

**Методические материалы для обучающихся  
по освоению дисциплины**

**Основы экологического мониторинга на предприятии**  
наименование дисциплины

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность  
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль): «Управление экологической безопасностью предприятия»  
наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск  
2023

Составитель – Яшкина А.А., ст.преподаватель кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Рекультивация нарушенных земель» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Техносферной безопасности «2» июня 2023 г., протокол № 7.

## Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине сопровождаются методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине, а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины:

**Таблица 1. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен») очная форма обучения**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	<b>Посещение лекций (15 лекций)</b>	10	15	14-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, 1 лекция - 1 балл			
2.	<b>Выполнение практических работ (10 практ.раб.)</b>	35	40	По расписанию
	Выполнение 10 практ.работ. – 48 баллов, 1 практ.раб. – 4 балла. Выполнение 10 практ.работы не в срок – 30 баллов (выполнение фиксируется преподавателем)			
3.	<b>Выполнение лабора работ (5 лаб.раб.)</b>	10	15	
	Выполнение 5 лаб.работ. – 15 баллов,			

	1 практ. раб. – 3 балла. Выполнение 5 лаб. работы не в срок – 10 баллов (выполнение фиксируется преподавателем)			
4.	<b>Выполнение контрольной работы</b>	5	10	
	«отлично» - 10 баллов «хорошо» - 8 баллов «удовлетворительно» - 5 баллов			
	ИТОГО за работу в семестре	<b>60</b>	<b>80</b>	15-ая неделя
<b>Промежуточная аттестация «экзамен»</b>				
	<b>Экзамен</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b>  91 - 100 баллов - оценка «5»  81-90 баллов - оценка «4»  70- 80 баллов - оценка «3»  69 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>			

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

### **1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа**

К занятиям **лекционного типа** относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные

формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

**Конспект** - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

## **2. Методические рекомендации по подготовке и работе на практических занятиях**

**Практическое занятие** - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

**Целью практических занятий** является закрепление теоретических знаний и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе обучения по данной дисциплине.

### **Задачи практических занятий:**

- 1.** Выработать навыки по практическому использованию знаний в области охраны труда.
- 2.** Развить у студентов навыки самостоятельной работы с учебником, законодательными, подзаконными и нормативными актами, умение работать в команде.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

**«Отбор проб воздуха аспиратором»**

### **Методические указания**

Для работы используется прибор для отбора проб воздуха ПА-40М.

#### **Назначение средства измерений**

Прибор для отбора проб воздуха ПА-40М предназначен для измерений заданного объема воздуха при отборе разовых и среднесменных проб воздуха атмосферы и рабочей зоны на загрязненность.

#### **Описание средства измерений**

Принцип действия прибор для отбора проб воздуха ПА-40М (далее - приборы) основан на протягивании воздуха через фильтрующие материалы или поглотительные сосуды с помощью встроенного в прибор побудителя расхода в течение заданного таймером интервала времени.

Количественный анализ загрязнений воздуха рабочей зоны и атмосферы производится после их концентрирования, которое осуществляется протягиванием анализируемого воздуха через поглотительные сосуды или фильтрующие материалы, закрепленные в специальных патронах. Объем пробы воздуха определяется по показаниям ротаметров или датчиков расхода (в зависимости от исполнения прибора), встроенных в прибор, и заданному времени отбора пробы.

Конструктивно прибор состоит из устройства для протягивания воздуха, контроллера, ротаметров и (или) датчиков расхода (объема) (в зависимости от исполнения прибора), встроенного таймера для задания времени отбора пробы воздуха или счетчика объема.

Общий вид прибора указан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Аспиратор ПА 40М

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

«Определение загрязнений в атмосферном воздухе города»

### Методические указания

Занятие проводится в полевых условиях. Замеры производятся в различных по загруженности автотранспортом и промышленными объектами районах городской среды. В качестве измерительного прибора используется Эколаб.



1 – газоанализатор, основной блок  
 2 – ЖКИ со светодиодным индикатором для каждого датчика (концентрация выделяется цветом: белый – менее 0,1 ПДК; желтый – от 0,1 до 1 ПДК; красный – от 1 до 3 ПДК; мигающий красный – более 3 ПДК); звуковой индикатор расположен рядом со светодиодным, но скрыт лицевой панелью  
 3 – клавиши управления 4 – клавиша включения 5 – блок питания  
 Рисунок 2 – Прибор Эколаб

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

«Определение загрязнений в атмосферном воздухе производственного помещения»

#### Методические указания

Занятие проводится в полевых условиях. Замеры производятся в различных цехах либо отделах промышленных (производственных) объектов. В качестве измерительного прибора используется Эколаб.



1 – газоанализатор, основной блок  
 2 – ЖКИ со светодиодным индикатором для каждого датчика (концентрация выделяется цветом: белый – менее 0,1 ПДК; желтый – от 0,1 до 1 ПДК; красный – от 1 до 3 ПДК; мигающий красный – более 3 ПДК); звуковой индикатор расположен рядом со светодиодным, но скрыт лицевой панелью  
 3 – клавиши управления 4 – клавиша включения 5 – блок питания  
 Рисунок 3 – Прибор Эколаб

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

«Измерение шума в производственном помещении»

#### Методические указания

В практической работе применяется VICTOR Шумомер цифровой Victor 824A.



Рисунок 4 – Шумомер цифровой Victor 824A

Шумомер цифровой **Victor 824A** предназначен для контроля уровня громкости звука (шума) в целях безопасности здоровья, профилактики заболеваемости и любых видов экологического контроля. Соответствует стандарту IEC651 тип 2 и ANSI тип 2 для шумомеров.

Шумомер цифровой **Victor 824A** обеспечивает мгновенный результат уровня звукового давления в диапазон измерения от 30 до 130 дБ. Этот шумомер имеет две взвешивающие частотные характеристики: А и С, два режима для периода интегрирования: быстро FAST (125 мс) и медленно SLOW (1 с).

Шумомер **Victor 824A** имеет аналоговые выходные сигналы постоянного и переменного напряжения, пропорционального результату измерения для графопостроителя, для подключения анализатора спектра или осциллографа. Данный прибор позволяет запоминать минимальные и максимальные значения сигнала (MIN/MAX), а также имеет индикацию выхода регистрируемого сигнала за верхнюю или нижнюю границы измеряемого диапазона. Прибор имеет электретный конденсаторный микрофон, ветрозашитный колпак микрофона, большой ЖК-дисплей с аналоговой графической шкалой и подсветкой. Питание шумомера осуществляется от щелочной батареи на 9 В типа 6F22 или источника постоянного тока 9 В.

Шумомер **Victor 824A** может использоваться для измерения уровня шума на производстве, транспорте, в образовательных учреждениях, офисах, жилых помещениях.

**Особенности шумомера цифрового Victor 824A:**

- Пятиразрядный цифровой дисплей плюс аналоговая шкала;
- Динамический диапазон: 30 ~ 130 дБ
- Частотный диапазон: 31.5 Гц ~ 8.5 кГц;
- Диапазон измерений: 30-80 дБ, 50-100 дБ, 60-110 дБ, 80-130 дБ;
- Основная погрешность:  $\pm 1.5$  дБ (при уровне звука 94 дБ, 1 кГц);
- Разрешение 0.1 дБ;
- Частотные характеристики: А, С;
- Временные характеристики: Slow, Fast;
- Подсветка ЖК-дисплея;
- Регистрация MAX значений;
- Индикация выхода регистрируемого сигнала за верхнюю или нижнюю границы измеряемого диапазона;

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

«Измерение параметров электромагнитного поля приборов и агрегатов»

### Методические указания

В работе используется измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2592. Портативный прибор, предназначенный для безопасного измерения характеристик электромагнитного фона (поля) изотропным методом, снабжен 3-канальным датчиком, позволяющим проводить измерения одновременно по трем осям: X, Y, Z; измерение напряженности электрического поля 20 мВ/м...108 В/м, напряженности магнитного поля 53 мкА/м...286.4 мА/м; отображение текущего, максимального, среднего и максимального среднего значения; память на 99 измерений; питание 9 В; габаритные размеры 60x60x237 мм; масса 200 г.



Рисунок 5 – Измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2592

Это портативный прибор, предназначенный для безопасного измерения характеристик электромагнитного фона (поля) изотропным методом. Прибор снабжен 3-канальным датчиком, позволяющим проводить измерения одновременно по трем осям: X, Y, Z. Прибор может применяться для измерения излучений создаваемых беспроводными средствами связи (CW, CDMA, DECT, GSM), радиостанциями, беспроводными устройствами Wi-Fi, микроволновыми печами, телевизорами и мониторами, скрытыми источниками сигнала и другими источниками высокочастотных электромагнитных излучений.

#### Технические характеристики:

- Метод измерения изотропный
- Датчик 3-х канальный
- Диапазон частот 50 МГц...3,5 ГГц
- Динамический диапазон 75 дБ
- Единицы измерения: мВ/м, В/м, мкА/м, мА/м, мкВт/м<sup>2</sup>, мВт/м<sup>2</sup>, мкВт/см<sup>2</sup>
- Диапазон измерений:

напряженности электрического поля 20 мВ/м...108 В/м с разрешением 0.1 мВ/м;  
напряженности магнитного поля 53 мкА/м...286.4 мА/м с разрешением 0.1 мкА/м;

плотности потока энергии 0 мкВт/м<sup>2</sup>...30.93 Вт/м<sup>2</sup> с разрешением 0.001 мкВт/м<sup>2</sup>;

- Отображение текущего, максимального, среднего и максимального среднего значения
- Частота дискретизации 2 раза в секунду
- Автовключение через 15 минут
- Звуковой сигнал при превышении предельно допустимого уровня

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

### «Отбор проб воды»

#### Методические указания

1 Отбор проб воды(по ГОСТ Р 59024- 2020) проводят в целях дальнейшего определения состава и свойств воды, результаты которого используются:

- для контроля качества воды с целью принятия корректирующих мер при обнаружении изменений кратковременного характера;
- для исследования воды при установлении программы исследований или обнаружения изменений долгосрочного характера;
- для сопоставления с показателями, регламентированными в нормативных документах;
- для идентификации источников загрязнения водного объекта;
- для иных целей.

2 Отбор проб осуществляется в соответствии с разработанной программой отбора проб, за исключением отбора проб сточных вод централизованной системы водоотведения, осуществляемого в соответствии с требованиями действующего законодательства. Для разработки программы отбора проб при необходимости проводят статистическую обработку данных согласно приложению А. Содержание программы отбора проб зависит от анализируемого объекта и рекомендаций, установленных ГОСТ 17.1.3.08, ГОСТ 31942, ГОСТ Р 56237, а также другими документами в области стандартизации и (или) нормативными правовыми актами.

3 Место отбора проб и периодичность отбора устанавливаются в соответствии с программой исследования в зависимости от водного объекта, систем водоснабжения или водоотведения, за исключением отбора проб сточных вод централизованной системы водоотведения, осуществляемого в соответствии с требованиями действующего законодательства.

4 Типы отбираемых проб приведены ниже в таблице.

Наименование показателя	Материал емкости для отобранных проб	Способ консервации и условия хранения	Максимально рекомендуемый срок хранения
Водородный показатель (рН)	Полимерный материал или стекло	Без консервации	24 ч
Общая минерализация, сухой остаток	Полимерный материал или стекло	Без консервации	24 ч
Общая жесткость	Полимерный материал или стекло	Без консервации	24 ч
Перманганатная окисляемость	Полимерный материал или стекло	Без консервации	24 ч
		Подкисление серной кислотой до рН менее 2, охлаждение до температуры 2 °С—10 °С и хранение в темном месте	2 сут
	Полимерный материал	Замораживание до температуры минус 18 °С <sup>1</sup>	1 мес

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

### «Отбор проб почвы»

#### Методические указания

Отбор проб почвы осуществляется по ГОСТ Р 58595-2019

1 Отбор проб при агрохимическом и эколого-токсикологическом обследовании почв проводят в течение всего вегетационного периода. На полях, участках сенокосов, пастбищ, лесных питомников, где доза внесенных минеральных удобрений по каждому виду составляла более 90 кг действующего вещества на 1 га, пробы отбирают спустя 2 месяца после внесения удобрений.

2 Картошкой для отбора почвенных проб является план сельскохозяйственных угодий с нанесенными на него элементами внутрихозяйственного землеустройства и границами почвенных контуров.

*Примечание - при агрохимическом и эколого-токсикологическом обследовании почв лесных питомников картошкой для отбора почвенных проб является план питомника с нанесенными на него границами полей и почвенных контуров.*

3 Масштаб картошки отбора почвенных проб должен соответствовать масштабу почвенных карт обследуемой территории.

4 После рекогносцировочного осмотра сельскохозяйственных угодий, подлежащих агрохимическому и эколого-токсикологическому обследованию, на картошку отбора почвенных проб наносят сетку элементарных участков установленного размера.

5 Форма элементарного участка по возможности должна приближаться к прямоугольной с отношением сторон не более 1:2. Для лесных питомников элементарным участком является поле питомника. Каждому элементарному участку присваивают порядковый номер.

6. Осуществляется заполнение Сопроводительной ведомости отбора проб почв (см. рисунок 6)

Пробы почв в количестве \_\_\_\_\_ шт. отобраны \_\_\_\_\_  
наименование сельскохозяйственного предприятия  
в период с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_  
специалистом \_\_\_\_\_  
Дата отправки проб \_\_\_\_\_

№ п/п	Номера проб	Число проб	Вид тары (перечисляются каждый ящик и мешок)	Примечание (географические координаты)

Отбор проб почв проведен по ГОСТ \_\_\_\_\_

Подпись

Расшифровка подписи

Рисунок 6 – Сопроводительная ведомость

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

### «Расчет индекса загрязнения атмосферы»

#### Методические указания

Комплексный ИЗА ( $I(n)$ ), учитывающий  $n$  загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле:

$$I n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{q_{ср} i}{ПДК_{с.с.i}} \right) C_i$$

где  $q_{ср} i$  — среднегодовая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>;

ПДК<sub>с.с.i</sub> — его среднесуточная предельно допустимая концентрация, мкг/м<sup>3</sup>;

$C_i$  — безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности  $i$ -ого загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы.

Значения  $C_i$  равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 соответственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности загрязняющего вещества. Диоксид серы относится по степени вредности к третьему классу опасности ( $C_i=1$ ), к ней приводится вредность всех веществ.

Чтобы значения  $I(n)$  были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества ( $m$ ) загрязняющих веществ. Для этого по парциальным значениям  $I_i$  для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором  $I_1 > I_2 > \dots > I_n$ .

Далее рассчитывается суммарный  $I(m)$  для заданного и одинакового количества ( $m$ ) загрязняющих веществ.

В информационных документах для оценки уровня загрязнения воздуха используется ИЗА для пяти загрязняющих веществ, рассчитанный по формуле (1), в которой  $n=m=5$ .

Показатель ИЗА используется не только, чтобы суммировать данные различных концентраций, измеренных в городе. Он применяется для изучения связи между уровнем загрязнения и заболеваемостью населения. Установлена зависимость между этими показателями и оказалось возможным связать значения ИЗА с числом заболеваний различными болезнями. На основе этих исследований установлены категории низкого, повышенного, высокого и очень высокого загрязнения воздуха. В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения атмосферы может быть:

- низким (Н), ИЗА
- повышенным (П),  $7 < \text{ИЗА} < 5$
- высоким (В),  $14 < \text{ИЗА} < 7$
- очень высоким (ОВ),  $\text{ИЗА} > 14$

Так, класс «нормы» соответствует уровню загрязнения воздуха ниже среднего по городам страны, класс «риска» равен среднему уровню; класс «кризиса» - выше среднего уровня; класс «бедствия» - значительно выше среднего уровня (табл. 1).

Таблица 1 - Критерий оценки состояния загрязнения атмосферы по комплексному индексу (ИЗА)

Показатель состояния	Классы экологического состояния атмосферы			
	норма (Н)	риск (П)	кризис (В)	бедствие (ОВ)
Уровень загрязнения воздуха	менее 5	5–8	8–15	более 15

Определить комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Полученные результаты занести в таблицу 2. Сделать вывод об уровне загрязнения атмосферы.

Таблица 2 - Характеристика загрязнения атмосферы

№ вар	Характеристики загрязнения атмосферы						уровень загрязнения атмосферы
	ИЗА <sub>1</sub>	ИЗА <sub>2</sub>	ИЗА <sub>3</sub>	ИЗА <sub>4</sub>	ИЗА <sub>5</sub>	ИЗА	

Данные среднегодовой концентрации загрязняющего вещества и среднесуточной предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества представлены в таблице 3. Классы опасности поллютантов – таблица 4.

Таблица 3 - Значения среднегодовой концентрация загрязняющего вещества (мг/м<sup>3</sup>) и среднесуточная предельно допустимая концентрация поллютантов (мкг/м<sup>3</sup>)

№ вар	Азота оксид		Бенз(а)пирен		Бензол		Сажа		Сероуглерод		Углерода оксид (мг/м <sup>3</sup> )		Фторид водорода	
	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс	qcp	ПДКсс
1	45	40	0,002	0,001	120	100	60	50	7	5	4	3	6	5
2	54	40	0,01	0,001	158	100	36	50	3	5	3	3	5	5
3	32	40	0,002	0,001	100	100	59	50	4	5	4	3	14	5
4	56	40	0,003	0,001	170	100	69	50	11	5	5	3	5	5
5	23	40	0,01	0,001	198	100	36	50	2	5	3	3	14	5
6	12	40	0,01	0,001	134	100	89	50	8	5	2	3	13	5
7	45	40	0,002	0,001	134	100	52	50	4	5	4	3	2	5
8	65	40	0,01	0,001	123	100	78	50	5	5	5	3	5	5
9	46	40	0,003	0,001	165	100	73	50	4	5	5	3	6	5
10	75	40	0,02	0,001	142	100	92	50	6	5	5	3	7	5

Таблица 4 – Некоторые характеристики поллютантов

№	Вещество	Особенности воздействия на организм	Класс опасности	ПДК <sub>МР</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>СС</sub> , мг/м <sup>3</sup>
1	Оксид углерода	П*	4	5	3
2	Оксид азота	О	3	0,4	0,06
3	Бенз(а)пирен	К	1	-	0,001
4	Сажа	Ф, К	4	0,15	0,05
5	Фторид водорода	-	3	0,02	0,005
6	Сероуглерод	-	2	0,03	0,005
7	Бензол	К+	2	0,3	0,1

\* П - пары и/или газы, + - требуется специальная защита кожи и глаз, О - вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, К - канцерогены, Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9 «Расчет индекса загрязнения водоема»

### Методические указания

Расчет ИЗВ для поверхностных вод проводится только по строго ограниченному количеству ингредиентов. Результаты анализов по каждому из показателей осредняются (определяется среднеарифметическое значение (САЗ)). Число анализов для определения САЗ должно быть не менее 4 [1].

Расчет ИЗВ проводится по формуле (1) для поверхностных вод суши и по формуле (2) для морских вод

$$\text{ИЗВ} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / 6, \quad (1)$$

где n – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они ПДК или нет, включая показатель растворенного кислорода БПК<sub>5</sub>. Для поверхностных вод суши n = 6; C<sub>i</sub> – концентрация i-го загрязняющего вещества в воде; ПДК<sub>i</sub> – предельно допустимая концентрация i-го загрязняющего вещества.

$$\text{ИЗВ} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / 4, \quad (2)$$

где n – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они ПДК или нет, включая показатель растворенного кислорода БПК5. Для морских вод n = 4, расчет ИЗВ проводят не по отдельным станциям, а по районам контроля; C<sub>i</sub> – концентрация i-го загрязняющего вещества в воде; ПДК<sub>i</sub> – предельно допустимая концентрация i-го загрязняющего вещества.

Для представления качества вод в виде единой оценки показатели выбираются независимо от лимитирующего признака вредности при равенстве концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности

Таблица 3 Оценка класса качества воды

Класс качества воды	Текстовое описание	Величина ИЗВ
<i>Поверхностные воды</i>		
1	Очень чистая	До 0,3
2	Чистая	Более 0,3 до 1
3	Умеренно загрязненная	Более 1 до 2,5
4	Загрязненная	Более 2,5 до 4
5	Грязная	Более 4 до 6
6	Очень грязная	Более 6 до 10
7	Чрезвычайно грязная	Более 10
<i>Морские воды</i>		
1	Очень чистая	До 0,25
2	Чистая	Более 0,25 до 0,75
3	Умеренно загрязненная	Более 0,75 до 1,25
4	Загрязненная	Более 1,25 до 1,75
5	Грязная	Более 1,75 до 3
6	Очень грязная	Более 3 до 5
7	Чрезвычайно грязная	Более 5

Исходные данные по концентрации загрязняющих веществ для расчета ИЗВ

№ варианта	Растворенный O <sub>2</sub> , мг/л	ПБК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /л	Нефте-продукты, мг/л	Фенол, мг/л	Хром (6 <sup>+</sup> ), мг/л	Железо, мг/л
1	6,00	2,50	0,075	0,0140	0,0300	0,06
2	8,00	12,00	0,150	0,0030	0,00600	0,30
3	2,19	8,00	0,650	0,0130	0,2600	1,30
4	5,50	20,00	0,100	0,0020	0,0400	0,20
5	4,50	1,06	0,075	0,0050	0,1000	0,50
6	4,44	3,00	0,200	0,0040	0,0800	0,40
7	3,12	8,10	0,500	0,0100	0,2000	1,00
8	0,80	1,14	1,750	0,0700	0,0700	0,35
9	5,00	16,10	0,075	0,1100	0,1100	0,55
10	5,15	2,29	0,350	0,1400	0,1400	0,70

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

«Расчет индекса загрязнения почвы»

### Методические указания

На основе расчетного анализа (согласно МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест) оценить уровень загрязнения почв по величине суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ), используя данные таблиц 1-2.

Таблица 1

Концентрация загрязняющих веществ в почве ( $C_i$ ), мг/кг

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Район 1	HS	0,69	12,5	96,2	2,5	63,2	23,0	1,3	52,0	0,2	8,5
	HCO <sub>3</sub>	0,21	1,3	1,4	520,6	25,6	2,6	516,3	52,3	518,5	365,2
	Cl	32,4	25,5	45,6	10,8	112,3	65,2	25,6	69,5	18,8	65,2
	SO <sub>4</sub>	0,01	1,2	65,2	1,5	64,2	18,9	54,5	12,3	1,5	10,5
	Zn	0,002	63,3	3,2	15,6	15,2	42,0	1,9	22,6	17,6	56,2
	NH <sub>3</sub>	0,5	10,5	12,2	10,5	2,6	15,2	12,3	16,2	17,5	25,2
	Нитр.	0,13	2,6	13,6	5,6	21,1	63,2	8,0	8,6	5,6	12,3
Район 2	HS	0,67	20,0	109,5	3,8	60,2	15,2	1,6	117,8	0,1	14,5
	HCO <sub>3</sub>	0,21	1,2	2,8	650,0	30,9	13,8	319,6	69,0	540,2	590,5
	Cl	7,3	13,6	42,8	12,6	108,2	35,9	30,2	58,5	10,6	35,8
	SO <sub>4</sub>	0,005	3,6	36,2	2,3	35,6	28,5	62,5	12,0	2,3	12,5
	Zn	0,001	56,3	2,5	21,2	15,2	96,0	12,5	18,6	24,2	46,5
	NH <sub>3</sub>	0,7	15,6	10,0	16,6	3,0	19,8	65,6	15,3	12,6	32,6
	Нитр.	0,005	12,8	23,3	7,0	14,2	90,5	16,3	11,6	12,0	12,3
Район 3	HS	0,67	11,4	100,5	3,8	93,4	9,9	1,5	99,5	0,1	14,8
	HCO <sub>3</sub>	0,21	1,2	1,8	690,4	56,2	10,2	465,5	44,7	538,0	589,6
	Cl	19,3	16,3	52,3	11,6	92,0	40,6	29,3	57,9	9,6	40,5
	SO <sub>4</sub>	0,004	2,5	66,3	1,0	60,0	65,2	66,5	12,5	1,0	16,8
	Zn	0,001	58,9	2,8	18,5	15,4	33,0	1,6	13,5	16,5	50,8
	NH <sub>3</sub>	0,3	19,2	9,6	14,0	3,0	56,6	42,2	22,0	10,0	18,8
	Нитраты	0,004	12,5	4,5	7,0	18,9	77,8	14,9	9,9	8,0	12,3

Таблица 2

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в почве, мг/кг

Вещество	Фоновая концентрация	Вещество	Фоновая концентрация
Гидрокарбонаты	510	Нитраты	15
Хлориды	19,9	Гидросульфиды	107
Аммоний	11	Цинк	33
Сульфаты	45		

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

«Определение содержания сульфатов в снеготалой воде»

### Методические указания

Анализ проводится по ГОСТ 31940-2012 Методы определения содержания сульфатов

Метод определения содержания сульфат-ионов основан на количественном осаждении сульфат-ионов и образовании слаборастворимого сульфата бария, с последующим растворением осадка в растворе трилона Б в аммиачной среде и титровании избытка трилона Б раствором, содержащим ионы магния, с эриохромом черным Т в качестве индикатора до перехода синей окраски в лиловую. Количество трилона Б, израсходованного на растворение сульфата бария, эквивалентно количеству сульфат-ионов во взятом объеме.

Осаждение из воды карбонатов предотвращается добавлением в ходе анализа соляной кислоты до  $\text{pH} < 2$  (контроль по индикаторной бумаге).

Мешающее влияние взвешенных и коллоидных веществ устраняют предварительным фильтрованием пробы. Для удаления окрашенных веществ пробу воды пропускают через колонку с активированным углем. Мешающее влияние катионов устраняют обработкой катионитами.

Одновременно анализируют не менее двух параллельных проб воды. Объем отбираемой аликвоты пробы воды -  $100 \text{ см}^3$ .

В две конические колбы вместимостью  $250 \text{ см}^3$  вносят в каждую пипеткой аликвоты по  $100 \text{ см}^3$  пробы воды, подготовленной по 4.3.11, добавляют три капли концентрированной соляной кислоты до значения  $\text{pH} \leq 2$  (контроль по индикаторной бумаге),  $25 \text{ см}^3$  раствора хлористого бария (см. 4.3.2) и нагревают на водяной бане до кипения, кипятят 10 мин, затем выключают обогрев, выдерживают на водяной бане 1 ч и оставляют на воздухе для охлаждения до комнатной температуры.

Содержимое колб фильтруют через воронку с бумажным фильтром "синяя лента", который предварительно промывают горячей дистиллированной водой. Фильтрование проводят таким образом, чтобы осадок сульфата бария не был перенесен на фильтр. Колбу с осадком промывают 5-6 раз горячей водой ( $40 \text{ }^\circ\text{C} - 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ), не счищая приставшего к стенкам колбы осадка, пропускают воду, использованную для промывания, через тот же фильтр. Затем фильтр промывают 2-3 раза дистиллированной водой до отсутствия хлорид-ионов, наличие которых определяют следующим способом: в пробирку вносят  $5 \text{ см}^3$  воды, использованной для промывания, добавляют 3-5 капель раствора азотнокислого серебра (см. 4.3.10) и перемешивают. Помутнение раствора указывает на наличие хлорид-ионов.

Фильтр с частью попавшего на него осадка помещают в ту же колбу, в которой проводилось осаждение, прибавляют  $5 \text{ см}^3$  раствора аммиака (см. 4.3.5), осторожно разворачивают фильтр стеклянной палочкой и расправляют его по дну колбы. Затем прибавляют по  $6 \text{ см}^3$  раствора трилона Б (см. 4.3.7) на каждые 5 мг предполагаемого (см. приложение Б) содержания сульфат-ионов в пробе воды, взятой для определения. Содержимое колбы осторожно нагревают на электрической плитке и кипятят 3-5 мин до растворения осадка, периодически перемешивая.

#### *Проведение титрования*

Пробу, подготовленную по 4.4.2, охлаждают, добавляют  $50 \text{ см}^3$  дистиллированной воды,  $5 \text{ см}^3$  аммиачного буферного раствора (см. 4.3.4), 5 капель спиртового раствора индикатора или около 0,1 г сухой смеси индикатора (см. 4.3.6). Избыток трилона Б титруют раствором серноокислого магния или хлористого магния (см. 4.3.3) до перехода синей окраски в лиловую.

При предполагаемом содержании сульфат-ионов более  $250 \text{ мг/дм}^3$  аликвота пробы (см. 4.4.2) составляет  $50 \text{ см}^3$  или менее и доводится приблизительно до  $100 \text{ см}^3$  дистиллированной водой в колбе, предназначенной для осаждения.

При предполагаемом содержании сульфат-ионов менее  $50 \text{ мг/дм}^3$  берут  $200 \text{ см}^3$  пробы воды, добавляют 3-4 капли концентрированной соляной кислоты до значения  $\text{pH} \leq 2$  (контроль по индикаторной бумаге) и выпаривают в колбе, не доводя до кипения, приблизительно до  $100 \text{ см}^3$ .

#### *Обработка результатов измерений*

Массовую концентрацию сульфатов (сульфат-ионов,  $\text{SO}_4^{2-}$ )  $X$ ,  $\text{мг/дм}^3$ , в анализируемой пробе воды рассчитывают по формуле

$$X = \frac{(VK - V_1K_1) \cdot 96c}{V_2}, \quad (3)$$

где  $V$  - объем раствора трилона Б, использованного по 4.4.2,  $\text{см}^3$ ;

$K$  - коэффициент поправки для приведения концентрации раствора трилона Б к  $25 \text{ ммоль/дм}^3$  по 4.3.8;

$V_1$  - объем раствора сернокислого магния или хлористого магния, израсходованного на титрование по 4.4.3,  $\text{см}^3$ ;

$K_1$  - коэффициент поправки для приведения концентрации раствора сернокислого магния или хлористого магния к  $25 \text{ ммоль/дм}^3$  по 4.3.9;

96 - молярная масса сульфат-иона,  $\text{г/моль}$  ( $\text{мг/ммоль}$ );

$c$  - молярная концентрация раствора трилона Б,  $\text{ммоль/дм}^3$  (как правило,  $25 \text{ ммоль/дм}^3$ );

$V_2$  - объем пробы воды, взятый для анализа,  $\text{см}^3$

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **«Определение содержания хлоридов в снеготалой воде»**

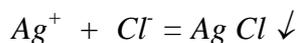
#### **Методические указания**

Определение хлоридов в снеготалой воде проводится аргентометрическим титрованием по методу Мора.

Результаты выражают в миллиграмм-эквивалентах или миллиграммах хлорид-ионов на  $1 \text{ дм}^3$  воды;  $1 \text{ мг-экв Cl}^- = 35,45 \text{ мг Cl}^-$ ;  $1 \text{ мг Cl}^- = 0,0282 \text{ мг-экв Cl}^-$ .

#### *Принцип метода.*

Хлорид-ионы осаждают в нейтральной и слабощелочной среде ( $\text{pH} 7 - 10$ ) титрованным раствором нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ). Метод основан на малой растворимости хлорида серебра (произведение растворимости хлорида серебра при  $25^\circ\text{C}$  составляет  $1,56 \cdot 10^{-10}$ ), количественно выпадающего из раствора при прибавлении нитрата серебра.



После полного осаждения хлоридов избыток ионов серебра вступает в реакцию с хроматом калия ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), который добавляют как индикатор, в результате чего образуется осадок хромата серебра, окрашенный в красный цвет.

#### *Ход определения.*

Для определения используют профильтрованную пробу (100 мл или меньшее количество) и доводят до 100 мл бидистиллятом, рН пробы должен быть 7 – 10.

Затем приливают 1 мл 5 %-ного раствора  $K_2CrO_4$  и при постоянном перемешивании титруют раствором  $AgNO_3$  до перехода лимонно-желтой окраски в оранжево-желтую.

#### *Холостой опыт.*

К 100 мл бидистиллята прибавляют 1 мл 5%-ного раствора  $K_2CrO_4$  и титруют раствором  $AgNO_3$  до перехода лимонно-желтой окраски в оранжево-желтую.

#### *Расчет.*

Содержание хлорид-ионов  $X$  в мг-экв/дм<sup>3</sup>:

$$X = \frac{(a - b) \cdot k \cdot N \cdot 1000}{V}$$

Содержание хлорид-ионов  $X_I$  в мг/ дм<sup>3</sup>:

$$X_I = \frac{(a - b) \cdot k \cdot N \cdot 35,45 \cdot 1000}{V},$$

где  $a$  – объем раствора  $AgNO_3$ , израсходованного на титрование пробы, см<sup>3</sup>;

$b$  – объем раствора  $AgNO_3$ , израсходованного на титрование в холостом опыте, см<sup>3</sup>;

$N$  – нормальность раствора  $AgNO_3$ ;

$k$  – поправочный коэффициент к нормальности титрованного раствора  $AgNO_3$ ;

$V$  – объем пробы, взятой для определения;

35,45 – эквивалент хлора.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3** «Определение влажности и зольности почвы»

### **Методические указания**

#### **Метод отбора проб**

Отбор, упаковка и транспортирование проб почвы - в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83.

Образцы почвы, поступившие на анализ, доводят до воздушно-сухого состояния. Масса воздушно-сухой пробы почвы должна быть не менее 1 кг.

Почву измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 5 мм до тех пор, пока вся почва не пройдет через сито, тщательно перемешивают, методом квартования отбирают 150 - 200 г и помещают в коробку или банку.

Приступая к анализу, всю почву из банки высыпают на лист стекла, пластмассы или полиэтиленовой пленки, распределяют тонким слоем не более 1 см, затем не менее чем из 5 мест отбирают пробы шпателем или ложечкой. Масса анализируемой пробы - от 3 до 5 г.

#### **Аппаратура, материалы и реактивы**

Для проведения анализа применяют:

- 1) шкаф сушильный с автоматическим регулированием температуры (105 +/- 2) °С;
- 2) печь муфельную с электрическим обогревом и с автоматическим регулированием температуры (525 +/- 25) °С;
- 3) тигли фарфоровые по ГОСТ 9147-80, обеспечивающие вмещение пробы массой 3 - 5 г без уплотнения;
- 4) весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104-80;
- 5) измельчитель почвенных и растительных проб, обеспечивающий измельчение до 5 мм;

- 6) сито с отверстиями диаметром 5 мм с поддоном и крышкой;
- 7) щипцы тигельные;
- 8) эксикатор по ГОСТ 25336-82;
- 9) перчатки термозащитные;
- 10) кальций хлористый по ГОСТ 4161-77, ч.д.а.;
- 11) воду дистиллированную по ГОСТ 6709-72;
- 12) водорода перекись по ГОСТ 10929-76, 3%-ный раствор.

### **Подготовка к анализу**

#### Подготовка тиглей

Чистые, сухие пронумерованные тигли прокаливают в муфельной печи при температуре (525 +/- 25) °С, охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием с погрешностью не более 0,001 г. Проводят повторное прокаливание и взвешивание до установления постоянной массы.

Если расхождение между результатами взвешиваний не превышает 0,005 г, прокаливание заканчивают. Тигли хранят в эксикаторе с хлористым кальцием, периодически проверяя их массу.

### **Проведение анализа**

#### Определение сухой массы почвы

Анализируемые пробы торфяных и оторфованных горизонтов почв помещают в предварительно взвешенные фарфоровые тигли с таким расчетом, чтобы почва занимала не более 2/3 объема тигля, взвешивают их с погрешностью не более 0,001 г, помещают в холодный сушильный шкаф и нагревают его до 105 °С.

Содержание влаги в пробах определяют по ГОСТ 19723-74.

#### Определение зольности

Тигли с пробами почв, высушенными при (105 +/- 2) °С до постоянной массы, ставят в холодную муфельную печь и постепенно доводят температуру до 200 °С. При появлении дыма печь отключают и дверцу приоткрывают. В течение 1 ч постепенно доводят температуру в муфельной печи до 300 °С. После прекращения появления дыма печь закрывают, температуру в муфельной печи доводят до (525 +/- 25) °С и тигли прокаливают в течение 3 ч.

Тигли с зольным остатком вынимают из муфельной печи, закрывают их крышками и ставят в эксикатор. Охлажденные до комнатной температуры тигли взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

Несгоревшие частицы почвы дополнительно выжигают. Для этого в тигли добавляют несколько капель горячей дистиллированной воды температурой более 90 °С или 3%-ного раствора перекиси водорода и повторно прокаливают при температуре (525 +/- 25) °С в течение 1 ч, охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

После охлаждения и взвешивания оценивают изменение массы зольного остатка. Если изменение массы в сторону уменьшения или увеличения будет менее 0,005 г, то анализ заканчивают и для расчета принимают наименьшее значение массы. При уменьшении массы на 0,005 г и более тигли с зольным остатком прокаливают дополнительно. Прокаливание заканчивают, если разность в массе при двух последовательных взвешиваниях будет менее 0,005 г.

### **Обработка результатов**

Массовую долю зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв (А), в процентах, вычисляют по формуле

$$A = \frac{(m - m_1)}{m_2} \cdot 100,$$

где  $m$  - масса тигля с зольным остатком, г;

$m_1$  - масса пустого тигля, г;

$m_2$  - масса сухой почвы, г.

Допускаемые расхождения между результатами повторных определений от их среднего арифметического при выборочном статистическом контроле и доверительной вероятности  $P = 0,95$  составляют, в процентах:

16,8 - при зольности 10%;

8,4 - при зольности свыше 10%.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

«Определение содержания общего хрома в воде»

### Методические указания

Для определения общего хрома соединения хрома предварительно переводят в хром (VI) путем окисления надсернистым аммонием, после чего определяют содержание хрома (VI) в обработанной пробе с 1,5-дифенилкарбазидом.

При определении общего хрома мешающее влияние оказывают:

- железо (III) при содержании свыше 1 мг/дм<sup>3</sup>. Влияние железа устраняют добавлением ортофосфорной кислоты;

- высокое содержание солей кальция, которые при использовании серной кислоты в ходе определения дают помутнение, вызванное выделением сульфата. В этом случае рекомендуется вместо серной кислоты применять трихлоруксусную кислоту;

- присутствующие восстановители, например сульфиты, железо (II), многие органические вещества приводят к восстановлению хрома (VI) до хрома (III) при подкислении пробы в ходе анализа.

Другие вещества в тех концентрациях, которые реально присутствуют в питьевых водах и водах поверхностных и подземных источников питьевого водоснабжения, мешающего влияния не оказывают.

### Средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы, материалы:

Фотометр, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, весы лабораторные, пипетки, пипетки градуированные, колбы мерные, цилиндры мерные, электроплитка, колбы конические плоскодонные термостойкие, воронки лабораторные, стаканы термостойкие, "

Кислота серная, кислота азотная, натрия гидроксид, 1,5-дифенилкарбазид, кислота ортофосфорная, аммоний надсернистый, серебро азотнокислородное, вода дистиллированная, ацетон.

### Ход определения.

В восемь термостойких стаканов или конических колб вместимостью 250 - 300 см<sup>3</sup> вносят 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 см<sup>3</sup> раствора хрома (VI) массовой концентрации 5 мг/дм<sup>3</sup>, в одну колбу раствор хрома (VI) не вносят. Затем в каждую колбу прибавляют:

- 5 см<sup>3</sup> раствора азотнокислого серебра,
- 5 см<sup>3</sup> раствора аммония надсернистого массовой доли 25%

Прибавляют дистиллированную воду, чтобы общий объем составил около 100 см<sup>3</sup>.

Растворы кипятят, упаривая до объема приблизительно 50 см<sup>3</sup>, охлаждают и количественно переносят в мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Затем в каждую колбу вносят:

- 1 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты,
- 0,3 см<sup>3</sup> концентрированной ортофосфорной кислоты,

- 2 см<sup>3</sup> раствора 1,5-дифенилкарбазида массовой концентрации 5 г/дм<sup>3</sup>,

После доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Массовая концентрация общего хрома в полученных градуировочных растворах составляет 0,0; 0,025; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 и 0,50 мг/дм<sup>3</sup>.

Раствор, не содержащий хрома, является холостой пробой для градуировки.

#### **Установление градуировочной характеристики**

Для определения общего хрома строят отдельные градуировочные характеристики. При этом для каждой толщины поглощающего слоя строят свою градуировочную характеристику.

Выдерживают градуировочные растворы и холостую пробу для градуировки 15 мин после их приготовления, после чего не менее двух раз измеряют значения оптической плотности каждого градуировочного раствора (в порядке возрастания массовой концентрации хрома в градуировочном растворе) и холостой пробы в диапазоне длин волн от 540 до 550 нм (540 нм - при использовании спектрофотометра) в кюветах с толщиной поглощающего слоя от 25 до 40 мм, используя в качестве раствора сравнения дистиллированную воду.

#### **Порядок проведения измерений**

Анализируют не менее двух аликвот пробы анализируемой воды ( $V_{пр}$ , см<sup>3</sup>),.

Выдерживают подготовленные для измерений пробы анализируемой воды, холостую пробу для определения хрома в течение 15 мин после их подготовки, после чего не менее двух раз измеряют значения оптической плотности пробы анализируемой воды  $A_s$  и холостой пробы для определения хрома  $A_b$  в диапазоне длин волн от 540 до 550 нм (540 нм - при использовании спектрофотометра) в кюветах с толщиной поглощающего слоя от 25 до 40 мм, используя в качестве раствора сравнения дистиллированную воду.

Если измеренное значение оптической плотности холостой пробы для определения хрома существенно отличается от измеренного значения холостой пробы при проведении градуировки, выясняют причины несоответствия и при необходимости проводят контроль стабильности градуировочной характеристики.

#### **Обработка результатов измерений**

Значение оптической плотности для общего хрома  $A_x$  рассчитывают по формуле (1)

$$A_x = A_s - A_b, (1)$$

где  $A_s$ - среднеарифметическое значение из измеренных значений оптической плотности пробы анализируемой воды;

$A_b$  - среднеарифметическое значение из измеренных значений оптической плотности холостой пробы для определения хрома.

Массовую концентрацию хрома (VI) (общего хрома)  $C_{xp}$ , мг/дм<sup>3</sup>, в аликвоте пробы анализируемой воды определяют по соответствующей градуировочной характеристике(градуировочному графику), используя значение  $A_x$ , рассчитанное по формуле (1)

Если полученное значение массовой концентрации хрома (VI) (общего хрома), найденное по формуле (1), превышает верхнюю границу диапазона градуировочной характеристики, то пробу анализируемой воды разбавляют так, чтобы значение массовой концентрации хрома в разбавленной пробе воды укладывалось в диапазон градуировочной характеристики, либо анализируют меньший объем пробы.

При разбавлении отбирают аликвоту пробы анализируемой воды ( $V_a$ , см<sup>3</sup>), помещают ее в мерную колбу ( $V_k$ , см<sup>3</sup>) и доводят до метки дистиллированной водой, затем подготавливают как ранее в методике и проводят измерения оптической плотности.

Массовую концентрацию общего хрома в пробе анализируемой воды  $X$ , мг/дм<sup>3</sup>,

рассчитывают по формуле (3)

$$X = \frac{C_{\text{xp}} V_{\text{м.к.}} f}{V_{\text{пр}}}, (2)$$

где  $C_{\text{xp}}$  - массовая концентрация хрома общего, определенная по формуле (1) и градуировочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{м.к.}}$  - вместимость мерной колбы, использованной для подготовки пробы анализируемой воды (как правило, 100 см<sup>3</sup>), см<sup>3</sup>;

$V_{\text{пр}}$  - объем аликвоты пробы анализируемой воды (исходной или разбавленной), см<sup>3</sup>;

$f$  - коэффициент разбавления пробы анализируемой воды, при этом если пробу не разбавляли, то  $f$  принимают равным 1, если разбавляли, то  $f$  рассчитывают по формуле (3)

$$f = \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}}, (3)$$

где  $V_{\text{к}}$  - вместимость мерной колбы, использованной при разбавлении пробы анализируемой воды, см<sup>3</sup>;

$V_{\text{а}}$  - объем аликвоты пробы анализируемой воды, взятый для разбавления, см<sup>3</sup>.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

«Качественное определение содержания ионов металлов методами тонкослойной хроматографии»

### Методические указания

Метод тонкослойной хроматографии был разработан Н.А.Измайловым ещё в 1938г. В методе неподвижная фаза (селикагель, оксид алюминия, порошок целлюлозы) тонким слоем наносится на стеклянную, пластмассовую или металлическую пластинку. В качестве подвижной фазы используют различные растворители или их смеси, органические и неорганические кислоты. Выбор растворителя зависит от природы сорбента и свойств анализируемых соединений.

В ТСХ чаще используют *восходящий* способ получения хроматограммы: раствор образца наносят микропипеткой на небольшом расстоянии от края пластинки на стартовую линию, и край пластинки погружают в растворитель, который действует как подвижная фаза. Под действием капиллярных сил растворитель поднимается вверх по пластинке и с разной скоростью переносит за собой компоненты смеси, что приводит к их пространственному разделению. Чтобы растворитель не испарялся с поверхности сорбента, пластинка на время разделения должна быть помещена в герметически закрытую прозрачную камеру. Разделяемые компоненты на пластинке образуют отдельные зоны (пятна). Хроматографирование продолжают до тех пор, пока растворитель не пройдет от линии старта 10см до так называемой линии фронта. После этого пластинку вынимают из хроматографической камеры, подсушивают на воздухе и определяют положение пятен.

Схема разделения смеси веществ методом восходящей тонкослойной хроматографии приведена на рис.1. Пятна характеризуют положение компонентов А,В,С на пластине в конце опыта.

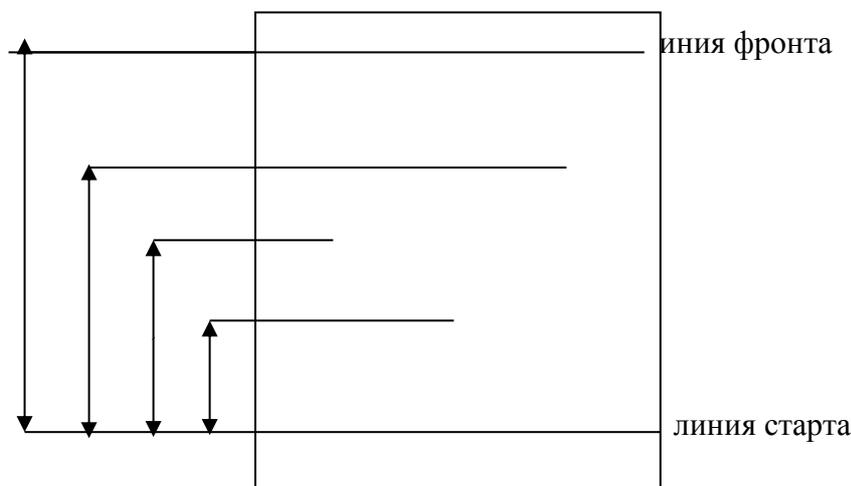


Рис.1. Схема разделения методом восходящей тонкослойной хроматографии

Сорбционные свойства системы в ТСХ характеризуются подвижностью  $R_f$  – коэффициент подвижности:

$$R_f = l_i / L,$$

где  $l_i$  – расстояние от стартовой линии до центра пятна,

$L$  – расстояние, пройденное растворителем от стартовой линии до границы фронта растворителя.

Величина  $R_f$  характеризует способность 2-х несмешивающихся жидкостей к разделению смеси веществ. Постоянство значения  $R_f$  зависит от условий проведения хроматографирования: сорта бумаги, температуры, концентрации вещества, степени насыщенности водой и др.

#### Реактивы и материалы:

1. Хроматографическая пластинка со слоем асбеста и бумага
2. Капилляры стеклянные
3. Хроматографическая камера
4. Установка сушильная
5. Растворы солей известных катионов; Подвижная фаза; Проявитель
6. Неизвестный контрольный раствор

#### Выполнение работы:

1. На дно хроматографической камеры помещают подвижную фазу (высота слоя около 0,5 см).

2. На хроматографическую пластинку (работа со 2-ой группой катионов) и бумагу (работа с 1-ой группой катионов) на расстоянии около 1 см отмечают линию старта и линию фронта. С помощью микрошприца на стартовую линию наносят по капле растворы солей известных катионов, используемые в качестве стандартов \*(способ «свидетелей» см. ниже). Нанесение повторяют 3 раза, каждый раз высушивая на сушилке. Далее, пластинку/бумагу помещают в хроматографическую камеру и плотно закрывают крышкой. Во время разделения не рекомендуется открывать крышку и перемещать камеру.

3. Когда фронт растворителя пройдет заданное расстояние (до линии фронта) и произойдет разделение компонентов, пластинку /бумагу вынимают и высушивают.

4. Для обнаружения пятен хроматограмму опрыскивают соответствующим раствором – проявителем и подсушивают.

5. Проведение работ по исследованию неизвестного контрольного раствора разделяемой смеси проводят аналогично.

После хроматографирования сопоставляют положение пятен исследуемой смеси и известных веществ, делают вывод о присутствии или отсутствии их в анализируемом растворе, рассчитывают коэффициент подвижности каждого вещества и делают вывод.

(\* Способ «свидетелей»: Если параллельно с каплей анализируемой смеси на полоску хроматографической бумаги нанести каплю смеси исследуемых веществ, то после проявления хроматограммы можно, сравнивая положение пятен компонентов анализируемой смеси с положением пятен известных соединений, идентифицировать неизвестные вещества).

Таблица 1.

Катион	Подвижная фаза-элюэнт	Проявитель	Используемый материал	Rf
Pb(II)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH : CH <sub>3</sub> COOH:H <sub>2</sub> O (7:1:2); C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH:HCl 5M	KI	бумага+ пластинка	
Pb(II)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH : CH <sub>3</sub> COOH:H <sub>2</sub> O (7:1:2);	Na <sub>2</sub> S	пластинка	
Cu(II)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH : CH <sub>3</sub> COOH:H <sub>2</sub> O (7:1:2); C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH:HCl 5M	KI	бумага+ пластинка	
Cu(II)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH : CH <sub>3</sub> COOH:H <sub>2</sub> O (7:1:2);	Na <sub>2</sub> S	пластинка	
Ni(II) Fe(III) Al (III)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH : CH <sub>3</sub> COOH:H <sub>2</sub> O (7:1:2); C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH:HCl 5M	диметилглиок сим	бумага+ пластинка	

## Часть 2

### Разделение смеси веществ методом бумажной (круговой)хроматографии

**ЦЕЛЬ:** Разделить и идентифицировать ионы методом круговой бумажной хроматографии.

**СУЩНОСТЬ РАБОТЫ:** Хроматография на бумаге – разновидность метода распределительной хроматографии. Носителем для неподвижного растворителя служит – фильтровальная бумага. Вместо пластинок с нанесенным тонким слоем сорбента можно использовать специальную хроматографическую бумагу в виде листов или полосок. Хроматографическая бумага д.б. химически чистой, нейтральной, инертной по отношению к компонентам раствора и подвижной фазе и быть однородной по плотности: имеют значение структура молекул целлюлозы в бумаге, ориентация волокон и др. Свойства, влияющие на скорость движения подвижной фазы.

*Основные операции в бумажной хроматографии проводятся также, как и в тонкослойной.* Анализ смеси проводят по следующей схеме: на круглый обеззольный фильтр («синяя лента») в центр наносят каплю разделяемой смеси, фильтр подсушивают

и помещают в хроматографическую камеру с растворителем, который под действием капиллярных сил поднимается по «фитилю», достигает стартового пятна с разделяемой смесью, вместе с ней перемещаются с различной скоростью разделяемые вещества.

Анализируемый раствор наносят на стартовую линию с помощью стеклянного капилляра или шприца. Чем меньше площадь стартового пятна, тем менее размытой будет зона вещества после хроматографирования. Поэтому пробу наносят в одну и ту же точку в несколько приемов, каждый раз подсушивая пятно.

Зоны разделяемых веществ имеют вид концентрических колец, которые могут быть видимыми и невидимыми; в последнем случае хроматограмму проявляют – опрыскивают раствором специфического реагента, либо подвергают УФ-излучению (рис.2).

Скорость перемещения компонентов определяется соответствующими коэффициентами распределения: чем меньше коэффициент распределения, тем быстрее вещество передвигается по сорбенту.

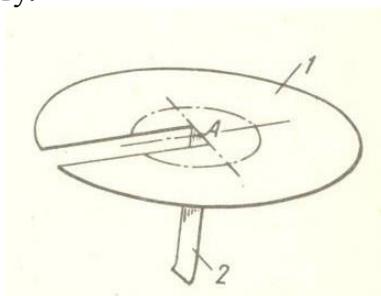


Рис.2.Круговая хроматограмма

1-круглый фильтр; 2-«фитиль», погружаемый в растворитель; А-место нанесения анализируемого раствора

Величина  $R_f$  каждого катиона не зависит от концентрации определяемого катиона, температуры, присутствия др. катионов и природы аниона, но зависит от состава и свойств используемого растворителя.

#### **Реактивы и материалы:**

- 1.Обеззоленная фильтровальная бумага «синяя лента», пинцет
- 2.Капилляры стеклянные
- 3.Хроматографическая камера
- 4.Установка сушильная
- 5.Растворы солей известных катионов; Подвижная фаза; Проявитель (раствор гексацианоферрат калия (IY)  $K_4\{Fe(CN)_6\}$ , 10%);
6. Неизвестный контрольный раствор

#### **Выполнение работы:**

1.На круглом обеззоленном фильтре «синяя лента» диаметром 12,5 см простым карандашом намечают контуры «фитиля» длиной 40 мм и шириной 4мм.

2.На цент фильтра с помощью капилляра наносят каплю раствора разделяемой смеси. Раствор наносят в несколько приёмов, чтобы впитывание происходило за счет капиллярных сил бумаги. Образовавшееся пятно осторожно обводят карандашом, т.е. фиксируют его положение на бумаге. Бумагу высушивают, вырезают «фитиль», как показано на рисунке.

3.В хроматографическую камеру помещают емкость (например, бюкс) с 10 мл подвижной фазы. Кислоту добавляют к органическому растворителю, чтобы предотвратить адсорбцию ионов бумагой. На кристаллизатор сверху помещают фильтр, следя за тем, чтобы «фитиль» был погружен в растворитель. И закрывают камеру крышкой.

3. Когда произойдет размытие первичного пятна растворителем и фронт пройдет заданное расстояние, бумагу вынимают, отмечают карандашом границы фронта растворителя, высушивают и приступают к проявлению.

4. Для проявления зон локализации неизвестных ионов фильтр опрыскивают раствором проявителя. В результате на хроматограмме проявляются цветные зоны определяемых катионов.

5. Для них рассчитывают значения  $R_f$  (как описано выше л.р. №1), считая началом их пути наружную границу первоначального пятна, а концом пути – наружные границы появившихся после проявления кольцевых зон локализации. Расстояние же, пройденное фронтом растворителя, мм, отсчитывают от центра хроматограммы (центра бумажного круга).

6. Рассчитывают коэффициент разделения как отношение подвижностей  $R_f$  и оценивают степень разделения катионов.

### 3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа состоит из 2 вопросов, которые выбираются согласно номеру варианта по последней цифре зачётной книжки.

Вопросы к контрольной работе:

#### Вариант 1

1. Кем впервые было введено понятие «мониторинг окружающей среды»?:

а) Р. Манном б) В.И. Вернадским г) В.Н. Сукачевым?

2. Укажите правильный(е) ответ(ы).

Вклады ВМО:

а) возглавила кампанию по предупреждению последствий о повышенных концентрациях парниковых газов

б) ценный вклад в Венскую конвенцию об охране озонового слоя и ее Монреальский протокол 1985 года

в) проект по исследованию тропической зоны океана и глобальной атмосферы в рамках Всемирной программы исследований климата.

г) проект по предотвращению загрязнений окружающей среды опасными отходами

д) создание глобальной гидрологической сети для мониторинга качества воды и оценки водных ресурсов.

3. Дайте пояснение «отбор проб воздуха под дымовым факелом».

4. Дайте определение понятию «экологический мониторинг».

5. Мониторинг атмосферного воздуха: перечислите категории, подразделяемые по степени срочности получаемой информации. Дайте краткие пояснения. Дайте другое название фонового мониторинга. Что он характеризует

#### Вариант 2

1. Кем впервые было введено понятие «экологический мониторинг»:

а) К. Линнеем б) В.Н. Сукачевым г) Ю.А. Израэлем?

2. Расшифруйте аббревиатуру «БАПМОН». Цель БАПМОН.

Какие вы знаете биосферные заповедники, находящиеся на территории РФ?

3. Кратко охарактеризуйте импактный мониторинг.

4. Приведите блок-схему мониторинга.

5. Расшифруйте аббревиатуру «ГСМОС». Основная задача ГСМОС.

#### Вариант 3

1. По каким принципам классифицируют экологический мониторинг (перечислить)

2. Дайте пояснение «отбор проб воздуха под дымовым факелом»
3. Расшифруйте аббревиатуру «ПИГАП». Какие среды наблюдений являются приоритетными в этой программе?
4. Мониторинг атмосферного воздуха: перечислите загрязняющие вещества, подлежащие контролю в городе
5. Выберите верные ответ(ы).  
Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах:  
а) локальных б) импактных в) фоновых г) региональных

#### **Вариант 4**

1. Какие виды экологического мониторинга вы знаете? Какой(ие) экологический мониторинг(и) относит(ят)ся к классификации «по масштабам наблюдений и степени обобщения информации»?
2. Расшифруйте аббревиатуру «ГСМОС». Главная цель ГСМОС.
3. Мониторинг атмосферного воздуха: перечислите категории, подразделяемые по степени срочности получаемой информации. Дайте краткие пояснения.
4. Дайте верный ответ(ы). Какая подсистема мониторинга классифицируется по принципу «острота и глобальность проблемы»?  
а) Мониторинг океана б) мониторинг озноферы в) фоновый мониторинг г) медико-биологический мониторинг?
5. Выберите верные ответ(ы). Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в районах: а) локальных б) импактных в) фоновых г) региональных.

#### **Вариант 5**

1. Какой(ие) экологический мониторинг(и) относит(ят)ся к классификации «наблюдения за основными составляющими биосферы»?
2. Дайте другое название фонового мониторинга. Что он характеризует?
3. Расшифруйте аббревиатуру «АНКОС». Для чего предназначена данная система?
4. Для каких целей предназначен региональный мониторинг? Объекты регионального мониторинга.
5. Укажите правильный(е) ответы.  
Вклады ВМО:  
а) возглавила кампанию по предупреждению последствий о повышенных концентрациях парниковых газов  
б) ценный вклад в Венскую конвенцию об охране озонового слояи ее Монреальский протокол 1985 года  
в) проект по исследованию тропической зоны океана и глобальной атмосферы в рамках Всемирной программы исследований климата.  
г) проект по предотвращению загрязнений окружающей среды опасными отходами  
д) создание глобальной гидрологической сети для мониторинга качества вода и оценки водных ресурсов.
3. Мониторинг атмосферного воздуха: перечислите загрязняющие вещества, подлежащие контролю в городе

#### **4. Групповые и индивидуальные консультации**

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были

недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;

- с целью оказания консультативной помощи при подготовке к промежуточной аттестации, участию в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины.

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

Если же затруднение связано с решением задачи или оформлением отчета о лабораторной работе, то назовите этап решения, через который не могли перешагнуть, или требование, которое не можете выполнить.

## **5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы**

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МГТУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МГТУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа по дисциплине может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание рефератов, докладов, эссе, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций, составление глоссария и др.;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение

обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.
4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

### **Работа с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

### **Решение ситуационных задач (кейс-заданий)**

Кейс-задание (англ. *case*- случай, ситуация) - задание, связанное с конкретным последовательностью действий и направленное на разбор, осмысление и решение реальной профессионально-ориентированной ситуации.

Решение ситуационных задач направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации, готовности использовать собственные индивидуальные креативные способности для решения исследовательских задач.

Рекомендации по работе с кейсом:

- сначала необходимо прочитать всю имеющуюся информацию, чтобы составить целостное представление о ситуации; не следует сразу ее анализировать, желательно лишь выделить в ней данные, показавшиеся важными;
- требуется охарактеризовать ситуацию, определить ее сущность и отметить второстепенные элементы, а также сформулировать основную проблему и проблемы, ей подчиненные;
- важно оценить все факты, касающиеся основной проблемы (не все факты, изложенные в ситуации, могут быть прямо связаны с ней), и попытаться установить взаимосвязь между приведенными данными;
- следует сформулировать критерий для проверки правильности предложенного

решения, попытаться найти альтернативные способы решения, если такие существуют, и определить вариант, наиболее удовлетворяющий выбранному критерию.

## **Методические рекомендации к изучению тем дисциплины**

### **Тема 1. Структура экологического мониторинга**

Цели, задачи, понятия, определения, объекты экологического мониторинга.

Классификация систем экологического мониторинга.

#### **Методические рекомендации:**

Обучающийся должен понять, какую информацию позволяет получать глобальная система экологического мониторинга, на что указывают результаты мониторинга и какие этапы включает в себя экологический мониторинг. Постоянный мониторинг лежит в основе функционирования кадастровых систем, геоинформационных систем, а также экосистемного анализа. Данные экологического мониторинга используются при проведении экологической экспертизы (например, для оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)), экологического аудита и в других смежных областях.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое экологический мониторинг? Дайте современное определение.
2. Выделите цели и задачи экологического мониторинга.
3. Что такое загрязнение? Виды загрязнений окружающей среды.
4. Дайте краткую характеристику системе экологического нормирования. Какие выделяют группы экологических нормативов?
5. Какие задачи решает мониторинг?

### **Тема 2. Мониторинг атмосферного воздуха**

Организация наблюдений и контроля загрязнений в атмосферном воздухе. Фоновый мониторинг. Импактный мониторинг. Мониторинг источников загрязнения. Посты наблюдений.

#### **Методические рекомендации:**

**1. Государственная система наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха** – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения.

Основные задачи Общегосударственной системы наблюдения и контроля атмосферного воздуха (ОГСНК)

1. Наблюдение за уровнем загрязнения атмосферы и распределением загрязнителей во времени и пространстве и их контроль, выявление и контроль источников выбросов
2. Обеспечение заинтересованных организаций систематической и экстренной информацией об изменении уровня загрязнения атмосферы, а также прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях этих уровней



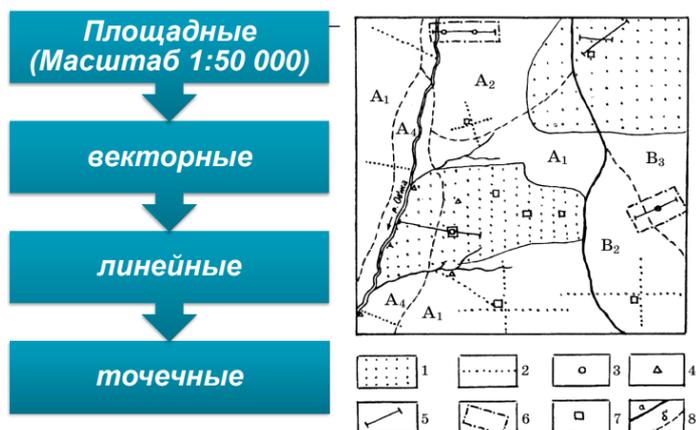


Рисунок – Временно экспедиционная наблюдательная сеть

**Анализ проб снега. Согласно РД 52.04.186-89.**

Отбор снега : снегоотборником или методом шурфа.

А) Первая программа Выполняется в лабораториях всех станций предполагает определение следующих показателей: 1) кислотность (рН) и электропроводность; 2) содержание основных водорастворимых соединений – сульфатов, нитратов, аммония, хлоридов, ионов калия, натрия, магния, кальция.

Б) Вторая программа Выполняется на 50% всех станций предполагает определение следующих показателей:

- кислотность (водородный показатель рН),
- электропроводность,
- концентрация основных ионов : сульфатиона, нитрат-иона , хлорид-иона , гидрокарбонат-иона, ионов аммония, натрия, калия, кальция, магния
- микрокомпонентов (фосфат-ионов, цинка, свинца, кадмия, марганца и никеля)

**Вопросы для самопроверки:**

- 1.Какие пункты наблюдений входят в состав сети мониторинга атмосферы?
2. Какие существуют программы мониторинга?
3. Назовите основные загрязнители, содержание которых определяют в воздухе?
4. Назовите основные загрязнители, содержание которых определяют в снеге?

**Тема 3. Мониторинг водных объектов**

Организация наблюдений за загрязнением водных объектов. Пункты наблюдений. Программы наблюдений за качеством поверхностных вод. Биологические методы в экологическом мониторинге. Биотестирование и биоиндикация



- вскрывают тенденции развития окружающей среды,
- указывают пути и места скопления загрязнений и возможные пути попадания их в пищу человека,
- позволяют судить о степени вредности любых веществ для живой природы, давая возможность контролировать их действие,
- устраняют чрезвычайно трудную задачу применения дорогостоящих и трудоемких физических и химических методик,
- постоянно присутствуют в окружающей среде и реагируют, в том числе, на кратковременные залповые сбросы загрязняющих веществ, на которые может не отреагировать автоматизированная система контроля, рассчитанная на дискретный во времени отбор проб,
- помогают нормировать допустимую нагрузку на экосистемы, различные по своей устойчивости к антропогенным воздействиям, так как одинаковый состав и объем загрязнений может привести к различным реакциям экосистем, расположенных в разных географических условиях.

**Оценка сапробности воды по показателям перифитона.** В гидробиологии под сапробностью понимают способность организмов жить при большом содержании органических веществ в среде. Сапробность является функцией потребностей организма в органическом питании и устойчивости возникающих при разложении органических соединений ядовитых веществ:  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H^+$ , органических кислот.

Из гидробиологических показателей качества в России наибольшее применение нашел так называемый **индекс сапробности водных объектов**, который рассчитывают исходя из индивидуальных характеристик сапробности видов, представленных в различных водных сообществах (фитопланктоне, перифитоне)

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какие пункты наблюдений входят в состав сети мониторинга водных объектов?
2. Назовите классификацию показателей качества вод.
3. Какие организмы подходят под определение «биодикаторы»?
4. Что такое сапробность?

### **Тема 4. Почвенно-экологический мониторинг**

Пробоотбор и подготовка почвы к анализу. Показатели состояния почв.

Биомониторинг почв.

#### **Методические рекомендации:**

**Почвенный экологический мониторинг** – система регулярного не ограниченного в пространстве и времени контроля почв, который дает информацию об их состоянии с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза его изменения в будущем. Почвенный мониторинг – одна из важнейших составляющих экологического мониторинга в целом, он направлен на выявление антропогенных изменений почв, которые могут в конечном итоге нанести вред здоровью человека.

Важнейшие задачи почвенного мониторинга:

- 1) комплексный контроль сохранения в условиях антропогенного воздействия почвами физических, химических, биологических свойств, которые обеспечивают их плодородие;
- 2) комплексный контроль защитной функции почвы – эффективности почвы в ограничении миграции загрязняющих веществ в техногенно-нарушенных ландшафтах;
- 3) комплексный контроль выполнения почвой медико-биологической функции почвы и сопредельных сред, для обеспечения поддержания качества жизни для всех организмов, в том числе для человека.

#### **Виды почвенного экологического мониторинга:**

1. **Локальный и региональный почвенный экологический мониторинг:**

1.1. Специфический мониторинг почв:

- а) мониторинг почв, подверженных загрязнению,
- б) мониторинг агрохимический.

1.2. Комплексный мониторинг почв:

- а) мониторинг опустынивания,
- б) мониторинг пастбищ,
- в) ирригационно-мелиоративный.

1.3. Универсальный мониторинг почв:

- а) контроль микробиологического состояния почв,
- б) контроль качества почв (бонитировка),
- в) дистанционный мониторинг почв.

## **2. Глобальный почвенный экологический мониторинг.**

В законодательстве РФ определено, что государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв. Объектами государственного мониторинга земель являются все земли в Российской Федерации.

Среди **контролируемых показателей состояния почв (индикаторов)** выделяют две группы: биохимические и педохимические показатели.

К биохимическим относят показатели, характеризующие аккумуляцию в почвах самих загрязняющих веществ и возможность их непосредственного негативного влияния на живые организмы:

- а) общее содержание загрязняющих веществ,
- б) содержание соединения загрязняющих веществ, обладающих как реальной подвижностью (вещества в почвенных растворах, в лизиметрических водах, в вытяжках, имитирующих состав тех и других), так и непосредственно связанных с ними потенциально подвижных соединений этих же веществ в составе твердых фаз почвы. Содержание последних характеризует способность загрязняющих веществ переходить в вытяжки разбавленных кислот, растворов солей и комплексообразователей.

К педохимическим показателям относят те свойства почв, изменение которых может быть вызвано загрязняющими веществами и которые могут косвенно отрицательно влиять на живые организмы.

К педохимическим показателям относятся показатели важнейших свойств почв: показатели гумусного состояния почв, кислотно-основных свойств, катионно-обменных, в отдельных случаях окислительно-восстановительных свойств почв.

При проведении мониторинга состояния земель выявляются изменения качественных характеристик состояния земель под воздействием следующих негативных процессов: подтопления и затопления, переувлажнения, заболачивания, эрозии, опустынивания земель, загрязнения земель тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтью и нефтепродуктами, другими токсичными веществами, захламления отходами производства и потребления, вырубок и гарей на землях лесного фонда, образования оврагов, оползней, селевых потоков, карстовых и других процессов и явлений, влияющих на состояние земель.

При осуществлении государственного мониторинга земель **необходимые сведения получают с использованием:**

- а) дистанционного зондирования (съёмки и наблюдения с космических аппаратов, самолетов, с помощью средств малой авиации и других летательных аппаратов);
- б) сети постоянно действующих полигонов, эталонных стационарных и иных участков;

- в) наземных съемок, наблюдений и обследований (сплошных и выборочных);
- г) сведений, содержащихся в государственном кадастре недвижимости;
- д) землеустроительной документации;
- е) материалов инвентаризации и обследования земель, утвержденных в установленном порядке;
- ж) сведений о количестве земель и составе угодий, содержащихся в актах органов государственной власти и органов местного самоуправления;
- з) данных, представленных органами государственной власти и органами местного самоуправления;
- и) результатов обновления картографической основы (результатов дешифрирования ортофотопланов или сведений топографических карт и планов);
- к) данных государственного лесного реестра, а также лесохозяйственных регламентов лесничеств (лесопарков).

#### **Контроль и охрана почв от загрязнения в процессе производственной и непроизводственной деятельности регламентируется**

ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – М.: Стандартинформ, 2008. – 3 с.

При составлении программы почвенного мониторинга для контроля загрязнения почв и оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения, посредством проведения почвенных, агрохимических и иных обследований руководствуются:

- Земельным кодексом РФ;
- Федеральным законом «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», ст. 42 ЗК РФ, ст. 8 ФЗ от 16.07.1998 года № 101;
- Федеральным законом «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения»;
- Приказом Минэкономразвития России от 26.12.2014 № 852 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения»;
- ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – М.: Стандартинформ, 2008. – 3 с.;
- ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Назовите уровни организации почвенного мониторинга.
2. Назовите педохимические контролируемые показатели состояния почв.
3. Назовите биохимические контролируемые показатели состояния почв.
4. Назовите основные нормативные документы, регламентирующие почвенный мониторинг.

### **Тема 5. Мониторинг состояния экосистем и биоты**

#### **Методические рекомендации:**

При изучении темы обучающийся должен понять разницу между активными и пассивными приборами дистанционного зондирования.

Одним из основных источников данных для экологического мониторинга являются материалы **дистанционного зондирования (ДЗ)**. Они объединяют все типы данных, получаемых с носителей:

- пилотируемые (космические орбитальные станции, корабли многоразового использования, автономные спутниковые съемочные системы и т. п.);
- авиационного базирования (самолеты, вертолеты и микроавиационные радиоуправляемые аппараты) и составляют значительную часть дистанционных данных (remotely sensed data) как антонима контактных (прежде всего наземных) видов съемок, способов получения данных измерительными системами в условиях физического контакта с объектом съемки;
- к неконтактным (дистанционным) методам съемки, помимо аэрокосмических, относятся разнообразные методы морского (на водного) и наземного базирования, включая, например, фототеодолитную съемку, электромагниторазведку и иные методы геофизического зондирования недр, гидроакустические съемки рельефа морского дна с помощью гидролокаторов бокового обзора, иные способы, основанные на регистрации собственного или отраженного сигнала волновой природы.

**Аэрокосмические (дистанционные) методы** экологического мониторинга включают систему наблюдения при помощи самолетных, аэростатных средств, спутников и спутниковых систем, а также систему обработки данных дистанционного зондирования.

Для космического экологического мониторинга целесообразно ориентироваться прежде всего на полярно-орбитальные метеорологические спутники, как на отечественные аппараты (спутники типа «Метеор», «Океан» и «Ресурс»), так и на американские спутники серий NOAA, Landsat и SPOT. Остановимся на кратких характеристиках указанных спутников.

Американские метеорологические спутники серии NOAA снабжены ПР многозональной оптической и ИК аппаратурой, а именно радиометром высокого разрешения AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Космические аппараты NOAA запускаются на полярные орбиты высотой порядка 700 км над поверхностью Земли с наклоном 98,89 градусов. Радиометр высокого разрешения ведет съемки поверхности Земли в пяти спектральных диапазонах. Космические съемки проводятся с пространственным разрешением 1100 м и обеспечивают полосу обзора шириной 2700 км.

Российские спутники серии «Ресурс» принадлежат Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Росгидромет). Они обеспечивают получение многозональной космической информации высокого и среднего разрешения с помощью двух сканеров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов.

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

1. Определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности и т. д.);
2. Контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
3. Определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;
4. Обнаружения крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;
5. Контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
6. Обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;
7. Выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;
8. Регистрация дымных шлейфов от труб;
9. Мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
10. Обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;
11. Контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Перечислите неконтактные методы дистанционного зондирования Земли.
2. Какие устройства относятся к активным и пассивным датчикам, их диапазон действия.
3. Перечислите виды (разрешения) телевизионных и сканерных снимков со спутников.
4. Назовите, сколько спектральных каналов существует?
5. Дайте краткую характеристику и область применения спектральных каналов.
6. Расшифруйте аббревиатуру МВИ. В каких ИК – диапазонах она производится?

## **Тема 6. Оценка физических воздействий**

### **Методические рекомендации:**

При изучении данной темы обучающийся должен обратить внимание на то, что действующая система нормирования в этой области строится на понятии дозовой нагрузки. Основными документами, в соответствии с которыми осуществляется радиационный контроль за безопасностью населения, являются Федеральный Закон «О радиационной безопасности населения» и принятые в его развитие «Нормы радиационной безопасности НРБ-96». Оба документа служат для обеспечения радиационной безопасности человека. Экологических нормативов, устанавливающих допустимые воздействия на экосистемы, в области радиационной безопасности не существует. Нормативы электромагнитных и шумовых воздействий изучается согласно действующему законодательству.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Перечислите требования к работе с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, включенные в НРБ-76/87.
2. Дайте определение понятиям «эквивалентная доза» и «поглощенная доза». Укажите единицы измерения.
3. Назовите допустимую дозовую нагрузку на население установленную законом «О радиационной безопасности населения».
4. Назовите основные виды ионизирующего излучения, источник этих излучений и опишите физиологическое действие.

## **Тема 7. Классификация методов и приборов экологического контроля**

Химические методы анализа, физико-химические, электрохимические, спектральные, оптические, хроматографические.

### **Методические рекомендации:**

#### **1) Физико-химические методы**

-Качественные методы. Позволяют определить, какое вещество находится в испытуемой пробе.

-Количественные методы.

-Гравиметрический метод. Суть метода состоит в определении массы и процентного содержания какого-либо элемента, иона или химического соединения, находящегося в испытуемой пробе.

-Титриметрический (объемный) метод. В этом виде анализа взвешивание заменяется измерением объемов, как определяемого вещества, так и реагента, используемого при данном определении. Методы титриметрического анализа разделяют на 4 группы: а) методы кислотно-основного титрования; б) методы осаждения; в) методы окисления-восстановления; г) методы комплексообразования.

-Колориметрические методы. Колориметрия — один из наиболее простых методов абсорбционного анализа. Он основан на изменении оттенков цвета исследуемого раствора в зависимости от концентрации. Колориметрические методы можно разделить на визуальную колориметрию и фотоколориметрию.

-Экспресс-методы. К экспресс методам относятся инструментальные методы, позволяющие определить загрязнения за короткий период времени. Эти методы широко применяются для определения радиационного фона, в системе мониторинга воздушной и водной среды.

-Потенциометрические методы основаны на изменении потенциала электрода в зависимости от физико-химических процессов, протекающих в растворе. Их разделяют на: а) прямую потенциометрию (ионометрию); б) потенциометрическое титрование.

## **2) Методы биологического мониторинга**

Биоиндикация — метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов[4]. Биоиндикаторы — организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации.

Биотестирование — метод, позволяющий в лабораторных условиях оценить качество объектов окружающей среды с помощью живых организмов.

Оценка компонентов биоразнообразия — является совокупностью методов сравнительного анализа компонентов биоразнообразия[5].

## **3) Приборы для экологического мониторинга:**

- Приборы для измерения параметров звука и вибрации
- Приборы для измерения параметров микроклимата
  - Анемометры
  - Барометры
  - Приборы контроля параметров воздушной среды
  - Счетчики аэроионов
  - Термогигрометры
- Приборы для измерения параметров электрического и магнитного полей
- Радиометры и дозиметры

## **Вопросы для самопроверки:**

1. Назовите основные физико-химические методы
2. Опишите принцип биологических методов экологического мониторинга.
3. На какие виды подразделяются приборы для экологического мониторинга?

## **6. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации**

Учебным планом по дисциплине «Организация экологического мониторинга на предприятии» предусмотрена следующая форма промежуточной аттестации: **экзамен**.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

При подготовке к экзамену целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;

- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

При повторении материала нежелательно использовать много книг. Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций. Следует запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других. В ходе подготовки обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных профильных проблем. Подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала. В этот период полезным может быть общение обучающихся с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.

Подготовку по билету на экзамене надо начинать с того, что помнится лучше всего. Однако, готовясь по одному вопросу, на отдельном листе нужно постоянно кратко записывать и те моменты, которые «всплывают» в памяти и по другим вопросам билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также, с разрешения экзаменатора, справочной литературой.

По окончании ответа экзаменатор может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы.

Положительным будет стремление обучающегося изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.