

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

**Б1.Б.27**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**05.03.06 Экология и природопользование**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Экология**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Практические занятия.....	8
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	8
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>10</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	14
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>41</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>42</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>43</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>48</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>48</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>50</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологической и научно-исследовательской видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Получение базовых общепрофессиональных представлений о теоретических основах экологического мониторинга; о методах оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения, об организации экологического мониторинга на территории РФ.

## Задачи дисциплины

Формирование у обучающихся навыков получения и анализа информации о состоянии окружающей среды.

Код компетенции 1	Содержание компетенций 2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине 3
ОПК-8	владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способность к использованию теоретических знаний в практической деятельности	<b>знать:</b> – теоретические основы экологического мониторинга; <b>уметь:</b> – использовать полученные теоретические знания в практической деятельности; <b>владеть:</b> – методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения; – навыками анализа информации о состоянии окружающей среды.
ПК-6	способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	<b>знать:</b> – методологию процедур контроля загрязнения окружающей среды; – основные требования к организации экологического мониторинга; <b>уметь:</b> – разработать программу мониторинга загрязнения окружающей среды; <b>владеть:</b> – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.27 Экологический мониторинг относится к базовой части.

Дисциплина Экологический мониторинг базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин: Прикладная экология, Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды, Методы экологических исследований.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, дисциплина Экологический мониторинг представляет основу для изучения дисциплин: Оценка воздействия на окружающую среду, Инструментальные методы контроля качества среды обитания.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах					Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации	
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7	108	34	17	-	17	74	-	зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	34	18	34
Лекции (Лк)	17	6	17
Практические занятия (ПЗ)	17	12	17
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	74	-	74
Подготовка к практическим занятиям	37	-	37
Подготовка к зачету	37	-	37
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>28</b>
1.1.	Экологический мониторинг: задачи и структура	17	3	-	14
1.2.	Приоритетные загрязняющие вещества	11	1	4	6
1.3.	Фоновый мониторинг	10	2	-	8
<b>2.</b>	<b>Система методов наблюдения и наземного обеспечения</b>	<b>43</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>28</b>
2.1.	Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	15	1	6	8
2.2.	Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов	14	2	2	10
2.3.	Почвенный мониторинг	5	1	-	4
2.4.	Методы наблюдений и контроля загрязнения природных сред	9	1	2	6
<b>3.</b>	<b>Биомониторинг в оценке качества окружающей среды</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>Единая Государственная система экологического мониторинга России</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>6</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>74</b>

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга		

1.1.	Экологический мониторинг: задачи и структура	<p>Определение экологического мониторинга и его задачи. Классификации видов мониторинга. Глобальный, фоновый, национальный, региональный, локальный, импактный мониторинг.</p> <p>Структура мониторинга. Прямые и обратные связи. Классификация системы наблюдений. Критерии допустимости воздействия на экосистемы. Прогноз и оценка прогнозируемого состояния биосферы. Виды прогнозов.</p> <p>Система приоритетов при организации мониторинга. Комплексность экологического мониторинга. Разработка программы экологического мониторинга.</p>	-
1.2.	Приоритетные загрязняющие вещества	Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС). Критерии отбора приоритетных загрязняющих веществ. Классы приоритетности загрязняющих веществ.	лекция-беседа (1 час)
1.3.	Фоновый мониторинг	<p>Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды: цель, задачи. Организация фонового мониторинга: рекомендации по выбору места размещения станций, наземное обеспечение станций фонового мониторинга. Программа наблюдений на станциях фонового мониторинга. Сопоставимость результатов наблюдений.</p> <p>Фоновый мониторинг Мирового океана. Составляющие фонового мониторинга морской среды. Структура фонового мониторинга океана. Требования к размещению базовых станций мониторинга.</p>	лекция-беседа (1 час)
2.	<b>Система методов наблюдения и наземного обеспечения</b>		
2.1.	Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	<p>Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха. Стационарные, маршрутные и подфакельные посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. Требования к размещению стационарных постов наблюдений, оборудование стационарных постов наблюдений. Программы наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. Характеристики загрязнения атмосферного воздуха.</p>	-
2.2.	Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов	<p>Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов. Классификация водных объектов в соответствии с видами водопользования. Размещение створов пункта наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков. Местоположение вертикалей и количество горизонтов на вертикали.</p> <p>Категории пунктов наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков. Программы и периодичность наблюдений для пунктов различных категорий. Обязательная программа наблюдений</p>	-

		за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям. Сокращённые программы наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям. Программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям.	
2.3.	Почвенный мониторинг	Почвенный мониторинг: контролируемые показатели состояния почвы, используемые методики.	-
2.4.	Методы наблюдений и контроля загрязнения природных сред	Методы контроля загрязнения природных сред. Классификация средств измерений. Требования к средствам измерений. Автоматизированные системы мониторинга. Основные структурные блоки современных автоматизированных систем мониторинга. Автоматизированные системы контроля качества атмосферного воздуха и природных вод. Дистанционные методы наблюдений (аэрокосмические системы). Задачи аэрокосмического мониторинга. Использование аэрокосмического мониторинга для оценки состояния растительности, почв, Мирового океана, для оценки степени нарушения естественных экосистем.	-
3.	<b>Биомониторинг в оценке качества окружающей среды</b>	Биомониторинг. Функциональные и структурные показатели состояния биоты. Биоиндикация, биоиндикаторы. Типы биоиндикаторов. Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов. Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов. Тест-организмы. Биоиндикация на разных уровнях организации живого (клеточном, организменном, популяционно-видовом, биоценоотическом, экосистемном).	лекция-беседа (4 часа)
4.	<b>Единая Государственная система экологического мониторинга России</b>	Единая Государственная система экологического мониторинга России (ЕГСЭМ): цели, структура. Функции Росгидромета в ЕГСЭМ. Мониторинг загрязнения окружающей среды: организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, снежного покрова, почвы, поверхностных вод. Состав государственной сети наблюдений за загрязнением окружающей среды. Организация мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду. Организация мониторинга биологических ресурсов России.	-

### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

#### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Составление таблицы приоритетных загрязняющих веществ	4	Презентация и обсуждение докладов (4 часа)
2	2.	Требования к отбору проб объектов окружающей среды	2	-
3	2.	Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске	4	Работа в малых группах (3 часа)
4	2.	Организация наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков	2	Работа в малых группах (2 часа)
5	2.	Выбор методов и средств измерений для контроля качества окружающей среды	2	-
6	3.	Биомониторинг. Оценка качества атмосферного воздуха, воды и диагностика почв методами биоиндикации	3	Работа в малых группах (3 часа)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>12</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.



**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>8</i>	<i>6</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1.</b> Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга	38	+	+	2	19	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>2.</b> Система методов наблюдения и наземного обеспечения	43	+	+	2	21,5	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>3.</b> Биомониторинг в оценке качества окружающей среды	19	+	+	2	9,5	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>4.</b> Единая Государственная система экологического мониторинга России	8	+	+	2	4	Лк, СР	зачет
<b><i>всего часов</i></b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Рунова, Е. М. Биоиндикация: учебное пособие / Е. М. Рунова, И. И. Гаврилин. - Братск: БрГУ, 2016. - 68 с.
2. Никаноров, А.М. Фундаментальные и прикладные проблемы гидрохимии и гидроэкологии: учебное пособие / А.М. Никаноров; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимический институт, Российская академия наук и др. - Ростов на Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 572 с.: схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-1735-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461989>.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Чудновский, С.М. Приборы и средства контроля за природной средой: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 153 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0165-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466771">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466771</a>	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1
2.	Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/4043">https://e.lanbook.com/book/4043</a> . — Загл. с экрана	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Севрюкова, Е. А. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Севрюкова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна ; Нац. исслед. ун-т. - Москва: Юрайт, 2016. - 397 с.	Лк, ПЗ	7	0,5
4.	Редина, М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов; Рос. ун-т дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2015. - 431 с.	Лк, ПЗ	5	0,3
5.	Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270263">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270263</a>	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1
6.	Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учебное пособие / Под ред. Т. В. Гусевой. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 192 с.	Лк, ПЗ	10	0,7
7.	Евстифеева, Т. Биологический мониторинг: учебное пособие / Т. Евстифеева, Л. Фабарисова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1

	государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2012. - 119 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259119">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259119</a>			
8.	Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для вузов / Под ред. О. П. Мелеховой. - Москва: Академия, 2007. - 288 с.	Лк, ПЗ	14	0,9
9.	Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Афанасьева. - Москва: Изд-во МНЭПУ, 2001. - Ч.2: Специальная. - 335 с.	Лк, ПЗ	28	1
10.	Юшков, Н. Н. Доклад о состоянии окружающей среды города Братска в 2012 году: научное издание / Н. Н. Юшков, М. Р. Ерофеева. - Братск: БрГТУ, 2014. - 107 с.	Лк, ПЗ	11	0,7
11.	Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие для вузов/ Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская.- 4-е изд., перераб.- Москва: Высшая школа, 2008. – 334 с.	Лк, ПЗ	15	1
12.	Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий: Учебно-методическое пособие. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с. URL: <a href="http://window.edu.ru/resource/831/67831">http://window.edu.ru/resource/831/67831</a>	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.
9. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ  
<http://www.mnr.gov.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Преподавание дисциплины «Экологический мониторинг» проводится с использованием следующих форм организации учебного процесса и видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, текущий контроль знаний, консультации, зачет как форма промежуточной аттестации.

**Лекция** является важнейшей формой организации учебного процесса и предназначена для преподавания теоретических основ дисциплины, для систематизации учебного материала, для разъяснения элементов учебного материала, трудных для понимания.

*Методические рекомендации по работе над конспектом во время проведения лекции*

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на основные понятия, формулировки законов, пояснения, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Конспекты лекций должны иметь заголовки, подзаголовки, выделенные термины, определения и основные положения. В конспект следует заносить рекомендуемые преподавателем схемы и таблицы. Рекомендуется в ходе лекции задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений изучаемого предмета.

При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – выявляют основные аспекты изучаемой темы, помогая определить направления дальнейшей самостоятельной работы обучающегося с литературными источниками. Целесообразно в дальнейшем дополнять свой конспект лекции, делая в нем на полях соответствующие записи из рекомендованной литературы.

**Практические занятия**, наряду с лекцией, являются основной формой учебного процесса. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, формирование у них определенных умений и навыков.

Спецификой данной формы учебного занятия является совместная работа преподавателя и обучающихся, чередование индивидуальной и коллективной деятельности. Обучение производится через механизм совместного обсуждения теоретических положений, относящихся к данной предметной области, и примеров практической применимости данных знаний. Использование интерактивных методов обучения способствует более эффективному усвоению знаний по дисциплине.

Практические занятия позволяют обучающимся систематизировать и конкретизировать знания по изучаемой теме; развивают умение анализировать различные аспекты применения на практике теоретических положений изучаемой дисциплины; формируют навыки работы с дополнительными источниками информации; учат четко формулировать мысль, аргументировать свою точку зрения, вести дискуссию.

*Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям*

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется целенаправленная и тщательная подготовка обучающегося к практическому занятию. Подготовку к практическому занятию необходимо начинать с проработки конспекта лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Желательно при подготовке к практическому занятию одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. Особое внимание при работе с литературными источниками необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта по изучаемому материалу. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

После изучения материала по теме практического занятия необходимо подготовить развернутые ответы на контрольные вопросы для самопроверки. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю и проконсультироваться до начала занятия.

Готовиться к практическим занятиям можно индивидуально, парами или в составе малой группы. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний.

Подготовка к практическим занятиям способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал и на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

**Самостоятельная работа обучающихся** играет решающую роль в ходе всего учебного процесса и способствует получению углубленных знаний по изучаемой дисциплине.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, в работе с различными источниками информации, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках изучения дисциплины:

- повторение лекционного материала;
- изучение учебной и научной литературы;
- изучение нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение заданий, выданных на практических занятиях;
- составление письменных отчетов по практической работе;
- подготовка к практическим занятиям устных докладов (сообщений);
- подготовка к контрольным опросам, тестированию и т.д.;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний (тесты и вопросы для самопроверки);
- подготовка к промежуточной аттестации.

*Методические рекомендации по работе с литературой*

Обучающимся рекомендуется с самого начала освоения дисциплины работать с литературой в форме подготовки к очередному практическому занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

При работе с литературой важно уметь:

- сопоставлять, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- оценивать и обобщать полученную информацию;
- фиксировать основное содержание литературного источника;
- пользоваться справочными материалами;
- готовить развернутые сообщения.

Литературу, используемую при изучении дисциплины, можно разделить на учебники и учебные пособия, научные монографии, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную, дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой следует учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения и конспектирования материала.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из рекомендуемого списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий и представлений из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное чтение, наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. Выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Способствует наиболее углубленному изучению и лучшему пониманию материала.

**Текущий контроль знаний** предназначен для выявления и оценки полученных знаний, умений и навыков и проводится после изучения тем и разделов дисциплины с использованием в качестве оценочных средств тестовых заданий либо путем собеседования с обучающимся.

**Консультации** – консультирование обучающихся по темам учебного материала в целях оказания методической помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, при подготовке к практическим занятиям и к промежуточной аттестации.

**Зачет** (как форма промежуточной аттестации). Зачет по дисциплине призван выявить объем и глубину овладения обучающимся теоретическими знаниями по дисциплине, способность увязать теоретические аспекты предмета с практической применимостью в профессиональной деятельности, умение систематизировать и излагать изученный материал.

К зачету допускаются обучающиеся при условии выполнения и защиты ими всех практических работ.

При подготовке к зачету необходимо использовать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

## **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ**

*Требования к оформлению отчета по практической работе*

Отчет по практической работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- задание;
- результаты выполнения работы;
- выводы.

Оформление заголовков таблиц, подписей к рисункам должно соответствовать предъявляемым требованиям.

Защита отчетов по практическим работам происходит после проверки преподавателем правильности выполнения работы и при условии соблюдения требований к оформлению отчета. Защита отчетов проходит в форме собеседования обучающегося с преподавателем. Для самостоятельной проверки готовности обучающегося к защите отчета по практической работе рекомендуется использовать контрольные вопросы для самопроверки.

### **Практическое занятие № 1. Составление таблицы приоритетных загрязняющих веществ**

Цель работы: ознакомиться с критериями выбора приоритетных загрязняющих веществ, источниками поступления их в окружающую среду и влиянием на здоровье человека.

Занятие проводится в интерактивной форме: обучающиеся представляют презентации на заданные темы и обсуждают доклады.

Задание:

Заполнить таблицу «Приоритетные загрязняющие вещества».

Порядок выполнения:

1. Заслушать доклады и заполнить таблицу «Приоритетные загрязняющие вещества».
2. Защита практической работы в форме собеседования с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Форма отчетности:

отчет по практической работе; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, ресурсы сети Интернет с целью изучения материала по теме занятия.

Подготовить доклады на тему:

1. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека диоксида серы.
2. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека взвешенных веществ.
3. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека радионуклидов стронция-90 и цезия-137.
4. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека хлорорганических соединений.
5. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека кадмия.
6. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека нитратов и нитритов.
7. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека оксидов азота.
8. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека ртути.
9. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека свинца.
10. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека оксида углерода.
11. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека фтористых соединений (фтора, фтористого водорода).
12. Источники поступления в окружающую среду и влияние на здоровье человека мышьяка.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Отчет по практической работе должен включать таблицу «Приоритетные загрязняющие вещества»:

*Приоритетные загрязняющие вещества*

Класс приоритетности	Загрязняющее вещество	Тип программы измерений	Источники поступления в окружающую среду	Влияние на здоровье человека
1	Диоксид серы	И, Р, Г	...	...
	Взвешенные частицы	И, Р, Г	...	...
	Радионуклиды ( $^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$ )	И, Р	...	...
2	Хлорорганические соединения	И, Р	...	...
	Кадмий и его соединения	И	...	...
3	Нитраты, нитриты	И	...	...
	Оксиды азота	И	...	...
4	Ртуть и её соединения	И, Р	...	...
	Свинец	И	...	...
5	Оксид углерода	И	...	...
6	Фтористые соединения	И	...	...
7	Асбест	И	...	...
	Мышьяк	И	...	...
8	Полициклические ароматические углеводороды	И	...	...

Дополнительная литература

1. Севрюкова, Е. А. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Севрюкова; под общ. ред. В. И. Каракеяна; Нац. исслед. ун-т. - Москва: Юрайт, 2016. - 397 с.
2. Редина, М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник для

бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов; Рос. ун-т дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2015. - 431 с.

3. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие для вузов/ Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская.- 4-е изд., перераб.- Москва: Высшая школа, 2008. – 334 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Влияние на здоровье человека тяжелых металлов: кадмия, ртути и свинца.
2. Охарактеризовать источники поступления в окружающую среду и разнообразие химического состава взвешенных веществ.
3. Влияние на здоровье человека диоксида серы, источники поступления его в окружающую среду.
4. Воздействие оксида углерода на здоровье человека.
5. Вещества, вызывающие заболевания костно-мышечного аппарата, источники поступления их в окружающую среду.
6. Источники поступления в окружающую среду веществ, являющихся канцерогенами.
7. Охарактеризовать опасность поступления в окружающую среду хлорорганических соединений.

### **Практическое занятие № 2. Требования к отбору проб объектов окружающей среды**

Цель работы: ознакомиться с используемыми аппаратурой и методиками отбора проб атмосферного воздуха, с требованиями к отбору проб природных вод, проб почвы и снежного покрова.

#### Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия:
  - Аппаратура и методики отбора проб атмосферного воздуха.
  - Требования к отбору проб воды.
  - Требования к отбору проб почвы.
  - Требования к отбору проб снежного покрова.
2. Дать ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Порядок выполнения:

Изучение представленного теоретического материала. Составление конспекта.

#### Форма отчетности:

конспект; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

#### Задания для самостоятельной работы:

ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия, используя рекомендуемую литературу.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

*Материал для изучения на практическом занятии*

#### ***Аппаратура и методики отбора проб атмосферного воздуха***

Отбор **проб воздуха** считается наиболее трудным, так в этом случае очень часто приходится использовать специальные (причем иногда весьма сложной конструкции) поглотительные сосуды (многие из них названы именами их изобретателей, например, Зайцева, Яворовского,



Полежаева, Рихтера и др.), а также различного рода технические устройства - побудители и измерители расхода воздуха для аспирации и др.

Процедура отбора проб воздушной среды в общем случае включает создание потока воздуха через пробоотборное устройство (с помощью побудителей расхода), измерение расхода воздуха (расходомеры), фиксацию анализируемых ингредиентов пробы внутри пробоотборного устройства.

Для удобства отбора проб широко применяют аспирационные устройства, включающие побудитель расхода, расходомерное устройство, позволяющие отбирать вещества в различном агрегатном состоянии.

Для создания потока воздуха через пробоотборные устройства используются **ручные и водяные аспираторы, а также различные типы электромеханических аспираторов.**

Среди *ручных аспираторов* весьма распространены пружинные мехи с известным объёмом, резиновые груши, ручные насосы (поршневые и беспоршневые), откалиброванные шприцы различной вместимости, газовые пипетки.

В качестве *водяных аспираторов* обычно используют специальные соизмеренные стеклянные ёмкости, заполненные водой, выполняющие роль рабочего тела.

В *электромеханических аспирационных устройствах* для отбора проб воздуха используют ротационные воздуходувки и диафрагменные насосы. Ротационные воздуходувки отличаются малыми габаритами и массой, которые меньше, чем у аналогичных поршневых насосов. В корпусе воздуходувки вращается ротор со вставленными в пазы лопастями, которые при вращении ротора прижимаются к внутренним стенкам корпуса и обеспечивают всасывание воздуха. Применение ротационных воздуходувок весьма ограничено в связи со сложностью регулирования производительности в широких пределах, кроме того, они создают сильный шум при работе.

Простыми и экономичными побудителями расхода воздуха являются диафрагменные насосы. В простейшем виде такой насос подобен поршневому насосу, в котором поршень заменён пульсирующей диафрагмой. Единственными движущимися деталями, находящимися в соприкосновении с перекачиваемой средой, являются диафрагма и клапаны. В связи с простой конструкцией и отсутствием быстроизнашивающихся деталей диафрагменные насосы наиболее надёжны в эксплуатации. По основным технико-экономическим показателям (масса, рабочее давление, производительность) диафрагменные насосы превосходят широко распространённые плунжерные и поршневые насосы или равноценные. Кроме того они дешевле. Диафрагменные насосы более долговечны в эксплуатации, так как срок службы диафрагм намного превышает эксплуатационные данные уплотняющих элементов поршневых насосов.

Основным **методом концентрирования проб при анализе аэрозолей** являются механическая фильтрация воздушного потока через инерционные преграды (аэрозольные фильтры типа АФА, фильтры из ткани Петрянова, пористые фильтры Шотта и др.).

Для *гравиметрического определения* концентрации аэрозолей и твёрдых частиц применяют фильтры АФА-ВП, изготовленные из тонковолокнистого перхлорвинилового волокна. Фильтры имеют небольшую массу и гидрофобны.

Для *химического (реактнного) анализа* аэрозолей предназначены фильтры ЛФА-ХП, изготовленные из трёх видов ультратонких волокон; способ извлечения адсорбированных веществ с фильтров представлен в таблице:

*Способы извлечения адсорбированных веществ с фильтров*

Марка фильтра	Материал	Способ извлечения
АФА-ХА	Ацетил целлюлоза	Сожжение в смеси кислот
АФА-ХП	Перхлорвинил	Растворение в кислоте
АФА-ХС	Полистирол	Растворение в щёлочи

При отборе проб фильтры закрепляют в специальных фильтродержателях, в которых диаметр выреза соответствует рабочей поверхности фильтра. Фильтры могут быть использованы при температуре от  $-200$  до  $+150$  °С и скорости аспирации до  $140$   $\text{дм}^3/\text{мин}$  (фильтры АФА-ВП-20).

За рубежом в основном применяют фильтры из *стекловолокна*. Они малогигроскопичны, устойчивы ко всем реагентам и выдерживают нагрев до  $500$  °С. Фильтры могут быть использованы как для гравиметрического, так и для химического анализа.

Для фильтрации воздуха используют наряду с фильтрами из стеклоткани *мембранные фильтры* марки «Синпор» (Чехия) и марки «Сарториус» (Германия). Их изготавливают из нитроцеллюлозы и других полимерных материалов. Структуру фильтра образует многослойная система «Каморок» высокой пористости, дающая возможность весьма эффективно задерживать даже мельчайшие частицы вещества, распылённые в дисперсионной среде. При фильтрации газов эффективность мембранного фильтра значительно повышается благодаря электростатическим силам и инерции самих частиц. Фильтры «Синпор» выдерживают температуру от  $-80$  до  $+80$  °С и выше.

Главными достоинствами мембранных фильтров являются:

- 1) механическая прочность и упругость (эластичность);
- 2) крайне малая масса ( $2 - 6$   $\text{мг}/\text{см}^2$ );
- 3) незначительная гигроскопичность;
- 4) задерживание улавливаемых частиц аэрозоля преимущественно на поверхности фильтра в таком физическом и химическом состоянии, в каком они находятся в атмосфере;
- 5) широкий диапазон рабочих температур;
- 6) устойчивость к агрессивным средам;
- 7) лёгкость минерализации и растворения в некоторых веществах.

Для отбора паров веществ различной химической природы наибольшее распространение получили прямые сорбционные трубки различных размеров, изготовленные из стекла (рис. 1).

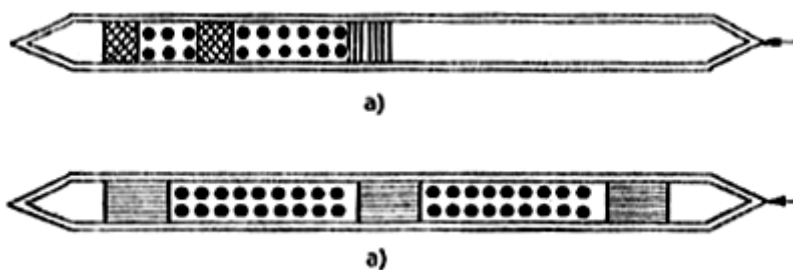


Рис. 1. Сорбционные трубки с активным углем для отбора проб

В зависимости от предполагаемой концентрации пробы и от вида вредного вещества выбирают количество, тип сорбента и конструкцию индикаторной трубки.

Отбор проб в растворы осуществляют аспирацией исследуемого воздуха через поглощающий сосуд (абсорбер) с каким-либо растворителем (органические растворители, кислоты, спирты, вода и др.). Скорость пропускания воздуха может меняться в широких пределах –  $0,1 \dots 100$   $\text{дм}^3/\text{мин}$ .

Полнота поглощения зависит от многих факторов, в том числе от конструкции поглощающих сосудов. Наибольшее распространение получили абсорберы со стеклянными пористыми пластинками, поглощающие сосуды Рихтера, Зайцева (рис. 2-4).

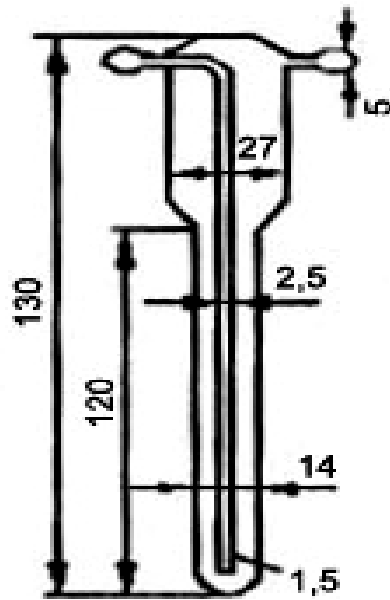


Рис. 2. Поглощительный сосуд Зайцева

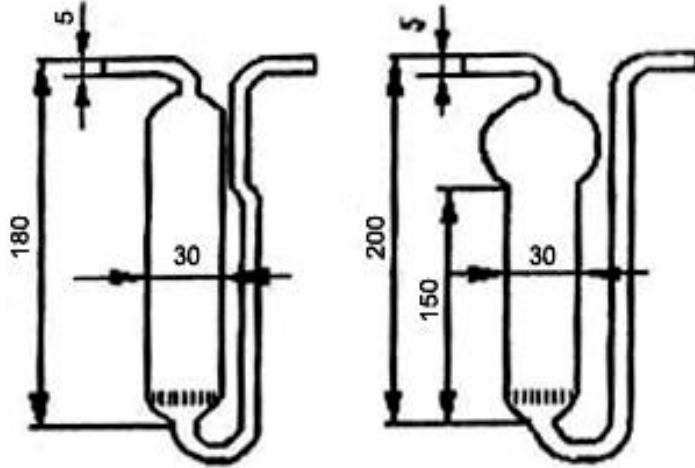


Рис. 3. Поглощительные сосуды с пористой пластиной

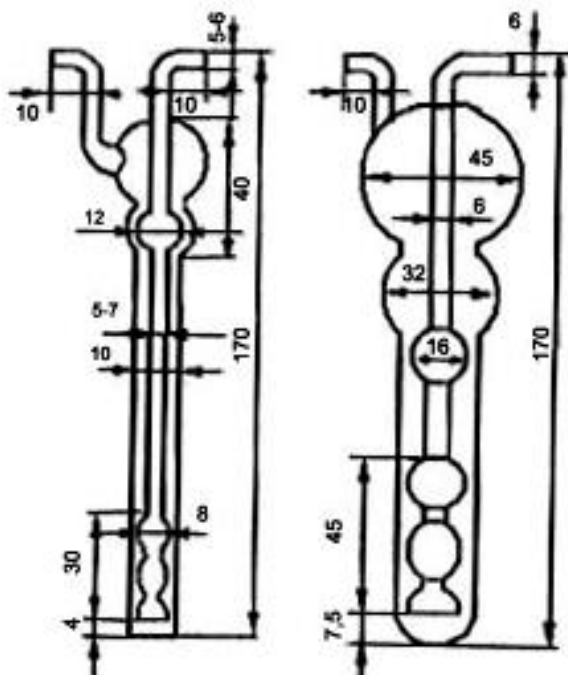


Рис. 4. Поглощительные сосуды Рихтера

Для физической абсорции важно, чтобы поверхность соприкосновения фаз была наибольшей. В поглотителях с пористой пластинкой этот эффект достигается за счёт уменьшения пузырьков воздуха при прохождении его через пористый фильтр, вследствие чего увеличивается контакт воздуха с раствором, а скорость аспирации воздуха может быть повышена до 3 дм<sup>3</sup>/мин.

Увеличение поверхности контакта может быть достигнуто также в результате увеличения длины пути прохождения пузырьков воздуха через раствор. Так, в поглотительных сосудах Зайцева высота столба растворителя составляет около 10 см. Однако предельная скорость просасывания воздуха через такой поглотитель не превышает 0,5...0,6 дм<sup>3</sup>/мин.

Более эффективным является поглощение, основанное на химических реакциях исследуемых веществ с поглотительной жидкостью или с твёрдым сорбентом (хемосорбция). Например, для поглощения аммиака и аминов применяют разбавленную серную кислоту, для поглощения фенола – щелочной раствор (гидрокарбонат натрия).

### ***Требования к отбору проб воды***

По режиму работы приборы и устройства пробоотбора подразделяют (как и средства анализа) на автоматические, полуавтоматические и ручные. В российской практике в настоящее время все еще используют в основном последние - их обычно осуществляют в специальные емкости (склянки) или приспособления (батометры), помещаемые в водный объект на определенную глубину. Поверхностные пробы воды можно брать прямо в бутылку, которую при необходимости прикрепляют к шесту или, снабдив дополнительным грузом и обвязав веревкой, спускают в водоем. Это классический метод ручного пробоотбора. Но в зависимости от определяемого вещества и такой простой метод может иметь свои разновидности.

Например, для последующего определения растворенного кислорода или сероводорода в воде весьма важно, чтобы ее проба при взятии была защищена от контакта с атмосферным воздухом. Для этого воду из пробоотборника переливают в бутылку не сверху, через горловину, а через сифонную трубку - снизу (резиновый шланг и воронка с удлиненным концом), опущенную до дна бутылки. После наполнения последней воду продолжают наливать так, чтобы она перетекала через край. Бутылку закрывают пробкой, не оставляя в ней пузырьков воздуха.

Способы и условия пробоотбора воды в зависимости от особенностей водного объекта также могут изменяться. Так, в *водотоках* (реки, ручьи и др.) как простые, так и смешанные пробы могут отбираться одновременно или серийно. К месту взятия серийной по времени пробы необходим легкий доступ в течение всего года, так как выбранное место не рекомендуется менять. Каждый отбор пробы воды из потока должен быть дополнен измерением расхода по соответствующему профилю в момент отбора пробы.

Из *водоема* (водохранилища, озера или пруда) также возможен отбор как простых, так и сложных проб. Однако не рекомендуется брать среднюю пробу из водоема, так как вследствие возможности наличия значительной неоднородности качества воды из разных мест их компоненты могут вступать во взаимодействие, что может совершенно исказить истинную картину. Поэтому пробы рекомендуется отбирать из различных мест и с разных глубин. Зональный пробоотбор должен осуществляться в максимально короткий промежуток времени.

При отборе проб с определённой глубины используют специальные пробоотборные устройства различных конструкций. Основной их частью является цилиндрический сосуд (пластмассовый, металлический), открытый с обеих сторон и снабжённый плотно прилегающими крышками, закрывающимися при помощи пружины фиксированными спусковыми устройствами. Последние приводятся в действие при помощи вспомогательного тросика или посредством удара груза, опускаемого по подвесному тросику. Сосуд с крышками, зафиксированными в открытом положении, погружают в воду до требуемой глубины. После достижения требуемой глубины при помощи спускового устройства закрывают крышки и сосуд поднимают на поверхность. Пробу выливают в бутылку через выпускной кран. Пробоотбор-

ник можно снабдить термометром для одновременного измерения температуры. Наиболее распространены пробоотборники (батометры):

- батометр-бутылка ГР-16 – представляет собой литровую стеклянную бутылку с металлической головкой для взятия проб воды со взвешенными частицами при длительном наполнении с глубин потока до 4 м;
- батометр Молчанова ГР-18 – предназначен для взятия проб воды с одновременным измерением температуры (от +1 до +40°C);
- батометр БП-1 – малогабаритный, портативный для взятия проб воды из невозмущённого слоя глубиной до 10 м;
- батометр градиентный БГ-5ХІ – предназначен для одновременного взятия проб воды (до 5 штук) на любом расстоянии друг от друга на отрезке 2...3 м из невозмущённого слоя воды;
- батометр универсальный БУ-5 – многофункциональный прибор, объединяющий в себе свойства батометра и трубчатого дночерпателя;
- батометр классический Брм (батометр Рутнера) – малогабаритный батометр без посыльного груза для широкого диапазона глубин; изготавливается в нескольких модификациях;
- батометр штанговый – предназначен для отбора проб воды из труднодоступных мест, укомплектованный штангой (5 м);
- пробоотборник воды ПВО-1 (пробоотборник Плотникова) – предназначен для отбора проб воды из вертикальных скважин до 100 м;
- пробоотборник воды СП-2 – предназначен для отбора проб природных и сточных вод с целью определения в них содержания нефтепродуктов, солей и прочих загрязняющих веществ.

Общие требования к пробоотборникам:

- пробоотборники должны обеспечивать герметичность сосуда с пробой;
- материал пробоотборников должен быть химически стойким и исключать возможность изменения состава отобранной пробы за время её нахождения в сосуде.

Батометры изготавливают из обычных (стекло, полиэтилен) и более инертных материалов (фторопласт). Известна также продукция НПП «Экотекникс», выпускающего батометры, изготовленные из металла, обеспечивающие отбор проб воды на заданной глубине.

### ***Требования к отбору проб почвы***

При выборе мест отбора проб почвы и их первичной оценки обычно учитывают два главных параметра:

1) размер (площадь) «элементарного» участка, с которого отбирают смешанный почвенный образец, отражающий средний уровень загрязнения почвы;

2) «ключевой» участок, являющийся наименьшей геоморфологической единицей ландшафта, в достаточной мере отражающей генезис (тип, подтип) свойств почв.

В пределах ключевого участка выделяют «элементарные участки», размеры которых зависят от расстояния до источника загрязнения почвы. Обычно руководствуются правилом: «чем дальше от источника, тем больше должна быть площадь элементарного участка». Кроме того, в пределах определенного элементарного участка выбирают также «рабочую площадку», именно с которой и отбирают пробы почв для составления смешанного почвенного образца. Если размер элементарного участка сравнительно велик, а почвенный покров сложен, то в пределах этого участка выделяют несколько пробных рабочих площадок (обычно 2-3).

Данные параметры места пробоотбора выбирают индивидуально в зависимости от контурности почвенного покрова, рельефа местности, характера растительности и т.д. Ключевые участки ориентировочно намечают по карте (с учетом розы ветров), а затем уточняют их в поле. В пределах ключевого участка (как уже было указано) выделяют элементарный участок и намечают пробные рабочие площадки. За рациональный размер такой площадки обычно принимают площадь около 1 га (100x100 м). Вокруг предприятия

площадки намечают следующим образом: в радиусе 1,5-2,5 км (зона наибольшей загрязненности) по 8 направлениям-румбам (хотя и не обязательно строго по азимуту); в радиусе 2,5-5 км (зона значительного влияния) - по 10-12 румбам, а в радиусе 5-10 км (зона обычно фиксируемого влияния объекта) - по 16-24 румбам. В таком случае пробные площадки оказываются друг от друга (по периметру) на равномерном расстоянии 1,5-2 км.

Представленная схема носит рекомендательный характер, поскольку в природных условиях положение элементарных участков и количество пробных площадок зависят от ландшафтно-геохимических особенностей территории. При сильном загрязнении вокруг мощных предприятий в направлении господствующих ветров территорию обследуют на расстоянии до 20-30 км, а в направлении наименьшей повторяемости и силы ветров - примерно в 2 раза меньше.

Отбор проб почвы, предусматривающий получение характерного для контролируемого объекта (района) статистически усредненного образца, в принципе не представляет сложной задачи и редко является специфичной процедурой. Программу отбора составляют в зависимости от целей исследования. Точечные пробы отбирают методом «конверта по диагонали» или другим способом, следя за тем, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для исследуемых почвенных горизонтов и ключевых участков.

Метод «конверта» является наиболее распространенным способом отбора смешанных почвенных образцов и чаще всего применяется для исследования почвы гумусового горизонта. При этом из точек контролируемого «элементарного» участка (или каждой рабочей пробоотборной площадки) берут 5 образцов почвы. Точки должны быть расположены так, чтобы мысленно соединенные прямыми линиями, давали рисунок запечатанного конверта (длина стороны квадрата может составлять от 2 до 5-10 м). Обычно при изучении почвы отбирают пробы гумусового горизонта с глубины около 20 см, что соответствует штыку лопаты. Из каждой точки отбирают около 1 кг (по объему около 0,5 л), но не менее 0,5 кг почвы.

Почвенные образцы упаковывают в полиэтиленовые или полотняные мешочки и прилагают к ним этикетки (сопроводительные талоны).

Следует иметь в виду, что при изучении некоторых показателей почвы, например, влажности, наличия почвенной биоты, сложения почв, содержания в них воздуха и др., пробы почвы следует доставить в лабораторию в неизменном виде и как можно скорее.

Ряд особых требований необходимо соблюдать при пробоотборе почвы на территории города. В частности, выбор точек отбора проб рекомендуется делать с учетом расположения промышленных производств, мест хранения отходов, улично-транспортной сети, а также метеорологических условий и т.п.

Объединенную пробу почвы готовят из точечных проб. При определении в почве поверхностно-распределяющихся веществ (ПХДД, ПХДФ, ПАУ, ПХБ, тяжелые металлы, радионуклиды и др.) точечные пробы обычно отбирают с помощью трубчатого пробоотборника послойно на глубине 0 - 5 и 20 см массой до 0,2 кг. При оценке загрязнения почвы летучими соединениями или веществами с высокой способностью к вертикальной миграции (ХОС, нитрозоамины и т.п.) пробы отбирают по всей глубине почвенного профиля и помещают в герметично закрывающиеся емкости. При невозможности быстрого анализа «на месте» пробы почвы хранят в условиях, как правило, описанных в методиках анализа.

### ***Требования к отбору проб снежного покрова***

Для отбора проб снега используются: стандартный снегомер-плотномер (30\*30\*60 см); полиэтиленовые пакеты для пробы снега. Точки отбора необходимо выбирать так, чтобы пробы характеризовали среднюю высоту снежного покрова на снегомерном маршруте.

Отбор проб осуществляется следующим образом: с помощью снегомера-плотномера на полную глубину снежного покрова вырезается керн снега, который затем помещается в пакет. Перед ссыпанием снега в пакет нижний конец снегомера и снежного керна тщательно очищается от грунта и растительных включений. Уплотнение снега в пакете разрешается осуществлять руками через полиэтиленовую пленку.

На снегомерном маршруте при отборе пробы фиксируются следующие данные: дата установления устойчивого снежного покрова; дата отбора пробы (позволяет определить время, за которое в снеге накопились атмосферные выпадения); место отбора (название улицы и номер дома, вблизи которого отбиралась проба); средняя высота снежного покрова.

#### Основная литература

1. Чудновский, С.М. Приборы и средства контроля за природной средой: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 153 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0165-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466771>

#### Дополнительная литература

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Афанасьева. - Москва: Изд-во МНЭПУ, 2001. - Ч.2: Специальная. - 335 с.  
2. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий: Учебно-методическое пособие. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/831/67831>

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные типы аспираторов и особенности их конструкции.
2. Охарактеризуйте особенности отбора проб атмосферного воздуха для анализа содержания в нем аэрозолей.
3. Перечислите достоинства мембранных фильтров.
4. За счет чего достигается увеличение поверхности контакта воздуха и поглотительного раствора?
5. Что используют в качестве поглотительных растворов?
6. Охарактеризуйте конструкцию поглотительного сосуда Зайцева.
7. Охарактеризуйте требования к отбору проб воды в водотоках; в водоемах.
8. Опишите конструкцию устройств для отбора проб воды.
9. Охарактеризуйте требования к размещению «рабочих площадок» вокруг предприятия при отборе проб почвы.
10. Какова глубина отбора проб почвы?
11. Какие данные фиксируются в сопроводительном талоне к пробе снежного покрова?

#### **Практическое занятие № 3. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске**

Цель работы: ознакомиться с программой наблюдений Росгидромета за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске; проанализировать уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Братска.

Занятие проводится в интерактивной форме: работа в малых группах. Работа в малых группах предполагает совместное выполнение задания, коллективный поиск правильного решения, что стимулирует творческую активность обучающихся, способствует лучшему восприятию информации в процессе обсуждения, является своеобразным тренингом для проверки знаний обучающихся. Взаимодействие в группе позволяет повысить качество знаний обучающихся, способствует выработке профессионально значимых навыков межличностного общения.

#### Задание:

1. Изучить программу наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске на стационарных постах наблюдений (ПНЗ) Братского ЦГМС (таблица «Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске»).
2. Проанализировать данные таблиц Братского ЦГМС «Состояние загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске»:

- Построить графики сезонной изменчивости концентраций загрязняющих веществ на ПНЗ; проанализировать графики, отметить уровень превышения ПДК.
- Построив диаграммы, сопоставить содержание загрязняющих веществ на различных ПНЗ (по среднемесячным концентрациям); выделить районы города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха конкретным веществом.
- Построить таблицу с указанием максимальной концентрации загрязняющего вещества, достигаемой за год; указать ПНЗ, на котором зафиксирована данная концентрация.
- Выделить вещества с наибольшей повторяемостью превышения ПДК, указать ПНЗ.

Порядок выполнения:

Работа в малых группах в соответствии с заданием.

Форма отчетности:

отчет по практической работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

*Материал для изучения на практическом занятии*

Для контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске организовано 6 стационарных постов наблюдений Росгидромета.

Количество анализов в год – 28486.

*Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в г. Братске*

Наименование пункта контроля	Контролируемый ингредиент	Периодичность отбора проб в сутки	Количество анализов в год	Примечание
Стационарный ПНЗ № 1 п. Чекановский ул. Первопроходцев (Пожарная часть)	Взвешенные вещества	3	800	Отбор проб на все ингредиенты в 7, 13, 19 ч
	Диоксид серы	3	800	
	Диоксид азота	3	800	
	Оксид углерода	3	800	
	Фтористый водород	3	800	
	Твердые фториды	3	800	
	Всего:		4800	
Стационарный ПНЗ № 2 пос. Падун ул. Набережная 74	Взвешенные вещества	3	1080	Отбор проб в 7, 13, 19 ч Отбор проб в 1, 7, 13, 19
	Диоксид серы	4	1420	
	Диоксид азота	4	1420	
	Оксид углерода	3	1080	
	Сероводород	4	1420	
	Фтористый водород	4	1420	
	Ароматические углеводороды	1	300	
	Метилмеркаптан	Среднесуточные	132	
Всего:		8272		
Стационарный ПНЗ № 11 пос. Гидростроитель	Взвешенные вещества	3	800	Отбор проб в 7, 13, 19 ч
	Диоксид серы	3	800	



ул. Грибоедова 27	Диоксид азота Оксид углерода Сероводород Оксид азота	3 3 3 3 Всего:	800 800 800 800 4800	
Стационарный ПНЗ № 7 ул. Энгельса 3	Взвешенные вещества Диоксид азота Сероводород Сероуглерод Формальдегид Оксид углерода Ароматические углеводороды	3 3 3 3 3 3 1 Всего:	800 800 800 800 800 800 300 5100	Отбор проб в 7, 13, 19 ч
<b>Дополнительная сеть</b>				
Стационарный ПНЗ № 3 п. Энергетик ул. Приморская 33 <sup>а</sup>	Оксид углерода Диоксид азота Сероводород Сероуглерод Формальдегид	2 2 2 2 2 Всего	420 420 420 420 420 2100	Отбор проб в 7, 13 часов
Стационарный ПНЗ № 8 ул. Комсомольская 12	Взвешенные вещества Диоксид серы Диоксид азота Оксид углерода Фтористый водород Твердые фториды Метилмеркаптан	2 2 2 2 2 2 Среднесуточные Всего:	550 550 550 550 550 550 114 3414	Отбор проб в 7, 13 часов

#### Основная литература

1. Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4043>.

#### Дополнительная литература

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Афанасьева. - Москва: Изд-во МНЭПУ, 2001. - Ч.2: Специальная. - 335 с.
2. Юшков, Н. Н. Доклад о состоянии окружающей среды города Братска в 2012 году: научное издание / Н. Н. Юшков, М. Р. Ерофеева. - Братск: БрГТУ, 2014. - 107 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные характеристики загрязнения атмосферного воздуха.
2. Назовите требования к месторасположению стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.
3. Назовите требования к оборудованию стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.
4. Что представляют собой маршрутные посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха?
5. Какую периодичность отбора проб воздуха в течение суток предусматривают полная и неполная программа наблюдений?

#### **Практическое занятие № 4. Организация наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков**

Цель работы: закрепить знания по организации наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков.

Занятие проводится в интерактивной форме: работа в малых группах. Работа в малых группах предполагает совместное выполнение задания, коллективный поиск правильного решения, что стимулирует творческую активность обучающихся, способствует лучшему восприятию информации в процессе обсуждения, является своеобразным тренингом для проверки знаний обучающихся. Взаимодействие в группе позволяет повысить качество знаний обучающихся, способствует выработке профессионально значимых навыков межличностного общения.

Задание:

Закрепить теоретические знания по теме «Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов» в рамках работы в малых группах в виде дидактической игры «Контроль» на основе контрольных вопросов для самопроверки с использованием методики «вопрос – ответ».

Порядок выполнения:

1. Работа в малых группах в соответствии с заданием.
2. Проведение текущего контроля знаний в форме собеседования с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Форма отчетности:

собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.

Для подготовки к практическому занятию использовать в качестве источника:

Никаноров, А.М. Фундаментальные и прикладные проблемы гидрохимии и гидроэкологии: учебное пособие / А.М. Никаноров; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимический институт, Российская академия наук и др. - Ростов на Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 572 с.: схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-1735-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461989>

Основная литература

1. Чудновский, С.М. Приборы и средства контроля за природной средой: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 153 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0165-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466771>
2. Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4043>.

Дополнительная литература

1. Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270263>
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учебное пособие / Под ред. Т. В. Гусевой. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 192 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте показатели вредности при установлении норматива ПДКв, ПДКв.р.
2. Перечислите требования к размещению створов пункта наблюдений за качеством водотоков.
3. Перечислите требования к размещению створов пункта наблюдений за качеством водоемов с замедленным водообменом.
4. Как устанавливаются вертикали в створе на водотоках с неоднородным составом воды?
5. Как устанавливаются вертикали в створе на водоемах?
6. Каким образом количество горизонтов на вертикали в створе определяется глубиной водоема?
7. В каких местах на водных объектах устанавливаются пункты наблюдений за качеством вод I категории? II категории? III категории? IV категории?
8. Охарактеризуйте периодичность организации наблюдений на пунктах I категории.
9. Охарактеризуйте периодичность организации наблюдений на пунктах III категории.
10. Перечислите показатели, входящие в состав обязательной программы наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям.
11. Перечислите показатели, входящие в состав сокращенной программы I наблюдений за качеством поверхностных вод.
12. Перечислите показатели, входящие в состав программы наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям.

### **Практическое занятие № 5. Выбор методов и средств измерений для контроля качества окружающей среды**

Цель работы: ознакомиться с наиболее распространенными методами контроля загрязнения природных сред; ознакомиться с типами приборов на основе спектральных, хроматографических и электрохимических методов анализа, наиболее часто используемых при проведении эколого-аналитического контроля.

#### Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия:
  - Наиболее распространенные инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы.
  - Наиболее распространённые методы контроля загрязнения водной среды.
  - Наиболее распространённые методы контроля загрязнения почвы.
  - Приборы на основе спектральных методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях.
  - Приборы на основе хроматографических методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях.
  - Приборы на основе электрохимических методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях.
2. Дать ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Порядок выполнения:

Изучение представленного теоретического материала. Составление конспекта.

#### Форма отчетности:

конспект; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

#### Задания для самостоятельной работы:

ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия, используя рекомендуемую литературу.

*Материал для изучения на практическом занятии*

**Наиболее распространенные инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы**

Методы определения	Определяемые вещества
Газовая хроматография	Сероуглерод, метиламин, анилин, диметиламин, диэтиламин, триметиламин, триэтиламин, акролеин, метанол, циклогексан (-ол) (-нон), 3,4-бензапирен, хлорпрен, бензол, толуол, ксилол, этилбензол, хлороформ
Турбидиметрия	Серная кислота, сульфаты
Фотометрия	Фосфорная кислота, метилмеркаптан, фенол, метанол, формальдегид, карбоновые кислоты С4–С9, оксиды азота, аммиак; суммарные ванадий, свинец, селен, хром, мышьяк, цинк, хлориды, цианид водорода, фторид водорода, пиридин, диоксид серы, сероводород
Атомно-абсорбционная спектрометрия	Железо, кадмий, кобальт, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк, ртуть
Потенциометрия	Фторид водорода, борная кислота

**Наиболее распространённые методы контроля загрязнения водной среды**

Метод определения	Наименование показателей
Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	Cr, Al, Ag, Be, Cd, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn, Se, Hg, As
Атомно-эмиссионная спектрофотометрия	Zn, Cr, Sr <sup>2+</sup> , Se, Pb, Ni, As, Cu, Mn, Cd, Fe, B, Be, Ba, Al, Mo
Эмиссионная пламенная фотометрия	Sr <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup>
Фотометрия	Si, Al, Ba, Mn, As, Pb, Ni, Fe, Cr (VI), Cd, Mo, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cu, Zn, фосфаты, фенолы, формальдегид, нитриты, нитраты, анионактивные ПАВ, полиакриламид, цианиды, фториды
Турбидиметрия	Сульфаты
Флуориметрия	Al, Be, B, F, Se, Pb, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Cu, Zn, формальдегид, бензапирен, ПАВ
ИК-спектрофотометрия	Нефтепродукты
Потенциометрия (ионометрия)	F, pH
Инверсионная вольтамперометрия	Zn, As, Cu, Pb, Cd
ГЖ хроматография	Хлороформ, 2, 4-Д, ДДТ, хлорзамещённые углеводороды, нефтепродукты, толуол, ксилол, стирол, бензол
Ионная хроматография	Нитраты, нитриты, сульфаты, хлориды, фториды
Титриметрия	Хлориды, окисляемость перманганатная, жёсткость общая
Гравиметрия	Жиры, сухой остаток, сульфаты
Радиометрия	Радионуклиды

**Наиболее распространённые методы контроля загрязнения почвы**

Метод определения	Наименование показателей
Титриметрия	Хлориды, обменный кальций и магний, сероводород, железо, ацетальдегид
Гравиметрия	Влажность %, гипс, сухой остаток, сульфаты
Фотометрия	Удобрения, ПАВ, м-динитробензол, гумус, формальдегид, фосфор, калий, натрий, нитраты, алюминий, азот аммонийный, сера, нитриты, фтор, фториды, никель, ванадий, вольфрам, кобальт, кадмий, марганец, магний, медь, молибден, ртуть, цинк, бор, железо, пестициды

Турбидиметрия	Сульфаты, сера
Флуориметрия	Нефтепродукты, бензапирен
Атомно-абсорбционная спектрометрия	Подвижные соединения железа, меди, цинка, никеля, кобальта, марганца, хрома, свинца, кадмия, кальция, магния, ртути, свинца, хрома, бора
Эмиссионная пламенная фотометрия	Калий, натрий
Кондуктометрия	Удельная электрическая проводимость
Ионометрия	pH водной и солевой вытяжки, хлориды, кислотность, фториды, нитраты, обменный аммоний
Потенциометрия	Карбонаты, гидрокарбонаты, pH
Полярография	Железо, кобальт, кадмий, медь, молибден, никель, свинец, хром, цинк
Хроматография (ГХ, ГЖХ, ТСХ)	Толуол, ксилол, бензол, углеводородное топливо, пестициды, стирол, бензол, изопропилбензол, нефтепродукты
Биотестирование	Токсичность острая

**Приборы на основе спектральных методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях**

**Фотометры, флуориметры и спектрофотометры.** Абсолютными лидерами по числу реализуемых с их помощью методик анализа веществ в объектах окружающей среды (35-50%) в настоящее время, несомненно, все еще остаются приборы, базирующиеся на принципах измерения возникающей в процессе химической реакции окраски анализируемых растворов в УФ и видимой области (**колориметры, фотометры и спектрофотометры**), а также принципиально близкие к ним **флуориметры и спектрофлуориметры** - измеряющие соответствующее излучение (люминесценцию) образовавшихся в результате реакции соединений.

По общепризнанной классификации Ю.А. Золотова эти приборы основаны на группе методов, относимых к молекулярной спектроскопии. Наиболее широко распространен метод **спектрофотометрии** (СФ), относящийся к абсорбционным методам и основанный на измерении поглощения «узкого» (монохроматического) пучка света окрашенным раствором. Чаще всего его измеряют путем сравнения интенсивностей света внешнего источника, падающего на образец и прошедшего сквозь него. Следует отметить, что изменение интенсивности света при прохождении через анализируемый образец может быть вызвано светопоглощением не только определяемого вещества, но и других компонентов (в частности, растворителя), а также рассеянием, отражением и т.д. Для исключения подобных эффектов, снижающих аналитические характеристики метода, обычно используют прозрачные растворы, а прочие эффекты компенсируют, используя раствор сравнения. В простейшем случае им является чистый растворитель или раствор контрольного («холостого») опыта, содержащий все компоненты, кроме определяемого. Растворы сравнения и фотометрируемый («рабочий») помещают в кюветы одинаковой толщины.

Конструктивно в приборах светопоглощение измеряют по двух- и однолучевой схемам. При двухлучевой схеме световой поток источника делят на два потока равной интенсивности и пропускают один из них через фотометрируемый раствор, а второй - через раствор сравнения. Величину светопоглощения находят сравнением интенсивности потоков на выходе из обоих растворов. При однолучевой схеме раствор сравнения и фотометрируемый рабочий раствор устанавливают на пути потока поочередно. В последнее время чаще используется однолучевая схема.

Спектрофотометр принципиально отличается от фотометра (колориметра) тем, что имеет монохроматический пучок света не только на входе в фотометрируемый раствор, но и на выходе (в фиксирующей его измерительной схеме). Это позволяет «сканировать» спектр окрашенного соединения (получая зависимость интенсивности окраски от длины волны пропускаемого света), который принципиально более информативен, чем просто измеренная интенсивность поглощения при какой-то одной длине волны.

Характеризуя чувствительность СФ-метода и приборов на его основе, следует указать его внешние граничные условия, чаще обычного встречающиеся на практике. Так, учитывая, что минимальное значение оптической плотности, которое можно измерять с необходимой точностью, обычно составляет 0,01, а толщина слоя - в среднем 1 см, то минимальные значения концентраций, определяемых спектрофотометрически, - примерно  $10^{-7}$  М ( $10^{-2}$  мкг/мл или мг/л). В большинстве же случаев измеряют концентрации, равные  $10^{-6}$ - $10^{-4}$  М (0,1-10 мкг/мл), а сам СФ-метод сегодня большинством аналитиков считается среднечувствительным.

При этом селективность спектрофотометрии также не является наилучшей и СФ-метод называют даже «спектрально неселективным».

Поэтому в спектрофотометрии селективность обеспечивают главным образом на стадии пробоподготовки - выбором реагента, наиболее селективно взаимодействующего с определяемым веществом, а также условиями проведения определения (варьирование рН, выбор растворителя, маскирование) и разделением уже окрашенных компонентов реакции.

Воспроизводимость результата СФ-определения также может характеризоваться как «средняя». Этому способствует большое число случайных погрешностей, возникающих при приготовлении анализируемых растворов, за счет неполноты перевода определяемого компонента в фотометрируемое соединение и влияния посторонних компонентов, погрешностей контрольного опыта, наличием «кюветной» погрешности, погрешности установления нужной длины волны, нестабильности работы источника освещения и приемно-усилительной системы прибора и др. Поэтому обычно относительная погрешность СФ-метрических (фото- и колориметрических) методик составляет в среднем около 20-25% (хотя приборная погрешность фотометра не превышает 1-2%).

Несмотря на довольно «средние» (по сегодняшним меркам) метрологические и другие эксплуатационные характеристики спектрофотометров и фотометров, эти приборы тем не менее остаются лидерами по распространенности среди других универсальных приборов лабораторного анализа. Причина в их универсализме, а также в традициях химиков-аналитиков. Действительно, фотометрический метод был одним из первых, позволивших автоматизировать и сделать высокоточным аналитические измерения. Во второй половине XX века, когда и произошел своего рода «взрыв» в развитии экоаналитической техники, не было лаборатории, где бы не использовался прибор, основанный на данном принципе. Поэтому 70-80% всех методик количественного анализа в 60-70-е годы действительно были фотометрическими (позже - спектрофотометрическими). Именно этот метод впервые позволил перейти к массовым анализам загрязняющих веществ на уровнях «ультраследовых» количеств и «ультрамикроконцентраций» (0,1-1 мкг/мл,  $\text{млн}^{-1}$  или  $10^{-4}$  %). Но за последние 15-20 лет он постепенно вытесняется более эффективными, хотя и более дорогостоящими методами. Однако на сегодня этот метод все же остается наиболее часто применимым, о чем свидетельствует значительное число имеющихся тестированных методик. Поэтому в учебных или профессиональных лабораториях, занимающихся большим числом однотипных измерений по широкой номенклатуре показателей рекомендуется иметь какой-либо фотометр.

Из отечественных *спектрофотометров* «сканирующего» типа в настоящее время наиболее хорошо известен широкополосный (спектральный диапазон 190-1100 нм) и высокоточный (погрешность измерения коэффициента пропускания  $\pm 0,25$ -0,5%, а сходимость - 0,01%) однолучевой автоматизированный спектрофотометр **СФ-56А**, управляемый персональным компьютером. Прибор производится ОКБ «Спектр» на заводе ЛОМО (СПб.).

По своим аналитическим возможностям, эксплуатационным и метрологическим характеристикам, а также по стоимости на сегодня действительно универсальным прибором для экоаналитических лабораторий может считаться **СФ-56**. Другая модель подобного прибора, **СФ-2000**, хотя и превосходит предыдущую по быстродействию (весь спектр - за 4 с), но уступает СФ-56 по точности измерений. Бывают в продаже и приборы предыдущего поколения типа **СФ-46**. Приборы этой серии позволяют работать с максимальной длиной кюветы 5 см.

Среди более дешевых отечественных фотометрических приборов можно отметить фотометр фотоэлектрический, *фотоколориметр* **КФК-3** со спектральным диапазоном 315-990 нм (выделяемый спектральный интервал - не более 7 нм), позволяющий измерять оптическую плотность в интервале 0-2 D (или 0,001-9999 ед. концентрации) при максимальной длине

куветы - до 10 см. Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности при измерении коэффициента пропускания составляет 0,5%.

Портативной переносной (полевой - с автономным питанием) модификацией этого прибора является концентрационный фотометр **КФК-05** (модернизированная модель - КФК-5М). Еще более дешевыми фотометрическими приборами являются *микрофотокolorиметры* серии МКФМ: аналог КФК-3 - **МКФМ-02** и более старый прибор, являющийся аналогом КФК-2 - **МКФМ-01**.

Следует остановиться еще на одном типе приборов, относимых к спектроскопическим, но основанных на эффекте *фотолюминесценции* (свечение молекул, возникающее при внешнем облучении светом), применяемом при методе *люминесцентной спектроскопии* (ЛМС). Этот метод, по сравнению с фотометрией, привлекает аналитиков прежде всего своей более высокой чувствительностью. Для большинства определяемых этим методом соединений пределы обнаружения ниже  $10^{-3}$  мкг/мл, т.е. ЛМС-метод обычно в 10-100 раз более чувствителен, чем спектрофотометрический. В идеальных условиях удается достигать пределов обнаружения на уровне пикограммов в миллилитре ( $10^{-6}$  мкг/мл или мг/л). В отдельных случаях (например, при использовании флуоресцентного микроскопа с лазером в качестве источника возбуждения) удалось определить примерно 8000 молекул красителя (около  $6 \cdot 10^{-12}$  мкг), сорбированных на индивидуальной частице.

Высокая чувствительность определения, а в ряде случаев и довольно большой диапазон определяемых содержаний (иногда до 4 порядков величин концентрации) при той же воспроизводимости результатов анализа, как и в молекулярной абсорбционной спектроскопии (спектрофотометрии) предопределили довольно бурное развитие ЛМС-метода анализа и наличие на экоаналитическом рынке соответствующих приборов.

Наиболее распространенными отечественными люминесцентными приборами являются анализаторы серии «**ФЛЮОРАТ-02**». Из них лучшей моделью считается *спектрофлюориметр* «ФЛЮОРАТ-02-Панорама», позволяющий с применением криогенных («Крио-1» и «Крио-2») и высокоэффективных жидкостнохроматографических (ВЭЖХ-3 и ВЭЖХ-4) приставок и при наличии специальных сертифицированных Госстандартом наборов-методик достичь наиболее высоких результатов по чувствительности примерно для 40 «обычных» ЗВ и таких «супертоксикантов», как:

–бензапирен -  $10^{-7}$  мг/м<sup>3</sup> (атмосферный воздух) или  $2,5 \cdot 10^{-4}$  мг/м<sup>3</sup> (промвыбросы) и  $2 \cdot 10^{-6}$  мг/мл (в питьевой и сточной воде);

–бериллий и кобальт –  $(2-5) \cdot 10^{-4}$  мг/м<sup>3</sup> (атмосферный воздух) и  $(1-5) \cdot 10^{-4}$  мг/мл (в питьевой и сточной воде);

–мышьяк и селен –  $(1-50) \cdot 10^{-4}$  мг/мл (в питьевой и сточной воде).

Существуют и более дешевые модели ЛМС-анализаторов: «ФЛЮОРАТ-02-2М» стационарный и переносной «ФЛЮОРАТ-02-3М», применяемые как индивидуально, так и с вышеуказанными приставками.

Известна также целевая модификация анализатора «ФЛЮОРАТ-02-3М» для полевого определения нефтепродуктов.

### ***Приборы на основе хроматографических методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях***

Вторым признанным лидером по числу реализуемых методик анализа веществ в объектах окружающей среды (20-40%) в настоящее время являются приборы, основанные на *хроматографии*. Число разновидностей и модификаций выпускаемых отечественной промышленностью хроматографов значительно превышает количество спектрофотометров и флуориметров. Это объясняется существованием нескольких направлений в хроматографическом методе анализа, реализуемых в различных типах хроматографов.

Основной принцип хроматографии заключается в разделении веществ по их характерным физико-химическим свойствам (растворимости, сорбции, ионного связывания или полярного взаимодействия) на «неподвижных фазах» (носителях). Если через слой такой неподвижной фазы будет перемещаться смесь веществ, то за счет различной силы связывания

компонентов этой смеси одни из них будут дольше задерживаться в ней, а другие - «уходить вперед». В результате компоненты будут «выходить» из слоя неподвижной фазы по очереди, т.е. произойдет их разделение. Растворы (или смеси) разделяемых веществ, проходящие через слой неподвижной фазы, называют «подвижной» фазой (*элюентом*).

Таким образом, хроматография в ее аналитическом применении - это динамический способ разделения смесей определяемых веществ с их последующим индивидуальным или групповым детектированием.

По существующей классификации в зависимости от различных типов применяемых подвижной и неподвижной фаз основные виды хроматографии и, соответственно, *хроматографы* подразделяются на:

- *газовые* (подвижная фаза - газ, неподвижная - твердый сорбент),
- *газожидкостные* (подвижная фаза - газ, неподвижная - тонкий слой жидкости на твердом носителе),
- *жидкостные* (подвижная фаза - жидкость, неподвижная - твердый сорбент).

Кроме того, они также бывают *капиллярные* (подвижная фаза - газ, неподвижная - стенки капилляра или слой сорбента на его стенках) и на основе *сверхкритической* хроматографии (подвижная фаза - сжиженный газ, неподвижная - твердый сорбент или слой жидкости на твердом носителе).

Среди отечественных хроматографических приборов больше всего отмечается *газовых хроматографов* (ряд серий и несколько десятков моделей). Наиболее известными в России являются газовые хроматографы серии «ЦВЕТ» Дзержинского завода (Московская обл.). Сегодня наиболее распространенная модель из этой серии - лабораторный газовый хроматограф «ЦВЕТ-800» с пламенно-ионизационным детектором (ПИД или ДПИ). Базовая модель может комплектоваться еще пятью детекторами:

- ДТП - детектор по теплопроводности (для анализа летучих органических и неорганических соединений), неселективен;
- ДЭЗ (ЭЗД, ДПР) - детектор электронного захвата (для высокочувствительного анализа С1-, Р- и N-содержащих соединений, в том числе ядохимикатов), селективен к С1- и O-содержащим веществам;
- ПФД - пламенно-фотометрический детектор, селективный к Р- и S-содержащим соединениям;
- ТИД - термоионный детектор, селективный к Р- и N-содержащим соединениям;
- ФИД - фотоионизационный детектор (для анализа ароматических и алифатических углеводородов, фенолов, пестицидов и других органических веществ с потенциалом ионизации ниже 12 эВ).

В зависимости от детектора и определяемого вещества чувствительность этого хроматографа может составлять (в среднем)  $10^{-10}$  -  $10^{-4}$ % об. Отличается высокой точностью ( $\pm 1-7\%$ ) и воспроизводимостью анализа. Возможен автоматический и ручной ввод проб. Режимы задаются и управляются микропроцессором, а обработка выходной информации осуществляется компьютером или с выводом на самописец для ручной обработки.

Еще одна достаточно хорошо известная серия газовых хроматографов - «КРИСТАЛЛ». Наиболее современные и полностью автоматизированные отечественные лабораторные хроматографы «КРИСТАЛЛ-2000М» и «КРИСТАЛЛ КЖС-4000» со сменными аналитическими модулями. Известен еще целый ряд газовых хроматографов, являющихся переносными (портативными ГХ).

Число моделей *жидкостных хроматографов* (ЖХ) уступает количеству газовых, не превышая в совокупности и десятка. При этом цена ЖХ примерно в 1,5-2 раза выше, чем газовых. Это объясняется более сложной конструкцией жидкостных хроматографов.

Наиболее известны отечественные микроколонтчатые лабораторные ЖХ серии «МИЛХРОМ», управляемые компьютером. Применяются детекторы спектрофотометрический на УФ и видимый диапазон, флуориметрический и др. Эти приборы позволяют с чувствительностью  $10^{-9}$ - $10^{-11}$  г ( $10^{-3}$  -  $10^{-5}$  мкг в пробе) количественно определять широкий круг соединений: пестициды, фенолы, тяжелые металлы (Сi, Рb, Zn, Ni), ПАУ (в том числе



бенз(а)пирен), альдегиды, бензойную кислоту и другие органические вещества. При этом точность определения обычно составляет 1-3%.

Жидкостной ионный хроматограф «**ЦВЕТ-3006М**» с кондуктометрическим детектором (№ 13474-92 Госреестра) обладает близкими характеристиками точности, но уступает вышеуказанным приборам по чувствительности ( $10^{-9}$ - $10^{-10}$  г). Выпускается жидкостной хроматограф с широким набором детекторов «**ЦВЕТ-4000**».

Известны также приборы, основанные на методе высокоэффективной жидкостной хроматографии - ВЭЖХ, серии **МАС**. С их помощью удастся определять вышеприведенные и другие вещества с чувствительностью  $10^{-12}$  г и меньше, применяя указанные, а также электрохимические и рефрактометрические детекторы.

Среди ионных хроматографов наиболее известная модель - «**Стайер**», применяемая для определения ионного состава всех типов вод (с аттестованными методиками).

### ***Приборы на основе электрохимических методов анализа, наиболее часто применяемые в экоаналитических лабораториях***

Придерживаясь приведенной классификации электрохимических (ЭХ) методов анализа - по измеряемому параметру электрохимической ячейки, последовательно рассмотрим основные типы ЭХ приборов, наиболее часто применяемых в экоаналитических лабораториях.

Вольтамперометрический метод анализа (ВАМ) сегодня считается одним из наиболее перспективных среди ЭХ-методов благодаря его широким возможностям и хорошим эксплуатационным характеристикам.

Современная **инверсионная вольтамперометрия**, заменившая классическую *полярографию*, - высокочувствительный и экспрессный метод определения широкого круга неорганических и органических веществ, обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Это один из наиболее универсальных методов определения следовых количеств веществ, который с успехом применяется для анализа природных гео- и биологических, а также медицинских, фармацевтических и иных объектов.

Он основан на проведении специальной обработки («расшифровки») поляризационных кривых «ток-напряжение», получаемых с помощью специального электрода, через который пропускается постоянный или переменный ток. Несмотря на то, что такие электрохимические анализаторы стоят в несколько раз меньше атомно-абсорбционных, по своим аналитическим возможностям они почти им не уступают. Кроме того, ВАМ-анализаторы делают возможным одновременное определение нескольких компонентов (до 4-5) в одной пробе с довольно высокой чувствительностью  $10^{-8}$ - $10^{-2}$  М (а инверсионная ВАМ - до  $10^{-10}$ - $10^{-9}$  М).

Наиболее перспективной в аналитической химии сегодня считается **адсорбционная инверсионная вольтамперометрия (ИВА)**, основанная на предварительном адсорбционном концентрировании определяемого компонента на поверхности электрода и последующей регистрации вольтамперограммы полученного продукта. Таким образом можно концентрировать многие органические вещества, а также ионы металлов в виде комплексов с органическими лигандами (особенно азот- и серусодержащими). Концентрирование проходит в течение строго контролируемого времени при потенциале максимальной адсорбции. Особенно хороши для этих целей химически модифицированные электроды: наличие реакционноспособных групп, закрепленных на электроде, способствует концентрированию определяемого вещества исключительно на поверхности электрода и в результате чувствительность определения существенно повышается.

Адсорбционная инверсионная ВАМ обладает превосходными метрологическими характеристиками: при времени предварительного накопления 60 с и использовании дифференциального импульсного режима регистрации вольтамперограммы удастся достичь пределов обнаружения на уровне  $10^{-10}$ - $10^{-11}$  моль/л (примерно  $10^{-8}$ - $10^{-9}$  г/л или 0,01-0,001 мкг/дм<sup>3</sup>).

По конструктивной реализации метода различаются несколько типов приборов. Один из них, под названием «Вольтамперометрический компьютеризированный комплекс анализа металлов **ИВА-400МК**», выпускает НПКФ «Аквилон» (Москва). Комплекс предназначен для анализа около 30 элементов (Cu, Zn, Pb, Cd, As, Co, Ni, Cr, другие металлы) в широком спектре объектов методом инверсионной вольтамперометрии на углесталловом электроде.

Прибор обладает низкой себестоимостью анализа при хорошей чувствительности ( $0,1-10^{-3}$  мкг/дм<sup>3</sup>).

Разработчиком приборов серии ИВА является НПВП «ИВА» (Екатеринбург).

НПП «Техноаналит» (Томск) выпускает другой вольтамперометрический анализатор с УФ-облучением проб - типа **ТА-1М** (или ТА-2), который, помимо ионов металлов, позволяет определять целый ряд органических соединений. Для прибора характерны следующие особенности:

- одновременный анализ в трех электрохимических ячейках;
- малая навеска пробы (0,1-1,0 г);
- низкая себестоимость анализов;
- автоматизация пробоподготовки и анализа.

В Санкт-Петербурге НТФ «Вольта» выпускает вольтамперометрический комплекс **«АВС-1»** с вращающимся дисковым стеклоуглеродным электродом, который позволяет проводить анализ токсичных элементов в водах, пищевых продуктах и различных материалах. Предел обнаружения без концентрирования пробы: 0,1 мкг/л для Pb; 0,5 мкг/л для Cd; 1,0 мкг/л для Cu и Hg; 10 мкг/л для Bi, Ni и Zn. Объем анализируемой пробы - 20 мл, время получения вольтамперной кривой - не более 3 мин. В Москве официальным поставщиком этого прибора является НПП «Эконикс».

НПК «Югцветметавтоматика» (Владикавказ) выпускает еще один вольтамперометрический анализатор жидкости - **«АЖЭ-12»**, предназначенный для экспресс-анализа ионного состава сточных и оборотных вод. В анализаторе используется традиционный электрод с висящей ртутной каплей. Контролируемые компоненты - Cu, Zn, Pb, Cd, In, Bi, Tl, Sb, As, Co, Ni, Cr, CN<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>. Анализатор позволяет проводить измерения без пробоподготовки.

Фирма НПП «ЭКОНИКС» (Москва) до последнего времени выпускала портативные (и даже полевые) вольтамперометрические анализаторы типа **«Экотест-ВА»**, выполненные на современной микропроцессорной элементной базе и оснащенные целым комплексом электродов - графитовым, стеклоуглеродным, микроэлектродами из благородных металлов и малортутным электродом висящей капли. Приборы этой серии предназначены для определения металлов Cu, Zn, Pb, Cd, As, Bi, Mn, Co, Ni, Cr, а также ацетальдегида, фурфурола, капролактама и других веществ в пробах питьевой, природной, сточной воды, почве, а после соответствующей пробоподготовки - в пищевых продуктах и кормах. Приборы отличаются малыми габаритами, возможностью работы в полевых условиях, малым объемом пробы, необходимым для анализа.

Возможности многих аналитических методов анализа вод могут значительно расширяться при применении в процессе пробоподготовки проточно-инжекционных концентрирующих приставок, работающих в автоматическом режиме - например, типа **БПИ-М** и **БПИ-Н**.

Блок проточно-инжекционный многоцелевой БПИ-М предназначен для автоматизированной пробоподготовки, в его состав входят микроколонки с высокоэффективными сорбентами. Производительность блока - 30-60 анализов в день при полной автоматизации процесса. В комплект блока входит программное обеспечение при работе с приборами **«СПЕКТР-5»**, СА-10. Применение блока позволяет повысить чувствительность в 20-100 раз за минуту концентрирования. К анализируемым средам относятся: воды различного состава, почвенные вытяжки, растворы, полученные после автоклавной обработки биологических объектов, горных пород и других проб.

Блок наиболее хорошо работает в сочетании с атомно-эмиссионным детектированием, а также с рентгено-флуоресцентным, атомно-абсорбционным, атомно-эмиссионным и электрохимическими методами.

Блок проточно-инжекционный БПИ-Н (с многоканальным насосом) предназначен для концентрирования ионов металлов на избирательных сорбентах одновременно в четырех микроколонках с ДЭТАТА-сорбентом или на четырех тонкослойных сорбционных ДЭТАТА-фильтрах. Возможно его использование с рентгено-флуоресцентным, атомно-абсорбционным, атомно-эмиссионным с ИСП, электрохимическими методами, причем концентрирование происходит при одновременном удалении взвешенных частиц. Концентри-

рующие приставки выпускаются МИЦ «АКВИТА» совместно с химическим факультетом МГУ.

Для измерения и контроля ЭДС, pH и преобразования полученных значений в единицы концентрации или активности используют **потенциометрические приборы и иономеры**. Сведения об иономерах представлены в таблице:

#### *Типы и назначение иономеров*

Наименование	Назначение
Иономер переносной типа И-103	Для определения активности одно- и двухвалентных ионов в водных растворах ( $H^+$ , $K^+$ , $Na^+$ , $Ag^+$ , $Г$ , $Br^-$ , $Cl^-$ , $CN^-$ , $S^{2-}$ ), а также для измерения окислительно-восстановительного потенциала
Иономер лабораторный типа И-115	Для определения активности одно- и двухвалентных анионов и катионов: pH, pK, pCa, pBr, pMg, pNO <sub>3</sub> , pNH <sub>4</sub> , и других, а также окислительно-восстановительных потенциалов в водных растворах
Иономер универсальный типа ЭВ-74	Для определения активности одно- и двухвалентных ионов и катионов, для измерения окислительно-восстановительного потенциала в водных растворах
Иономеры лабораторные типов И-130, И-135, И-120.1	Для определения активности ионов водорода, одно- и двухвалентных анионов и катионов и окислительно-восстановительных потенциалов в водных растворах
Иономеры серии «Марк», «Анион», «ИПЛ», «Эксперт», «Микон»	Для измерения активности, молярной и массовой концентрации ионов, окислительно-восстановительного потенциала, температуры, концентрации растворенного кислорода и БПК

#### Основная литература

1. Чудновский, С.М. Приборы и средства контроля за природной средой: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 153 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0165-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466771>
2. Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4043>.

#### Дополнительная литература

1. Севрюкова, Е. А. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Севрюкова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна ; Нац. исслед. ун-т. - Москва: Юрайт, 2016. - 397 с.
2. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Афанасьева. - Москва: Изд-во МНЭПУ, 2001. - Ч.2: Специальная. - 335 с.
3. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие для вузов/ Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская.- 4-е изд., перераб.- Москва: Высшая школа, 2008. – 334 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите наиболее распространённые методы контроля загрязнения водной среды.
2. Какие методы используются для контроля содержания различных соединений серы в атмосфере?
3. Какие методы используются для определения содержания тяжелых металлов в различных средах?
4. Содержание каких соединений определяется в воде с использованием метода газожидкостной хроматографии?
5. Каким методом определяется содержание бензапирена в атмосферном воздухе?
6. Какие методы используются для определения содержания фторидов в воде?

7. Какие методы используются для контроля содержания нефтепродуктов в воде и в почве?
8. Для чего используют метод эмиссионной пламенной фотометрии?
9. На каком принципе работы основано использование приборов спектральных методов анализа?
10. Перечислите типы приборов спектральных методов анализа.
11. В чем заключается принцип работы хроматографов?
12. Назовите виды хроматографов.
13. Охарактеризуйте область применения и сущность метода адсорбционной инверсионной вольтамперометрии.
14. Назовите область применения иономеров.

### **Практическое занятие № 6. Биомониторинг. Оценка качества атмосферного воздуха, воды и диагностика почв методами биоиндикации**

Цель работы: ознакомиться с использованием метода биоиндикации при оценке качества различных природных сред.

Занятие проводится в интерактивной форме: работа в малых группах. Работа в малых группах предполагает совместное выполнение задания, коллективный поиск правильного решения, что стимулирует творческую активность обучающихся, способствует лучшему восприятию информации в процессе обсуждения, является своеобразным тренингом для проверки знаний обучающихся. Взаимодействие в группе позволяет повысить качество знаний обучающихся, способствует выработке профессионально значимых навыков межличностного общения.

#### Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия:
  - Биоиндикация в наземно-воздушной среде с помощью растений.
  - Биоиндикация в почве.
  - Биоиндикация в водной среде.
2. Составить конспект.
3. Разработать программу биоиндикационных исследований по оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы.
4. Разработать программу биоиндикационных исследований по оценке уровня загрязнения природных сред тяжелыми металлами.

#### Порядок выполнения:

Работа в малых группах в соответствии с заданием.

#### Форма отчетности:

отчет по практической работе.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Отчет по практической работе должен включать результаты выполнения заданий № 3,4.

Для подготовки к практическому занятию использовать в качестве источника:

Рунова, Е. М. Биоиндикация: учебное пособие / Е. М. Рунова, И. И. Гаврилин. - Братск: БрГУ, 2016. - 68 с.

### **Биоиндикация в наземно-воздушной среде с помощью растений**

**Фитоиндикация** - использование растений для оценки качества среды. Поскольку наибольший эффект дает использование растительных сообществ, то это направление получило специальное название - индикационная геоботаника.

**Индикация свойств почв:**

1. **оглеенность** - черника, таволга вязолистная, вербейник обыкновенный;
2. **запас питательных элементов** в почве (трофность):
  - олиготрофы (сфагновые мхи и лишайники; из цветковых - виды с микоризой: черника, брусника, вереск, клюква, багульник; растения песчаных почв: кошачья лапка, ястребинка волосистая);
  - мезотрофы (зеленые мхи, земляника, грушанка, вероника дубравная, иван-да-марья, душица);
  - эвтрофы (мох мниум, папоротник страусово перо, малина, таволга вязолистная, крапива двудомная, иван-чай, медуница);
3. **содержание азота:**
  - нитрофилы (недотрога, крапива двудомная, хмель, малина, иван-чай, звездчатка дубравная, лопух, пустырник);
  - нитрофобы (дрок красильный);
4. **кислотность (pH) почвы:**
  - крайние ацидофилы (pH 3—4,5): сфагнум, гилокомиум, дикранум, плауны, водяника, марьянник луговой, пушица влагалитная, щучка, белоус, вереск;
  - умеренные ацидофилы (pH 4,5-6): черника, брусника, багульник, сушеница, кошачья лапка, толокнянка;
  - нейтральные (pH 6-7,3): растения дубрав - сныть, клубника зеленая, таволга шестилепестная;
  - базофилы (pH >7,8): бузина, вяз, бересклет, крушина, крапива двудомная, хмель, недотрога, гравилаты.

### **Биоиндикация в почве**

Биоиндикация применяется в случаях:

- установления таксона почвы и ее происхождения;
- выяснения отдельных свойств почвы и почвенных процессов;
- оценки антропогенного вмешательства (рекреация, загрязнение почв).

Развитие методов биоиндикации применительно к почве связано с работами основателя отечественной почвенной зоологии М.С. Гилярова и его школы. Эта работа дала мощный импульс подобным исследованиям не только в нашей стране, но и за ее пределами.

#### **Установление таксона почвы и ее происхождения**

1. Выяснение природы красноцветных почв южного берега Крыма по данным почвенной фауны. По поводу происхождения этих почв существовали две гипотезы почвоведов: 1) это такие же почвы, как красноцветные почвы (*terra rossa*) в Италии, 2) это реликты третичной эпохи, которые должны исчезнуть.

По данным почвенной зоологии оказалось, что 96% всех видов беспозвоночных красноцветных почв Крыма имеют средиземноморское распространение или более широкое, и только 4% обитают в других областях. В других типах почв южного берега Крыма средиземноморские виды уступают широкораспространенным. Беспозвоночные указывают на то, что условия обитания (и прежде всего гидротермический режим) в красноцветных почвах Крыма такой же, как и в других красных почвах Средиземноморья. Следовательно, с точки зрения почвенной зоологии, красноцветные почвы на выходах известняков в Крыму - это *terra rossa*, образующиеся в настоящее время, а не реликтовые почвы.

2. Выяснение природы почв безлесных горных вершин северозападного Кавказа. Это степные участки на высоте, где мог бы расти лес. Почвы под ними специалисты относили то к черноземам, то к горно-луговым, то к перегнойно-карбонатным и т.д.

Учеты почвенной фауны показали, что она складывается в основном из тех же видов, которые преобладают в почвах целинных разнотравно-ковыльно-типчаковых степей на равнине. Таким образом, по зоологической оценке почвы на вершинах являются своеобразными черноземами.

3. Черноземы иногда могут формироваться под светлыми дубовыми лесами (юг Молдавии, Центрально-Черноземный заповедник). Было показано, что население беспозвоночных здесь сходно с населением степей, а не лесов. В таких случаях животные более четко отражают почвенные условия, чем естественный растительный покров.

#### ***Выяснение отдельных свойств почвы***

##### *Механический состав*

Мокрицы - показатели тяжелых почв (в песчаных почвах их норки обрушиваются). По останкам пустынных мокриц установлено, что современные такыры недавно были солончаками.

Вертикальное распределение микроартропод коррелирует с общей порозностью почвы.

##### *Виды гумуса*

Грубый гумус (мор) - диагностируют многоножки-геофилиды, мягкий гумус (мулль) - личинки комаров-долгоножек. В настоящее время для отдельных групп, например, коллембол, выявлены виды, характерные для разных видов лесного гумуса.

##### *Степень гумификации органических остатков*

Зоологическая характеристика компостов по Н.М. Черновой позволяет отличать разные стадии созревания компостов по преобладанию разных групп беспозвоночных (в зрелых компостах много дождевых червей, среди коллембол преобладают белые почвенные формы).

Разные стадии разложения древесины осуществляются при участии разных групп организмов, которые могут служить индикаторами. Первую стадию маркируют жуки-усачи и короеды, вторую - ферментативная активность грибов, третью - муравьи и четвертую - дождевые черви.

##### *Кислотность (pH)*

Кислотность - один из ведущих факторов, определяющих видовой состав и численность сообществ почвенных беспозвоночных. Численность дождевых червей, например, обычно прямо пропорциональна pH от 3 до 8.

##### *Содержание кальция*

Калькофилы - это наземные раковинные моллюски, многоножки-диплоподы, сухопутные рачки-мокрицы, раковина или панцирь которых состоят в основном из углекислого кальция. Обилие этих групп в почве говорит о большом содержании кальция.

##### *Гидротермический режим*

В Восточной Сибири встречаемость в почве личинок майского хруща говорит о том, что вечная мерзлота залегает не ближе 2,2-3 м от поверхности почвы и что зимой не происходит смыкания промерзшего слоя с вечной мерзлотой. В Европейской части присутствие личинок майского хруща - показатель глубокого залегания грунтовых вод.

##### ***Диагностика элементарных почвенных процессов***

Существует 14 элементарных почвенных процессов (ЭПП), в том числе оглеение, олуговение, образование лесной подстилки, остепнение, засоление и др. Для диагностики этих процессов могут быть использованы экогруппы почвенных беспозвоночных, объединения видов со сходным пространственным распределением. Особенно наглядно выделяются экогруппы по катене - ландшафтному профилю, проходящему от местной депрессии к местному водоразделу. Так, для степной катены Барабинской низменности Мордкович выделил восемь экогрупп имаго жужелиц: пойменно-болотная, болотная, солончаковая, лесная, лугово-лесная, солонцовая, луговая и степная.

То, что виды предпочитают одну и ту же часть катены, говорит об их адаптированности к какому-то одному интегральному фактору, который является ведущим в данном типе почв. Таким фактором можно считать ЭПП, который влияет на жужелиц через изменение экологической обстановки. В таком случае пойменно-болотная экогруппа жужелиц четко диагностирует место и интенсивность глеевого процесса в верхней части почвы, болотная - торфообразование, солончаковая - солончаковый процесс (галобионты), лугово-лесная - осолодение, солонцовая - осолонцевание (мелкие плоские жужелицы, обитающие в

трещинах), луговая - луговое гумусонакопление, степная - степной почвообразовательный процесс, лесная - процесс образования лесной подстилки.

Далее проводится диагностика типов почв по спектрам экогрупп. Тип почв характеризуется определенным сочетанием ЭПП. А так как каждому ЭПП соответствует определенная экогруппа, то типу почвы отвечает определенный спектр экогрупп. Например: обыкновенный чернозем отличается доминированием жужелиц степной экогруппы (74%), что указывает на определяющую роль степного гумусонакопления в процессе формирования чернозема. Наличие 15% луговых видов маркирует проявление процесса олуговения во влажные сезоны. Небольшая доля участия других экогрупп (болотной, лугово-лесной, солонцовой и лесной) свидетельствует о былом гидроморфизме чернозема и его возможной облесенности в прошлом.

*Ограничение метода:* для каждого региона нужно разрабатывать свои экогруппы организмов.

#### ***Антропогенное воздействие на почвы***

Многокомпонентные тест-системы, предназначенные для биотестирования почвенного покрова должны включать:

- 1) про- и эукариотические организмы,
- 2) представителей двух трофических уровней: автотрофов и гетеротрофов,
- 3) представителей из основных функциональных блоков наземных экосистем - продуцентов, консументов и редуцентов,
- 4) представителей из основных царств живого - бактерий, грибов, растений, животных,
- 5) тест-организмы, хорошо растущие в лабораторных условиях,
- 6) организмы, обладающие высокой чувствительностью к наиболее распространенным загрязнителям природной среды,
- 7) организмы с широкими ареалами распространения, с хорошо изученной экологией и биологией,
- 8) такие тест-реакции тест-объектов, регистрация которых не требует сложной и дорогостоящей аппаратуры, но в то же время несущих достаточный объем информации.

Кабилов с соавторами предлагают следующий состав многокомпонентной тест-системы:

- 1) синехоцистис водяной (цианобактерия, прокариот, автотроф, продуцент, распространен в солоноватых или загрязненных водоемах и почве),
- 2) хлорелла обыкновенная (низшее растение, эукариот, продуцент),
- 3) пенициллум циклопиум (гриб, эукариот, гетеротроф, сапрофит, консумент),
- 4) овес посевной (высшее растение, эукариот, автотроф, продуцент).

У этих тест-растений определяют следующие тест-реакции:

- у цианобактерий и микроскопических водорослей - размножение и рост клеток в почвенной вытяжке. Увеличение численности клеток измеряют по изменению оптической плотности суспензии на фотоэлектроколориметре или на спектрофотометре;
- у микроскопических грибов - рост колоний на агаровой среде, приготовленной на почвенной вытяжке;
- у высших растений - всхожесть и энергия прорастания семян, замоченных в почвенной вытяжке.

#### ***Биоиндикация в водной среде***

Основные задачи, которые решаются при оценке качества воды, могут быть объединены в три группы:

1. угроза инфекционных заболеваний;
2. токсичность;
3. эвтрофикация.

#### ***Угроза инфекционных заболеваний***

Решение первой задачи достигается при мониторинге загрязнения водоемов сточными водами. Именно канализационные стоки могут содержать патогенные микроорганизмы -

основной источник инфекций, передаваемых через воду. Поскольку патогенных микроорганизмов много, каждый выявлять трудоемко и нецелесообразно, разработан тест на кишечную палочку (*Escherichia coli*). Эта бактерия обитает в огромных количествах в толстой кишке человека и отсутствует во внешней среде. *E.coli* не патогенна и даже необходима человеку, но ее присутствие во внешней среде - индикатор неочищенных канализационных стоков, в которых могут быть и патогенные микробы.

Для анализа берут пробы воды объемом 100 мл и подсчитывают содержание в них *E.coli*. Результаты оценивают по таблице:

*Категория загрязнения воды по содержанию кишечной палочки*

Содержание <i>E.coli</i> в 100 мл воды	Категория загрязнения воды
0	Безопасна для питья
100-200	Безопасна для плавания
>200	Опасна для плавания

**Оценка токсичности**

подавляющее большинство тестов токсичности воды в биоиндикации использует какой-либо один вид организмов: рачки дафния (*Daphnia magna*) и артемия (*Artemia salina*), инфузория-туфелька, красные (*Champia parvula*) и бурые водоросли (*Laminaria saccharina*), валлиснерия (*Vallisneria americana*), ряска.

У тест-организмов оценивают выживание, дыхательную активность и другие показатели. Например, с помощью ряски можно обнаружить присутствие ионов тяжелых металлов двумя способами:

- по нарушению движения хлоропластов, которые не концентрируются в клетке со стороны источника света, а перемещаются хаотически;
- по отмиранию клеток листа, что можно обнаружить, используя специальный краситель, легко проникающий в мертвые клетки, но неспособный окрасить живые. Количество мертвых клеток пропорционально концентрации ионов тяжелых металлов в воде.

**Эвтрофикация**

По содержанию в воде биогенов различают следующие трофические типы водоемов: олиготрофный (бедный биогенами), эвтрофный (богатый биогенами) и промежуточный мезотрофный. В олиготрофных водоемах недостаток биогенов не допускает развития фитопланктона (одноклеточных водорослей в толще воды), но хорошо развивается бентосная растительность. Такие экосистемы включают много видов, они разнообразны и устойчивы. В эвтрофных водоемах обилие биогенов сопровождается массовым развитием фитопланктона, помутнением воды, обеднением бентосной растительности из-за недостатка света, дефицитом кислорода на глубине, что ограничивает биоразнообразие. Экосистема утрачивает многие виды, упрощается, становится неустойчивой.

Определить трофность водоемов можно с помощью биоиндикаторов. В эвтрофных водоемах обильны и разнообразны черви-коловратки и ветвистоусые рачки-дафнии, в олиготрофных - веслоногие рачки-циклопы.

Другая характеристика водоемов - это степень их органического загрязнения или сапробность. По мере поступления сточных вод образуются следующие зоны загрязнения: полисапробная,  $\alpha$ -мезосапробная,  $\beta$ -мезосапробная и олигосапробная. Первыми предложили определять степень загрязнения водоемов по живым организмам Кольквитц и Марсон (1908). Списки индикаторных организмов постоянно уточняются.

Для полисапробных водоемов характерны те же организмы, что и для эвтрофных, а также водоросль кладофора, колиформные бактерии, черви-трубочники, а из рыб - карпы. Олигосапробные водоемы отличают виды, свойственные олиготрофным водоемам, а также личинки насекомых: поденок, веснянок и ручейников.

Разработаны и количественные способы оценки органического загрязнения водоемов. Предложено уровень загрязнения оценивать по плотности червей олигохет:



- слабое загрязнение - 100-999 экз/м<sup>2</sup>;
- среднее загрязнение - 1000-5000 экз/м<sup>2</sup>;
- сильное загрязнение – более 5000 экз/м<sup>2</sup>.

#### Дополнительная литература

1. Редина, М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов; Рос. ун-т дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2015. - 431 с.
2. Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270263>
3. Евстифеева, Т. Биологический мониторинг: учебное пособие / Т. Евстифеева, Л. Фабарисова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2012. - 119 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259119>
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для вузов / Под ред. О. П. Мелеховой. - Москва: Академия, 2007. - 288 с.
5. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Афанасьева. - Москва: Изд-во МНЭПУ, 2001. - Ч.2: Специальная. - 335 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятий: биоиндикация, биоиндикатор, тест-организм.
2. Какие показатели используются при биоиндикации на клеточном уровне?
3. Перечислите требования к животным-биоиндикаторам.
4. Какие морфологические и физиологические изменения фиксируют у животных при загрязнении окружающей среды?
5. Назовите виды некрозов листьев и хвои. Каковы причины развития некрозов?
6. Что такое дефолиация? В каких случаях она наблюдается?
7. Назовите показатели, используемые при биоиндикационных исследованиях на популяционно-видовом уровне.
8. Какие виды наиболее часто используются в качестве тест-организмов?

### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ  
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	-
ПЗ	Лаборатория промышленной экологии	Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	ПЗ № 1-6
СР	ЧЗ №1	Оборудование - 10 ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-8	владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способность к использованию теоретических знаний в практической деятельности	1. Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга	1.1. Экологический мониторинг: задачи и структура	Вопросы к зачету 1 – 8
			1.2. Приоритетные загрязняющие вещества	Вопросы к зачету 9 – 11
			1.3. Фоновый мониторинг	Вопросы к зачету 12 – 17
ПК-6	способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	2. Система методов наблюдения и наземного обеспечения	2.1. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	Вопросы к зачету 18 – 20
			2.2. Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов	Вопросы к зачету 21 – 28
			2.3. Почвенный мониторинг	Вопросы к зачету 29 – 30
			2.4. Методы наблюдений и контроля загрязнения природных сред	Вопросы к зачету 31 – 35
		3. Биомониторинг в оценке качества окружающей среды	Вопросы к зачету 36 – 45	
		4. Единая Государственная система экологического мониторинга России	Вопросы к зачету 46 – 50	

**2. Вопросы к зачету**

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-8	владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способ-	1. Определение мониторинга, его задачи. 2. Система приоритетов при организации мониторинга. 3. Структура мониторинга, прямые и обратные связи. 4. Классификация системы наблюдений. 5. Формула для оценки степени воздействия внешних факторов $A_n$ на биотическую составляющую биосферы.	1. Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга

	ПК-6	<p>ность к использованию теоретических знаний в практической деятельности</p> <p>способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии</p>	<p><b>6.</b> Прогноз и оценка прогнозируемого состояния биосферы.</p> <p><b>7.</b> Классификации видов мониторинга.</p> <p><b>8.</b> Разработка программы экологического мониторинга.</p> <p><b>9.</b> Критерии отбора приоритетных загрязняющих веществ.</p> <p><b>10.</b> Загрязняющие вещества 1 – 3 классов приоритетности. Источники поступления данных веществ в окружающую среду, обоснование необходимости мониторинга.</p> <p><b>11.</b> Загрязняющие вещества 4 - 8 классов приоритетности. Источники поступления данных веществ в окружающую среду, обоснование необходимости мониторинга.</p> <p><b>12.</b> Цель и задачи фоновый мониторинга. Организация фоновый мониторинга в России, размещение и наземное обеспечение станций фоновый мониторинга.</p> <p><b>13.</b> Программа наблюдений на сухопутных станциях фоновый мониторинга.</p> <p><b>14.</b> Программа наблюдений на морских станциях фоновый мониторинга.</p> <p><b>15.</b> Основные составляющие экологического мониторинга океана.</p> <p><b>16.</b> Структура фоновый мониторинга океана.</p> <p><b>17.</b> Факторы, влияющие на формирование фоновый загрязнения окружающей среды.</p>	
			<p><b>18.</b> Стационарные посты наблюдений и программы наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.</p> <p><b>19.</b> Маршрутные и подфакельные посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.</p> <p><b>20.</b> Отбор проб атмосферного воздуха.</p> <p><b>21.</b> Классификация водных объектов в соответствии с видами водопользования. Показатели вредности при установлении норматива ПДК<sub>в</sub>.</p> <p><b>22.</b> Требования к отбору проб воды на водных объектах.</p> <p><b>23.</b> Размещение створов пункта наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков.</p> <p><b>24.</b> Местоположение вертикалей в створе и количество горизонтов на вертикали при организации пункта наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков.</p> <p><b>25.</b> Категории пунктов наблюдений за качеством вод водоёмов и водотоков.</p> <p><b>26.</b> Программы и периодичность наблюдений для пунктов различных категорий. Обязательная программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям.</p>	2. Система методов наблюдения и наземного обеспечения

			<p><b>27.</b> Программы и периодичность наблюдений для пунктов различных категорий. Сокращённые программы наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрологическим и гидрохимическим показателям.</p> <p><b>28.</b> Программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям.</p> <p><b>29.</b> Почвенный мониторинг, его задачи. Контролируемые показатели состояния почвы, используемые методики.</p> <p><b>30.</b> Требования к отбору проб почвы.</p> <p><b>31.</b> Автоматизированные системы мониторинга.</p> <p><b>32.</b> Аэрокосмический мониторинг.</p> <p><b>33.</b> Требования к средствам измерений.</p> <p><b>34.</b> Классификация средств измерений, используемых при мониторинге загрязнения природных сред.</p> <p><b>35.</b> Наиболее широко применяемые инструментальные методы контроля загрязнённости природных сред.</p>	
			<p><b>36.</b> Структурные и функциональные показатели, характеризующие состояние экосистемы.</p> <p><b>37.</b> Типы биоиндикаторов. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам.</p> <p><b>38.</b> Тест-организмы. Примеры тест-организмов.</p> <p><b>39.</b> Биоиндикация на клеточном и субклеточном уровнях.</p> <p><b>40.</b> Биоиндикация на организменном уровне (растения).</p> <p><b>41.</b> Биоиндикация на организменном уровне (животные).</p> <p><b>42.</b> Требования, предъявляемые к животным-биоиндикаторам.</p> <p><b>43.</b> Биоиндикация на популяционно-видовом уровне.</p> <p><b>44.</b> Биоиндикация на биоценоотическом уровне.</p> <p><b>45.</b> Биоиндикация на экосистемном уровне.</p>	<p>3. Биомониторинг в оценке качества окружающей среды</p>
			<p><b>46.</b> Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ).</p> <p><b>47.</b> Организация мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду.</p> <p><b>48.</b> Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в РФ.</p> <p><b>49.</b> Организация мониторинга загрязнения поверхностных вод в РФ.</p> <p><b>50.</b> Организация мониторинга биологических ресурсов России.</p>	<p>4. Единая Государственная система экологического мониторинга России</p>

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> ОПК-8: – теоретические основы экологического мониторинга;</p> <p>ПК-6: – методологию процедур контроля загрязнения окружающей среды; – основные требования к организации экологического мониторинга;</p> <p><b>Уметь</b> ОПК-8: – использовать полученные теоретические знания в практической деятельности;</p> <p>ПК-6: – разработать программу мониторинга загрязнения окружающей среды;</p> <p><b>Владеть</b> ОПК-8: – методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения; – навыками анализа информации о состоянии окружающей среды;</p> <p>ПК-6: – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.</p>	<b>зачтено</b>	Обучающийся демонстрирует знание учебно-программного материала в полном объеме, четко и аргументированно отвечает на вопросы, знает теоретические основы экологического мониторинга, основные требования к организации экологического мониторинга, методологию процедур контроля загрязнения окружающей среды. Обучающийся демонстрирует умение использовать полученные теоретические знания в практической деятельности. Владеет методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения; навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.
	<b>не зачтено</b>	Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях учебно-программного материала. Не знает теоретические основы экологического мониторинга, основные требования к организации экологического мониторинга. Не владеет методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения; навыками анализа информации о состоянии окружающей среды. В ответах на вопросы допускает принципиальные ошибки при изложении материала.

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Экологический мониторинг» направлена на изучение теоретических основ экологического мониторинга, получение знаний об организации экологического мониторинга на территории РФ, освоение методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- самостоятельную работу обучающихся,
- консультации,
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга» обучающиеся должны получить представление о задачах, структуре и видах мониторинга, об организации фонового мониторинга и о составлении программ экологического мониторинга.

В ходе освоения раздела 2 «Система методов наблюдения и наземного обеспечения» обучающиеся должны получить представление об организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов и почв в РФ; о методах наблюдений и контроля за-

грязнения природных сред.

В ходе освоения раздела 3 «Биомониторинг в оценке качества окружающей среды» обучающиеся должны изучить теоретические основы биомониторинга, получить представление о контролируемых параметрах и показателях при использовании метода биоиндикации для оценки качества окружающей среды.

В ходе освоения раздела 4 «Единая Государственная система экологического мониторинга России» обучающиеся должны изучить структуру Единой Государственной системы экологического мониторинга России, ознакомиться с функциями Росгидромета и составом государственной сети наблюдений за загрязнением окружающей среды.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, обучающиеся под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по изучаемой теме. В процессе выполнения практической работы вырабатываются умения и навыки использования знаний на практике.

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

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа обучающихся включает усвоение теоретического материала при работе с конспектом лекций, с литературными и электронными источниками информации, подготовку к практическим занятиям, подготовку к текущему контролю знаний и к промежуточной аттестации.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Прежде всего, обучающимся необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Для получения дополнительных сведений рекомендуется также использование ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет».

При подготовке к зачету необходимо внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них. Дополнительно к изучению конспекта лекций необходимо пользоваться рекомендованной литературой, составляя краткие конспекты ответов на вопросы.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Экологический мониторинг**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является получение базовых общепрофессиональных представлений о теоретических основах экологического мониторинга; о методах оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения, об организации экологического мониторинга на территории РФ.

Задача изучения дисциплины - формирование у обучающихся навыков получения и анализа информации о состоянии окружающей среды.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 17 час., практические занятия – 17 час., самостоятельная работа – 74 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга
- 2 – Система методов наблюдения и наземного обеспечения
- 3 – Биомониторинг в оценке качества окружающей среды
- 4 - Единая Государственная система экологического мониторинга России

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-8 - владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способность к использованию теоретических знаний в практической деятельности;

ПК-6 - способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.

**4. Вид промежуточной аттестации:** зачет.



*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-8	владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способность к использованию теоретических знаний в практической деятельности	1. Назначение мониторинга и классификация видов мониторинга	1.2. Приоритетные загрязняющие вещества	Отчет по практической работе, вопросы для собеседования, темы докладов
		2. Система методов наблюдения и наземного обеспечения	2.1. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха	Отчет по практической работе, вопросы для собеседования
			2.2. Мониторинг состояния и загрязнения водных ресурсов	Вопросы для собеседования
			2.4. Методы наблюдений и контроля загрязнения природных сред	Вопросы для собеседования
ПК-6	способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	3. Биомониторинг в оценке качества окружающей среды		Отчет по практической работе

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций**

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> ОПК-8: – теоретические основы экологического мониторинга; ПК-6: – методологию процедур контроля загрязнения окружающей среды; – основные требования к организации экологического мониторинга;</p> <p><b>Уметь</b> ОПК-8: – использовать полученные теоретические знания в практической деятельности;</p>	<b>зачтено</b>	Обучающийся знает значительную часть программного материала, излагает его четко, в логической последовательности и аргументированно; демонстрирует усвоение основных понятий дисциплины. Обучающийся способен увязать теоретические аспекты предмета с применимостью полученных знаний в практической деятельности.

<p>ПК-6: – разработать программу мониторинга загрязнения окружающей среды;</p> <p><b>Владеть</b></p> <p>ОПК-8: – методами оценки состояния окружающей среды и уровня её загрязнения; – навыками анализа информации о состоянии окружающей среды;</p> <p>ПК-6: – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Обучающийся оперирует неточными формулировками, допускает существенные ошибки при ответе, демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала.</p>
---	--------------------------	---

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование от 11 августа 2016 г. № 998

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 06 октября 2016 г. № 684.

**Программу составил:**

Игнатенко О.В., доцент каф. ЭБЖиХ, к.х.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_ М.Р. Ерофеева

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_ М.Р. Ерофеева

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ М.А. Варданян

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_