##### **2.4.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с понятием флюктуирующая асимметрия
2. Выполнить измерения, заполнить таблицы, выполнить расчеты.
3. Определить степень загрязнения атмосферного воздуха по степени флюктуирующей асимметрии

##### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1) линейки; 2) циркуль-измеритель; 3) транспортиры 4) гербарии

##### **2.4.4 Описание (ход) работы:**

1. С 10-ти близкорастущих деревьев берут по 10 листьев с каждого (всего 100 листьев с каждого местообитания, например, вблизи промышленных предприятий, автодорог, в парке). Листья отбирают со средневозрастных деревьев с нижней части кроны, на уровне поднятой руки. У березы используют листья только с укороченных побегов (рис. 17). Листья с одного дерева связывают по черешкам.
2. С каждого листа снимают показатели по 5-ти параметрам с левой и правой стороны листа (рис. 18): 1) ширина половинки листа (для измерения лист складывают пополам, прикладывая верхушку листа к основанию, разгибают и производят измерения); 2) длина второй жилки второго порядка от основания листа; 3) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4) расстояние между концами этих жилок; 5) угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.
3. Первые четыре параметра измеряют с помощью циркуля-измерителя, угол между

жилками – транспортиром. Данные измерений заносятся в табл. 30.

1. Таблица 1

2. Результаты измерений листа березы повислой

Дата:		Исполнитель:								
Место сбора:										
№ листа	1-й признак		2-й признак		3-й признак		4-й признак		5-й признак	
	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.

4. Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользуются вспомогательной табл. 31. Значение одного промера обозначают как  $X$ , значение промера с левой и правой стороны обозначают соответственно как  $X_l$  и  $X_p$ . Измеряя параметры по 5-ти признакам (слева и справа), получают 10 значений  $X$ :

1) находят относительное различие между значениями признака слева и справа ( $Y$ ) для каждого признака:

$$3. Y = \frac{|X_l - X_p|}{X_l + X_p}$$

Сначала необходимо найти разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находят сумму этих же значений, а разность делят на сумму, найденное значение  $Y$  записывают во вспомогательную таблицу. В результате получаются 5 значений  $Y$  для каждого листа;

2) находят значение среднего относительного различия между сторонами на признак каждого листа ( $Z$ ). Для этого сумму относительных различий надо разделить на число признаков ( $N=5$ ):

$$Z_n = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$$

3) вычисляется среднее относительное различие на признак для выборки ( $X$ ). Для этого все значения  $Z$  складывают и делят на число этих значений, т.е. число листьев ( $n = 10$ ):

$$4. X = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_{10}}{n}$$

Этот показатель характеризует степень асимметричности организма. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние (табл. 32).

5. Таблица 2

6. Вспомогательная таблица для вычислений

№ листа	1 при- знак ( $Y_1$ )	2 при- знак ( $Y_2$ )	3 при- знак ( $Y_3$ )	4 при- знак ( $Y_4$ )	5 при- знак ( $Y_5$ )	Среднее относительное различие на признак ( $Z$ )

7.

8. Таблица 3

9. Балльные значения показателя асимметричности

Балл	Значение показателя асимметричности	Балл	Значение показателя асимметричности
1	до 0,055	4	0,065-0,070
2	0,055-0,060	5	более 0,07
3	0,060-0,065		

5. Данные оформляют в табл. 33 и делают выводы о степени загрязненности атмосферного воздуха в различных районах города.

10. Таблица 4

## 11. Величина флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой

Район исследования	Балльные значения показателя асимметричности

### 2.5 Лабораторная работа № 5 ( 2 часа).

**Тема: «Программа мониторинговых исследований компонентов природной среды»**

**2.5.1 Цель работы:** ознакомиться с основными методами анализа и средствами контроля объектов и их свойств (или методами определения компонентов – элементов, веществ, объектов)

#### 2.5.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть программу мониторинговых исследований компонентов природной среды.
2. Изучить нормативы качества окружающей среды
3. Изучить методы анализа объектов среды

#### 2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Раздаточные материалы

#### 2.5.4 Описание (ход) работы:

Методы анализа и средства контроля объектов среды при экологическом мониторинге.

На этапе анализа объектов среды при определении в них элементов, веществ, организмов, физических свойств тел применяются различные методы анализа (или методы определения).

Метод анализа (или метод определения)  $\square$  это качественно-количественное определение (идентификация) элемента, вещества, объекта, тела по их характерным, индивидуальным физическим, химическим, физико-химическим, биологическим свойствам.

Многие свойства элементов, веществ используются для получения сигналов, по которым определяют данные компоненты. Например, атомы, вещества обладают свойством поглощать или испускать излучения с определенными, только им характерными длины волн, по которым проводят качественно-количественный анализ. Качественный анализ  $\square$  это идентификация данного элемента, вещества, объекта по их характерным, индивидуальным признакам. Количественный анализ  $\square$  – это определение количества элемента, вещества, объекта путем измерения величины сигнала от содержания определяемого компонента. Соотношения между составом и его свойством устанавливают в виде калибровочного графика, по которому находят неизвестные количества.

В зависимости от определяемого свойства элемента, вещества, объекта существуют физические, химические, физико-химические, биохимические, биологические методы анализа. Например, к физико-химическому методу относится определение излучения элементов, молекул, а к биологическому  $\square$  метод определения сероводорода в воздухе по изменению интенсивности свечения бактерий.

Физические и физико-химические методы анализа называются еще инструментальными, т.к. они основаны на применении инструментов, приборов, для измерений, которые называют средствами измерений.

Главными свойствами методов анализа, учитываемых при их выборе, являются.

1. Чувствительность (предел обнаружения, диапазон содержания) метода  $\square$  – наименьший сигнал, который может быть принят данным методом. Чувствительность метода тем выше, чем меньше то количество компонента, от которого удается принять сигнал. Обычно выбирают метод, чувствительность которого в 10-15 раз превышает измеряемые содержания элемента, вещества.

Чувствительность метода можно повысить путем концентрирования пробы. С чувствительностью связан такой параметр как предел обнаружения  $\square$  – это наименьшая концентрация, при которой исчезает аналитический сигнал.

Пределы обнаружения зависят от многих факторов (элемента и его содержания,

пробоподготовки), но от метода анализа в значительной степени. Например, пределы определения веществ группы полициклических ароматических углеводородов спектрофотометрическим методом составляют порядка 10-5 ,спектрофлуоресцентным 10-7 , а низкотемпературнофлуоресцентным 10-10

2. Точность метода — его способность обеспечить прямое и специфичное измерение аналитического сигнала определяемого компонента с хорошей воспроизводимостью результатов анализа.

3. Производительность — возможность просто, быстро, точно проводить анализ.

4. Автоматизация — самоуправляемость анализа.

5. Стоимость метода и его прибора.

К распространенным методам анализа и определения относятся следующие.

#### **Физические (энергетические)**

1. Методы измерения шума основаны на фиксировании звукового давления и преобразовании звукового колебания воздушной среды в электрический сигнал. Основные средства измерения (приборы) — реверберационная и звукомерная камера, шумомеры, микрофоны, анализаторы спектра, магнитофонная техника, радиотехническая аппаратура, акустические фильтры, которые характеризуются чувствительностью, частотной зависимостью, динамическим диапазоном, направленностью. Для измерения уровней громкости шума и сравнении с ПДУ используются шумомеры разных марок («Шум-1»; ВШВ-0,3; RFT-00014; и др.), которые включают блоки: микрофон — усилитель — корректирующие фильтры — детектор — стрелочный индикатор. Ряд НД регламентируют методы измерения шума, например, ГОСТ 13337. «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»; ГОСТ 17187 «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний» и другие.

2. Методы измерения вибрации основаны на измерении параметров виброскорости, виброускорения, амплитуд, частот и фаз, перемещений с помощью виброметров, акселерометров. Виброметрическая аппаратура включает: датчики — преобразователи — анализаторы — контрольноизмерительные и сигнализирующие устройства — вибрационные стенды (механические, гидравлические, электродинамические, пьезоэлектрические и др.). Методики измерения вибрации регламентируются (ГОСТ 20844 и др.).

3. Методы измерения ИК-излучения основаны на преобразовании тепловой электромагнитной энергии фотоприемниками с чувствительными элементами в сигнал, определяемый детектором. В зависимости от способа преобразования энергии ИК-излучения приемники бывают тепловые (изменение температуры термочувствительного элемента в таких приборах как болометры, калориметры, термоэлементы), фотоэлектрические (появление электрического тока или напряжения в таких приборах как фотоприемники разных конструкций, электронно-оптические преобразователи, тепловизоры), люминесцентные (появление люминесценции). Для аэрокосмического мониторинга состояния окружающей среды широкое применение нашли тепловизоры в сочетании с аппаратурой видимого и УФ-диапазонов.

4. Методы измерения УФ-излучения основаны на регистрации УФ-квантов разными приемниками видимого и УФ света. Чаще всего это фотоматериалы на основе серебра. Широко применяются фотоэлектрические приемники, использующие явления фотоэффекта, ионизации, электронной эмиссии: фотоэлементы (ФЭ), фотоэлектронные умножители (ФЭУ), ионизационные камеры, счетчики фотонов, электронно-оптические преобразователи (ЭОП), фотоэлектрические методы регистрации оптического излучения. Методы измерения параметров ФЭУ регламентированы в ГОСТ 11612.0; ГОСТ 11612.16.

5. Методы измерения электромагнитных полей (ЭМП) основаны на измерении потока энергии электромагнитных колебаний. В зависимости от типа поля (электростатическое, магнитостатическое, переменное низких, промышленных

радиочастот и др.) выбирается метод измерений и тип прибора.

В области радиоизмерений используется импульсная техника с короткими по длительности импульсами. В электростатике для измерения зарядов и потенциалов проводников используются электрометры, амперметры, вольтметры, гальванометры постоянного тока и др. В магнитостатике постоянные магнитные поля измеряют приборами с датчиками Холла, микровибраторами. Для анализа переменных сигналов используют осциллографы, частотомеры, спектроанализаторы. Для измерения электрической и магнитной составляющих ЭМП служат приборы типа ИЭМП □ ПЗ-15, ПЗ-16, ПЗ-17, радар-тесторы □ ГК4-14, ТК4-3А. В технике СВЧ применяют панорамные измерители коэффициента стоячей волны напряжений (КСВН).

6. Методы измерения ионизирующего излучения основаны на способности -частиц и  $\gamma$ -квантов ионизировать молекулы газов с последующей регистрацией образующегося электрического тока. Наиболее известные приборы □ газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера (для электронов и  $\gamma$ -частиц), сцинтилляционные счетчики (для нейтронов и  $\gamma$ -квантов), камера Вильсона (для заряженных частиц).

7. Ядерно-физические методы (радиоизотопный, радиоактивный) предназначены для определения радиоактивных элементов с помощью - спектрометрии на многоканальных спектрометрах.

8. Нейтронно-активационный метод позволяет определять тяжелые металлы путем облучения их нейтронами и последующего измерения уровней излучения. Метод чувствительный, автоматизированная аппаратура состоит из высокоеффективных детекторов, многоканальных анализаторов и регистрирующих ЭВМ.

#### **Химические (ингредиентные, вещественные)**

1. Весовой (гравиметрический) предназначен для определения массы и процентного содержания элемента, иона, вещества при помощи взвешивания на технических или аналитических весах.

2. Титrimетрический (объемный) метод отличается быстротой, простотой, точностью, суть которого заключается в измерении объемов как определяемого вещества, так и используемого при определении реагента в специальных титриметрических стеклянных бюретках. Метод включает четыре группы: кислотно-основное титрование реакции нейтрализации. Точку эквивалентности фиксируют при помощи индикатора, который меняет свою окраску в зависимости от pH среды; метод осаждения основан на образовании осадка, по которому определяют точку эквивалентности; метод окисления восстановления использует соответствующие реакции между искомым веществом и веществом рабочего раствора. Известна иodo-, хромато-, перманганатометрия для определения катионов и ионов; методы комплексообразования определяют катионы и анионы, способные образовывать малодиссоциированные комплексы. Например, комплексон III трилон Б.

3. Тест-методы □ это экспрессные, простые, дешевые, легко исполнимые приемы обнаружения и определения веществ, обычно не требующие существенной подготовки пробы, использования сложных приборов, сложного лабораторного оборудования и обученного персонала. Принцип их работы основан на использовании известных химических реакций и реагентов в условиях и в форме, обеспечивающих визуальный и легко измеряемый эффект, чаще всего □ цвет и интенсивность окрашивания бумаги или длина окрашенной части индикаторной трубки. Простым примером являются всем известные бумажки для определения величины pH или трубки для выявления алкоголя в воздухе, выдыхаемом водителем. Тест-методы широко применяют в клиническом анализе, при обнаружении боевых отравляющих веществ и наркотиков, вредных веществ в воздухе рабочей зоны, в промывбросах. Наряду с химическими тест-методами, к которым относятся и ферментные, существует большая группа иммунотестов, биотестов, основанных на применении живых организмов, их органов, тканей. Тест-методы используют обычно для предварительной оценки качества объектов среды, особенно в

полевых условиях. Их точность анализа в 2-3 раз хуже, чем методов, применяемых в лаборатории, что достаточно для предварительных оценок.

### **Физико-химические (ингредиентные, вещественные)**

1. Спектрофотометрические методы основаны на способности веществ поглощать видимую, УФ (ультрафиолетовую), ИК (инфракрасную) части спектра. Может быть метод визуальной колориметрии, когда исследуемый раствор сравнивают со стандартной шкалой. Например, определение цветности воды по хромато-кобальтовой шкале со стандартными растворами. Точные количественные определения возможны на приборах спектрофотоколориметрах (ФЭК), спектрофотометрах при помощи предварительно построенной калибровочной зависимости в координатах «оптическая плотность  $\square$  концентрация».

2. Оптические люминесцентные (люминесцентный, хемилюминесцентный, криолюминесцентный), флуоресцентные, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) методы основаны на способности элементов, веществ излучать спектр разной длины волны, по интенсивности которого судят о концентрации определяемых компонентов. Измерения проводят на спектрофлуориметрах.

3. Хроматографический метод основан на предварительном разделении веществ при помощи тонкослойной, колоночной, газовой, жидкостной, газожидкостной, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ТСХ, ЖХ, ГХ, ГЖХ, ВЭЖХ) с последующей идентификацией выделенного вещества различными физико-химическими методами. Измерения проводят на специальном оборудовании  $\square$  хроматографах.

4. Электрохимические (полярографический, потенциометрический, кулоно-метрический) методы основаны на измерение потенциала ионизации веществ, по величине которого идентифицируют вещества. Существует большой набор измерительных приборов  $\square$  полярографы, кулонометры, потенциометры.

5. Атомно-абсорбционный и атомно-адсорбционные методы высокочувствительные для определения разных элементов, особенно тяжелых металлов, основаны на способности веществ излучать или поглощать свет.

6. Хромато-масс-спектрометрический метод основан на разделении веществ, разрушении их на осколки с последующей идентификацией.

Отличается высокой чувствительностью, применяются при определении ПАУ диоксинов, хлорорганических соединений, включая диоксины, биомолекул.

### **Биохимические, биологические**

1. Ферментативные и иммунохимические методы основаны на проведении биохимических реакций, обладают высокой чувствительностью, простотой, специфичностью. Например, известен метод определения фенолов с помощью фермента пероксидазы. Иммунохимические методы основаны на получении антител на определенные высокотоксичные загрязнители.

2. Биологические методы заключаются в контроле реакции биосистемы (клетка, гидробионты, растения, животные) на определяемый компонент.

#### **Известны методы:**

Биоиндикация  $\square$  метод оценки абиотических и биотических факторов среды обитания при помощи биообъектов и их систем. (лат. indicare указывать). Организмы, популяции или их сообщества, свойства и функции которых коррелируют с определенными факторами среды и могут применяться для их оценки называются биоиндикаторами или биомониторами.

Биотестирование  $\square$  метод активного мониторинга среды обитания при помощи тест-объектов в искусственных, лабораторных условиях. Тест-объекты  $\square$  живые организмы или их сообщества, выделенные в лабораторные культуры, по реакциям которых получают интегральную оценку токсичности объектов окружающей среды. Биотестирование дополняет аналитические и аппаратурные методы мониторинга природной среды качественно новыми биологическими показателями, т.к. результаты

определения концентрации токсикантов имеют относительную ценность.

Важны не уровни загрязнения, а вызываемые ими биологические эффекты. Экотоксикология — новый метод биологического мониторинга, направленный на установление пороговых эффектов токсического воздействия в системах «токсикант — живой организм», «доза — ответная реакция», «токсикант — экосистема» с целью проведения природоохранных мер и обеспечения экологической безопасности. Главная задача экотоксикологии — определение дозы вредного вещества, способного нанести вред живым системам.

Мониторинг биоразнообразия — система наблюдений за состоянием живых организмов (животные, растения, микроорганизмы) с целью слежения за состоянием биоты в природно-техногенных комплексах. Объектами биоразнообразия являются виды, сообщества, популяции, экосистемы, ландшафт, редкие виды и сообщества. Биоразнообразие определяется на генетическом, видовом, экосистемном уровнях для видов фоновых, индикаторных, редких. Фоновыми территориями служат особоохраняемые биосферные заповедники (Б3).

Методы и средства контроля объектов среды Для получения объективной информации о состоянии и об уровне загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать надёжными средствами и методами контроля. Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто повышением производительности, оперативности и регулярности измерений, увеличением масштабности охвата одновременным контролем; автоматизацией и оптимизацией технических средств контроля и самого процесса.

Средства экологического наблюдения и контроля подразделяются на контактные, неконтактные (дистанционные), биологические, а контролируемые показатели — на функциональные (продуктивность, оценка круговорота веществ и др.) и структурные (абсолютные или относительные значения физических, химических или биологических параметров — концентрация загрязняющего вещества, коэффициент суммарного загрязнения и др.).

### 1. Контактные методы контроля

Контактные методы контроля состояния объектов среды представлены как классическими методами химического анализа, так и современными методами инструментального анализа. Методы классифицируют на физические (рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрия, магнитная спектроскопия), физико-химические (спектральные, электрохимические, хроматографические), химические (гравиметрические, титриметрические).

Наиболее применяемые спектральные, хроматографические, электрохимические методы анализа объектов среды.

Спектральные методы анализа включают атомную и молекулярную спектроскопию, которые многочисленны. Из них наибольшее применение имеют — фотометрия, люминесценция, радиоволновая спектроскопия, ИК-, УФспектроскопия, рентгеноспектральный, эмиссионный и др. методы анализа.

Хроматографические методы и средства измерения делятся на две группы — соответственно с подвижными фазами газ и жидкость. В качестве детекторов используются фотометрия, люминесценция, пламенно-ионизационные детекторы. К данным методам относится чувствительная хроматомассспектроскопия.

Электрохимические методы делятся на методы, основанные на протекании и без протекания электродных реакций. Это — потенциометрия, электрохимия, кулонометрия и др.

Эффективность любого метода наблюдений и контроля за состоянием объектов окружающей среды оценивается совокупностью показателей:

- селективностью и точностью определения;
- воспроизводимостью получаемых результатов;

- чувствительностью определения;
- пределами обнаружения элемента (вещества);
- экспрессностью анализа.

Основным требованием к выбранному методу является его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества, в незагрязнённых объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах технического воздействия.

2. Дистанционные методы контроля Контактные методы наблюдений и контроля за состоянием природной среды дополняются неконтактными (дистанционными), основанными на использовании двух свойств зондирующих полей (электромагнитных, акустических, гравитационных): осуществлять взаимодействия с контролируемым объектом и переносить полученную информацию к датчику. Зондирующие поля обладают широким набором информативных признаков и разнообразием эффектов взаимодействия с веществом объекта контроля. Принципы функционирования средств неконтактного контроля условно подразделяют на пассивные и активные. В первом случае осуществляется приём зондирующего поля, исходящего от самого объекта контроля, во втором производится приём отражённых, прошедших или переизлученных зондирующих полей, созданных источником

### **2.6 Лабораторная работа №6 ( 2 часа).**

**Тема: «Методы оценка качества воздушной среды»**

**2.6.1 Цель работы:** изучение методов качества воздушной среды.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные методы оценки воздушной среды
2. Познакомиться с нормативными требованиями, предъявляемыми к атмосферному воздуху
3. научиться оценивать качество воздуха по содержанию в нем диоксида углерода.

#### **2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

груша резиновая, резиновые трубы, зажим, пипетки градуированные вместимостью; шприц; химический стакан, реактивы

#### **2.6.4 Описание (ход) работы:**

Характеристика метода определения концентрации диоксида углерода в воздухе. Для определения концентрации CO<sub>2</sub> в воздухе разработано несколько методов, но в санитарной практике наиболее широкое применение нашел портативный экспрессный метод Лунге-Цеккендорфа в модификации Д.В. Прохорова.

Принцип метода основан на пропускании исследуемого воздуха через титрованный раствор углекислого натрия в присутствии фенолфталеина. При этом происходит реакция  $Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$ .

Раствор фенолфталеина, который имеет розовую окраску в щелочной среде, после связывания CO<sub>2</sub> обесцвечивается (кислая среда).

Анализ исследуемых проб. Перед анализом воздуха готовят рабочий раствор углекислого натрия с концентрацией 0,1 М путем разведения стандартного раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Для этого к 2 мл стандартного раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> прибавляют 8 мл дистиллированной воды. Раствор тщательно перемешивают, добавляют 2-3 капли 0,1% раствора фенолфталеина. Раствор переносят в склянку (рис. 1) или в шприц (рис. 2). В первом случае к длинной трубке склянки-поглотителя с утонченным носиком присоединяют резиновую грушу с клапаном или небольшим отверстием. Медленно сжимая и быстро отпуская грушу, продувают через раствор исследуемый воздух. После каждой продувки склянку встряхивают для полного поглощения 6 CO<sub>2</sub> из порции воздуха. Для ограничения поступления CO<sub>2</sub> с воздухом во время встряхивания склянки на короткий конец стеклянной трубки склянки-поглотителя надевают резинку, на которой фиксируется зажим.

Во втором случае в шприц, наполненный 10 мл рабочего раствора соды с

фенолфталеином, держа его вертикально, набирают порцию исследуемого воздуха. Затем энергичным встряхиванием (7-8 раз) воздух приводят в контакт с поглотителем, после чего воздух выталкивается и вместо него набирается одна за другой порции исследуемого воздуха до полного обесцвечивания раствора в шприце. Считают количество объемов (порций) воздуха, пошедших на обесцвечивание раствора. Анализ воздуха проводят в помещении и (или) за пределами помещения (атмосферный воздух). Результат рассчитывают по обратной пропорции на основании сопоставления количества израсходованных объемов (порций) груш или шприцев и концентрации CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе (0,03 %) и в конкретном исследуемом помещении, где определяется концентрация CO<sub>2</sub>

Содержание углекислого газа ( CO<sub>2</sub> С , %) вычисляют по формуле: С (CO<sub>2</sub>)=0,03\*Va/Vn , где 0,03 – содержание углекислого газа в атмосферном воздухе, %; Va – объем атмосферного воздуха, прошедшего через поглотитель, см<sup>3</sup> ; Vn – объем воздуха помещения, прошедшего через поглотитель, см<sup>3</sup> . По полученным результатам делают вывод о соответствии проб воздуха санитарно-гигиеническим нормам и оценивают качество воздуха в помещении.

### **2.7 Лабораторная работа №7 ( 2 часа).**

**Тема: «Гидрологический мониторинг. Методы исследований грунтовых вод»**

**2.7.1 Цель работы:** рассмотреть основные методы исследования грунтовых вод.

#### **2.7.2 Задачи работы:**

Изучить методы исследования грунтовых вод

2. Познакомиться с нормативными требованиями, предъявляемыми к грунтовым водам.

#### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп, предметные стекла, покровные стекла, наглядные материалы.

#### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

Гидробиологический анализ активного ила.

На предметное стекло наносят каплю суспензии активного ила, накрывают покровным стеклом и производят микроскопирование. Отмечают качественный состав индикаторных микроорганизмов, их физиологическое состояние, оценивают встречаемость видов. Результаты представляют в виде таблицы:

Рисунок м/о, его родовая (если возможно, видовая принадлежность)	Физиологическое состояние м/о	Встречаемость (очень часто, часто, редко, очень редко)

Делают вывод о состоянии активного ила и его способности к переработке загрязнений. Содержание отчета 1. Цель работы. 2. Краткое описание методики выполнения работы. 3. Вывод по работе. Правила безопасного ведения работы. Необходимо соблюдать осторожность при обращении с суспензией активного ила (содержит патогенные м/о). Для дезинфекции при попадании суспензии на кожные покровы применять обработку этиловым спиртом.

### **2.8 Лабораторная работа №8 ( 2 часа).**

**Тема: «Гидрологический мониторинг. Методы исследований поверхностных водоёмов»**

**2.8.1 Цель работы:** Изучить методы исследования вод поверхностных водоемов. Ознакомиться с методикой пробного коагулирования, применяемой для определения дозы коагулянта при оптимальных значениях pH раствора.

#### **2.8.2 Задачи работы:**

1. Изучить методы исследования поверхностных вод  
2. Познакомиться с нормативными требованиями, предъявляемыми к поверхностным водам.

#### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Образцы воды, конические колбы, мерный цилиндр, бюретка для титрования, секундомерреактивы

#### 2.8.4 Описание (ход) работы:

Пробное коагулирование в производственных условиях проводят в мерных цилиндрах. Используют шесть мерных цилиндов. В каждый цилиндр наливают по 0,5 л природной (или сточной) воды. Затем вносят требуемое количество коагулянта 4 мл, 4,5 мл, 5 мл, 5,5 мл, и т.д. с шагом в 0,5 мл. После внесения дозы в первый цилиндр содержимое интенсивно перемешивается в течение 1 минуты и отмечается время начала коагуляции. Затем последовательно вносится коагулянт в остальные цилиндры. Для природной воды определяется цветность, щелочность, мутность, температура (например, для воды реки Волги на 23.02.01 цветность 53 град., щелочность 2,18 мг-экв/л, мутность 2,3 мг/л,  $t = 0,2^{\circ}\text{C}$ ). Эти же показатели определяются в пробах воды после ее обработки коагулянтом. Полученные данные сводятся в таблицу 1

Доза коагулянта, мг/л					Природная вода для очистки
Хлопьеобразование					
Осаждение					
Осветление					
** Щелочность, мг-экв/л $\Delta$					
Щелочность, мг-экв/л					
Цветность, град					
Мутность, мг/л					

Для реки Волги получены следующие результаты при проведении пробного коагулирования (табл. 2) от 23.02.01 и (табл. 3) от 23.06.04. В результате внесения сульфата алюминия в природную воду уменьшается ее щелочность. Для всех вариантов очистки воды необходимо определить щелочную разность ( $\Delta$  Щелочности) и построить график ее зависимости (см. стр. 34) от дозы коагулянта (мг/л). В зависимости от  $\Delta$ Щелочности очищенной и природной воды выбирается доза коагулянта в производственных условиях. 33 Пример: щелочность природной воды 2,18 мг-экв/л, щелочность воды после обработки ее коагулянтом 1,42 мг-экв/л,  $\Delta\text{Щ} = 2,18 - 1,42 = 0,76$ . Следовательно, оптимальной будет доза коагулянта 119 мг/л. Она обеспечивает максимальный эффект очистки в техническом процессе.

#### 2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).

Тема: «Методы оценка качества водной среды»

**2.9.1 Цель работы:** Рассмотреть основные методы оценки качества водной среды; определить качество воды, используя ее органолептические свойства и получить информацию о составе воды

#### 2.9.2 Задачи работы:

1. Изучить понятие «качество воды»
2. Изучить основные органолептические показатели воды.
3. Определить качество исследуемых образцов воды

#### 2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Оборудование и материалы: 1) колба с притертой пробкой; 2) часовое стекло; 3) электрическая плитка; 4) термометр; 5) вода из водоема; 6) цилиндры с плоским дном на 100 и 1000 мл; 7) мерные колбы на 1 л.; 8) калибровочный водяной термометр; 9) шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий букв – 0,5 мм; 10) линейка.

Реактивы: 1) дистиллированная вода; 2) стандартный раствор № 1: 0,0875 г бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 мл серной кислоты с пл. 1,84 г/мл растворяют

в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л, раствор соответствует цветности 500°C; 3) раствор № 2: 1 мл концентрированной  $H_2SO_4$  доводят дистиллированной водой до 1 л; 4) вода из водоема.

#### 2.9.4 Описание (ход) работы:

Природная и питьевая вода содержит огромное количество компонентов, находящихся в низких (менее 1%) и ультразвуковых (менее 0,0000001%) концентрациях. В естественных условиях состав вод регулируется природными процессами, в тоже время в результате хозяйственной деятельности человека происходит значительное изменение состава природных вод. Качество воды отражает ее состав, потребительские свойства, т.е. ее пригодность для пищевого, хозяйственного или другого использования. Обязательный контроль качества природной и питьевой воды проводится более чем по 50 показателям. Когда к качеству воды предъявляются особые требования, контроль проводится по 100 и более компонентам, многие из которых составляют миллиардные и триллионные доли токсического вещества (микрограммы и нанограммы вещества на 1 л воды). Характеристика свойств воды может проводиться различными методами: визуальным, органолептическим, визуально-калориметрическим, титриметрическим, турбидиметрическим и расчетным.

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, т.е. таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). К органолептическим характеристикам относятся: запах, вкус и привкус, цветность, прозрачность, осадок, температура и др.

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем или со сточными водами. Практически все органические вещества (особенно жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах оценивается в баллах. Водой без запаха считается вода, запах которой не превышает 2-х баллов (питьевая вода).

Запах по характеру подразделяют на две группы (табл. 1), описывая его субъективно по своим ощущениям: 1) запахи естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.); 2) запахи искусственного происхождения, которые обычно значительно изменяются при обработке воды. Чистые природные воды запахов не имеют.

#### 1.Характер и интенсивность запаха

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
– ароматный	– нефтепродуктов (бензиновый)
– болотный	– хлорный
– гнилостный	– уксусный
– древесный	– фенольный и др.
– плесневый	
– рыбный	
– сероводородный	
– травянистый	
– неопределенный	

Интенсивность запаха определяют по 5-балльной шкале: 0 - не ощущается; 1 - обнаруживается только опытным исследователем; 2 - слабый, обнаруживается в том случае, если указать на него; 3 - заметный, вызывает неодобрение; 4 - отчетливый, делающий воду непригодной для питья; 5 - очень сильный, делающий воду совершенно непригодной (Муравьев, 1998).

Оценку вкуса у питьевой воды проводят при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают четыре вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий). Остальные

вкусовые ощущения считаются привкусами (солоноватый, щелочной, железистый, металлический, вяжущий, хлорный и др.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале (табл. 2). Для питьевой воды допускаются значения показателей вкус и привкус не более 2-х баллов.

## 2. Определение характера и оценка интенсивности вкуса и привкуса

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус сразу потребителем не ощущаются, но обнаруживаются при тщательном тестировании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание	2
Заметна	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

При интенсивности запахов и привкусов выше 2-х баллов водопотребление ограничивается, так как сильные запахи и привкусы могут быть показателями загрязнения воды сточными водами или свидетельствовать о наличии биологически активных веществ, выделяемых синезелеными водорослями.

Цветность – это природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ и комплексных соединений железа, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в открытые водоемы. Цветность воды определяется в градусах. Вода, имеющая цветность 20°C, считается бесцветной.

Вода, не подвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20°C (Руководство..., 1977).

Для приготовления шкалы цветности смешивают растворы № 1 и № 2 (см. реактивы) в цилиндрах в следующих соотношениях (табл. 3):

## 3. Хромово-cobальтовая шкала цветности

Растворы	Шкала цветности										
Раствор № 1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Раствор № 2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Прозрачность (или светопропускание) воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ. Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который виден специальный шрифт. Воды для питьевого водоснабжения должны обладать прозрачностью не менее 30 см. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см.

Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Температура является важной гидрологической характеристикой водоема, показателем возможного теплового загрязнения. При тепловом загрязнении происходит повышение температуры воды в водоеме по сравнению с естественными значениями температур в тех же точках в соответствующие периоды сезона. Основные источники промышленных тепловых загрязнений – тепловые воды электростанций и крупных промышленных предприятий, образующиеся в результате отведения тепла от нагревых агрегатов и машин. Электростанции часто сбрасывают в водоемы воду, имеющую температуру на 8-12° С выше, чем забираемая из того же водоема вода. Тепловое загрязнение опасно тем, что вызывает интенсификацию процессов жизнедеятельности и ускорение естественных жизненных циклов водных организмов, изменение скоростей химических и биохимических реакций, протекающих в водоеме. В условиях теплового загрязнения значительно изменяются кислородный режим, процесс самоочищения водоема, интенсивность фотосинтеза и т.п.

Ход работы.

1. Колбу с притертой пробкой наполняют на 2/3 ее объема исследуемой водой, сильно встряхивают, открывают пробку и вдыхают ее запах. Для усиления интенсивности запахов воду подогревают до 60° С, предварительно закрыв ее часовым стеклом.

2. Колбу вращательным движением взбалтывают и, сдвинув стекло, быстро определяют запах.

3. Анализируемую воду набирают в рот малыми порциями и задерживают на 3-5 с, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают.

4. Отмечают наличие вкуса и его интенсивность в баллах по шкале (табл. 5).

5. Цветность можно определять визуально. Для этого наливают в цилиндр 100 мл профильтрованной исследуемой воды, сравнивают ее с контрольными растворами шкалы цветности (согласно табл. 6) и определяют градусы цветности. Цветность можно определить на фотоэлектрокалориметре (рис. 11). Для этого строят градуированный график по хромово-кобальтовой шкале цветности. Растворы с различной цветностью калориметрируют в кювете на 5 см в синей части спектра относительно дистиллированной воды. При цветности выше 35° С водопотребление ограничивают.

6. Исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого кладут на расстоянии 4 см шрифт. Сливают воду до тех пор, пока сверху через слой можно будет отчетливо прочесть этот шрифт.

7. Высоту столба оставшейся воды измеряют линейкой.

Осадок оценивают количественно: нет, незначительный, заметный, большой и качественно: песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный.

8. Взболтанную в колбе воду из источника наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют на 1 ч (если вода отобрана из открытого водоема) или на сутки (если вода взята из подземных источников).

9. Осадок оценивают количественно и качественно, также отмечают цвет осадка. Большое количество осадка свидетельствует о загрязнении воды.

10. Погружают водяной термометр в воду водоема и выдерживают в погруженном состоянии на нужной глубине (10-15 см) не менее 5 минут. Не вынимая термометра из воды, производят отсчет показаний. Определяют температуру воды в нескольких местах водоема.

12. Рассчитывают разницу в значениях температуры. Температуру более глубоких

слоев воды определяют, опуская термометр на глубину 20, 30, 40, 50 см.

13. Данные оформляют в табл. 4 и делают выводы:

#### 4.Органолептические свойства воды

Пробы воды	Запах, балл	Вкусы и привкусы, балл	Цветность, °	Прозрачность, см	Осадок	Температура, °C

### 2.10 Лабораторная работа №10 ( 2 часа).

**Тема:** «Мониторинг почв и земель. Методы определения морфологических признаков почв»

**2.10.1 Цель работы:** рассмотреть основные методы определения морфологических признаков почв.

**2.10.2 Задачи работы:**

1. Изучить морфологические признаки почв.
2. Изучить методы определения морфологических признаков почв.

**2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Образец почвы, бланк описания образца почвы, фарфоровая ступка и пестик, мензурка или колба с водой

**2.10.4 Описание (ход) работы:**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКРАСКИ ПОЧВЫ И ПОЧВООБРАЗУЮЩЕЙ ПОРОДЫ.**

Определить окраску и характер её пятнистости каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы по мазкам в бланке описания образца почвы и связать её с химическим и минералогическим составом.

(1) Небольшое количество почвенного материала (половину объёма одной чайной ложки), взятого из отдельного генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, очищается от посторонних предметов (веточки, стебли и корни трав, обломки камней, угольки и т.д.), аккуратно растирается пестиком в фарфоровой ступке до однородной рассыпчатой массы и смачивается водой из мензурки или колбы до слегка жидкотекучей консистенции.

(2) Указательным пальцем руки часть этой консистенции аккуратно наносится (намазывается вращательным движением пальца) на бланк описания образца почвы (в столбец “Мазок”) для получения равномерного по густоте окраски пятна диаметром 2-2,5 см. Не рекомендуется наносить на бланковый лист избыточное количество почвенного материала, ибо, чем больше толщина нанесённого слоя, тем больше вероятность его осыпания при высыхании. Не рекомендуется наносить и крайне малое количество материала (при этом избыточно жидкого), поскольку в таком случае получается весьма бледный мазок, что затрудняет определение по нему окраски.

(3) По высохшему мазку определяется окраска образца почвенной массы. Название окраски, которая представляет собой смесь различных цветов и их оттенков, должно включать как основной (доминирующий) цвет (оттенок), так и дополнительный цвет (в качестве дополнительного обычно указывают только цвет, т.к. выделить оттенок дополнительного цвета затруднительно).

Например, окраска коричнево-тёмно-серая (основной оттенок – тёмно-серый, дополнительный цвет – коричневый). Доминирующий цвет (оттенок) ставится в названии на последнее место. Другие примеры названия окраски: серокоричневая, коричнево-бурая, палево-светло-коричневая и т.д. Если и дополнительные цвета выделить проблематично, то останавливаются только на указании основного цвета (оттенка): окраска тёмно-коричневая, светло-серая и т.д.

(4) По результатам определения окраски устанавливаются для каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, опираясь на таблицу 1,

особенности их химического и минералогического состава.

(5) В образце почвы, помещённой в ящик, необходимо проанализировать характер пятнистости окраски почвенной массы – её контрастность, количество и окраску пятен.

Выделяют следующие градации (степени) контрастности пятен:

- слабая (основная окраска и окраска пятен имеют близкий цветовой тон и насыщенность, пятна обнаруживаются лишь при внимательном рассмотрении);
- отчётливая – пятна хорошо заметны (основная окраска и окраска пятен отличаются заметно);
- сильная – пятна бросаются в глаза (пятнистость является характерной чертой горизонта (подгоризонта)).

Для описания количества пятен используются следующие градации частоты их встречаемости: пятна единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие.

(6) Отработанный почвенный материал не возвращается в почвенный ящик, а удаляется в мусорное ведро или пакет.

Итоговые результаты по окраске и характеру её пятнистости каждого генетического горизонта (подгоризонта) вписываются простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО (ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО) СОСТАВА ПОЧВЫ И ПОЧВООБРАЗУЮЩЕЙ ПОРОДЫ.** Определить механический (гранулометрический) состав каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы методом раскатывания

(1) Небольшое количество почвенного материала (объём одной чайной ложки), взятое из отдельного генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, очищается от посторонних предметов (веточки, стебли и корни трав, обломки камней, угольки и т.д.), аккуратно растирается в фарфоровой ступке до однородной рассыпчатой массы и смачивается водой из мензурки или колбы до густой вязкой (тестообразной) консистенции.

(2) Полученная масса скатывается в шарик диаметром около 1,5–2 см.

(3) Шарик раскатывается на более или менее ровной поверхности (стол, тетрадная поверхность, ладонь и т.д.) в шнур длиной около 5 см и равномерной толщиной около 4–5 мм.

(4) Полученный шнур аккуратно сгибается в кольцо также на более или менее ровной поверхности (стол, тетрадная поверхность, ладонь и т.д.). Не допускается сгибание в кольцо пересохшего или переувлажнённого шнура: если шнур высох, то необходимо добавить немного воды и раскатать материал вновь, если он переувлажнённый – слегка обдать его для испарения воды с поверхности.

(5) По характеру раскатывания материала в шнур, его морфологии, наличию и густоте трещин на нём определяется принадлежность изучаемого почвенного материала к той или иной группе (подгруппе) механического состава

(6) Исходя из механического состава для каждого генетического горизонта (подгоризонта) определяются, опираясь на таблицы 2 и 3, общие особенности его минералогического состава. Эти выводы сопоставляются с выводами об особенностях минералогического состава, полученными по анализу окраски почвенного образца. (7) Отработанный почвенный ящик, а удаляется в мусорное ведро или пакет. Для надёжности определения механического состава и исключения случайного результата необходимо провести описанную выше процедуру на раскатывание не менее двух-трёх раз для одного и того же образца. И горизонта (подгоризонта) вписывается простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы.

## **2.11 Лабораторная работа №11 ( 2 часа).**

**Тема:** «Геоморфологический мониторинг. Описание рельефа местности и составление геоморфологического описания»

**2.11.1 Цель работы:** изучение форм и элементов рельефа, описание рельефа местности по топографическим картам.

**2.11.2 Задачи работы:**

1. научиться определять морфологический тип рельефа (горный или равнинный и т.п.).

2. находить на карте формы рельефа, определять их границы и размеры, положение в пространстве и относительно друг друга, ориентировку на местности, превышения форм рельефа относительно друг друга, устанавливать направление и величину наклона земной поверхности и уклоны водных потоков

3. составлять общее морфологическое описание рельефа и гидрографических объектов территории

**2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Раздаточные материалы, линейки.

**2.11.4 Описание (ход) работы:**

Каждый студент выполняет работу по учебной топографической карте. Прежде чем приступить к составлению схемы, необходимо внимательно изучить рельеф местности, изображенной на карте по условным знакам и их сочетанию. Для этого следует проанализировать отметки абсолютных высот, подписи горизонталей, направление бергштрихов, а также выяснить местоположение возвышенностей, понижений, седловин.

Далее можно приступить к анализу рисунка горизонталей. При этом нужно иметь ввиду, что ровный на значительном расстоянии рисунок горизонталей, с плавными изгибами отображает пологий склон возвышенности или речной долины / 1 /, и, наоборот, сближенные горизонтали с резкими и частыми изгибами, отображают крутые сильно расчленённые склоны. Наличие условного знака обрыва свидетельствует о резком изломе /перегибе/ поверхности.

Следующий этап – это выявление характерных /структурных/ линий рельефа, которые проводятся карандашом на кальке или ксерокопии с карты с учётом следующих правил. Водоразделы проводятся на вершинах возвышенностей, соединяя точки с наибольшими абсолютными отметками; по оси изгибов горизонталей, обращённых вниз по склону.

Тальвеги - проводятся по руслу рек, изображённых одной линией и по оси русел рек, изображенных в две линии; вдоль промоин и по оси оврагов; по оси изгибов горизонталей, обращённых вверх по склону.

Подошвенная линия проводится по первой горизонтали, следующей за условным знаком береговой линии реки; по горизонтали, ограничивающей положительную форму рельефа с крутыми склонами. Линия бровки проводится по условному знаку оврага; по горизонтали /чаще всего утолщенной/ вверх и вниз от которой резко меняется сближение соседних горизонталей. Тальвеги и водоразделы не должны пересекаться.

Схема должна быть выполнена аккуратно в предложенных условных знаках

Профиль рельефа по карте строится на миллиметровой бумаге. Линия на карте, по которой строится профиль, называется профильной. Миллиметровую бумагу следует приложить к профильной линии и перенести на неё вертикальными чёрточками все горизонтали со значением их высот. Вертикальный масштаб выбирается, исходя из амплитуды высот по линии профиля /он может быть увеличен по сравнению с горизонтальным в 5 - 10 раз/. От каждой вертикальной чёрточки восстановить перпендикуляр до пересечения с линиями соответствующих значений высот по вертикальному масштабу. Затем соединить полученные точки плавной кривой линией и оформить профиль.

Описание рельефа составить по плану. Общий характер рельефа /равнинный, горный/. Основной рельефообразующий процесс /эрэзионный, карстовый и т.д./. Характер расчленения. Характер водоразделов /широкие, узкие, ровные, волнистые/. Характер склонов /выпуклые, вогнутые, прямые, ступенчатые/. Формы, расчленяющие склоны

/овраги, балки, котловины/. Микрорельеф.

## **2.12 Лабораторная работа №12 ( 2 часа).**

**Тема:** «Методы оценки качества почв»

**2.12.1 Цель работы** научиться оценивать качество почвы по показателю «дыхание» почвы; рассмотреть влияние различных загрязнителей на процесс «дыхания» почвы.

### **2.12.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные методы оценки качества почв.

### **2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Образцы почвы, бюретка, стаканы химические вместимостью на 100 см<sup>3</sup> ; пипетки вместимостью 5 см<sup>3</sup> , чашки Петри, реактивы.

### **2.12.4 Описание (ход) работы:**

Исследуемую почву б помешают стеклянную емкость 5 с площадью поверхности 60-80 см<sup>2</sup> и изолируют с помощью стеклянного или полиэтиленового сосуда 1, края которого заглубляют в почву на 1,5-2 см. Внутри этого сосуда на подставке 4 устанавливают чашку Петри 2 с 5 мл 0,1 н. раствора КОН 3 и выдерживают в течение определенного времени (0,5-2 ч). Схема лабораторной установки представлена на рисунке 1. В качестве поглотителя СО<sub>2</sub>, выделившегося из почвы, используют раствор 0,1 н. КОН. Для определения количества углекислоты, содержащейся в воздухе изолирующего сосуда одновременно проводят контрольный опыт, для чего собирают аналогичную установку, только вместо почвы в стеклянную емкость 5 наливают дистиллированную воду (с целью изоляции системы от внешнего воздуха). 5 По истечении заданного времени снимают изолирующий сосуд, переливают содержимое чашки Петри в колбу для титрования, прибавляют 1-2 капли фенолфталеина, пробу перемешивают и оттитровать 0,01 н. раствором HCl до исчезновения малиновой окраски.

Расчет интенсивности выделения СО<sub>2</sub> из почвы проводят по формуле:  $D = (a-b)*2,2/S*T*10$  , где D – количество СО<sub>2</sub>, выделившегося из почвы, мг/(дм<sup>2</sup> · ч); a – количество 0,01 н. HCl, которое потребовалось на титрование щелочи при определении содержания СО<sub>2</sub> в воздухе сосуда-изолятора (контрольный опыт), мл; b – количество 0,01 н. HCl, которое потребовалось на титрование щелочи в опыте, мл; S – площадь изолируемой поверхности, дм<sup>2</sup> ; T – время экспозиции, ч; 2,2 – количество СО<sub>2</sub>, поглощаемое 1 мл 0,1 н. раствора щелочи, мг;

10 – коэффициент, учитывающий разность концентраций щелочи и кислоты.

Для определения влияния химических веществ, присутствующих в почве, на биологическую активность почвы проводят аналогичные опыты с загрязненными образцами почвы.

По полученным результатам делают вывод о влиянии загрязняющих веществ на биологическую активность почвы.