

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Аналитический контроль объектов окружающей среды»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью курса «Аналитический контроль объектов окружающей среды» является формирование целостного представления о химических процессах в окружающей среде, миграции химических элементов и их соединений, химическом аспекте антропогенного воздействия на биосферу, специфике и механизме токсичного действия вредных веществ на живые организмы, экосистему в целом, о путях трансформации различных загрязняющих веществ в окружающей среде и живых организмах. Курс также рассматривает вопросы применения методов отбора проб, пробоподготовки и методов анализа при исследовании различных объектов окружающей среды.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору. Шифр в соответствии с учебным планом Б1.В.ДВ.01.01.

Курс тесно связан и опирается на такие дисциплины, как неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия и методы анализа, биохимия, а также математические дисциплины (в том числе «Математические методы в экологии»).

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для выполнения выпускной работы, в научно-производственной и проектной деятельности, а также для продолжения обучения в магистратуре.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<p>ПК-1. Способен применять методы отбора проб, исследования природных образцов, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации.</p>	<p>ПК-1.1. Использует основные методы экологической и водной токсикологии, оценки гидрохимических и радиационных параметров, диагностики и контроля объектов окружающей среды для оценки и контроля экологической ситуации.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы подходов к мониторингу и оценке состояния поднадзорных территорий;</li> <li>- неблагоприятные факторы воздействия на окружающую среду и их возможные источники.</li> <li>- современные подходы к пробоподготовке и отбору проб;</li> <li>- физико-химические основы аналитических методов, их преимущества и недостатки;</li> <li>- регламентирующие стандарты по отбору проб, пробоподготовке и проведению анализа.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать методические схемы анализа;</li> <li>- работать с нормативной документацией;</li> <li>- подбирать необходимые подходы к анализу различных сред и объектов окружающей среды в том числе сложного состава.</li> <li>- анализировать спектральную, хроматографическую и иную информацию для установления эффективной оценки аналитических данных;</li> <li>- осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техники лабораторных работ.</li> </ul>
	<p>ПК-1.2. Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты решения профильных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регламентирующие стандарты оценки состояния поднадзорных территорий;</li> <li>- неблагоприятные факторы воздействия на окружающую среду и их возможные источники.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить оценку риска и осуществление мер профилактики возникновения неблагоприятных факторов воздействия на окружающую среду.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работы с технологической и аналитической документацией.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	консультации	аттестационные испытания			
1	Введение. Основные понятия экологической химии. Биогеохимические циклы миграции химических элементов. Нарушение природных биогеохимических циклов вследствие антропогенного воздействия.	5	2				4	Тестирование по темам 1-4.	
2	Химические процессы в атмосфере. Химическое загрязнение атмосферы. Первичные и вторичные загрязнители.	5	2	1			4	Опрос. Тестирование по темам 1-4. Отчет по практической работе.	
3	Химические процессы в гидросфере. Химическое загрязнение водных экосистем.	5	2	2	2		4	Опрос. Тестирование по темам 1-4. Отчет по практической работе.	
4	Химическое загрязнение и охрана почв. Пестициды: классификация, свойства, влияние на биоту.	5	2	2			4	Опрос. Тестирование по темам 1-4. Отчет по практической работе.	
5	Тяжелые металлы в окружающей среде, их круговорот и формы нахождения в оболочках Земли.	5	1	1			6	Опрос. Тестирование по темам 5-6. Отчет по практической работе.	
6	Синтетические органические соединения в окружающей среде. Зависимость токсических свойств органических соединений от их химического состава и строения. Пути трансформации органических соединений в окружающей среде и в живых организмах.	5	1	2			6	Опрос. Тестирование по темам 5-6. Отчет по практической работе.	

7	Основы мониторинга загрязнений окружающей среды.	5	2	2			2	Опрос. Тестирование по темам 7-9. Отчет по практической работе.
8	Особенности отбора проб и пробоподготовки при анализе различных объектов окружающей среды. Современные методы пробоподготовки.	5	2	3	2		2	Опрос. Тестирование по темам 7-9. Отчет по практической работе.
9	Применение аналитических методов при анализе почв, проб воздуха и воды. Особенности и нюансы применения различных аналитических методов при анализе объектов окружающей среды. Регламентирующие стандарты.	5	2	3	4		8	Опрос. Тестирование по темам 7-9. Отчет по практической работе.
						0,3	63,7	Зачёт
	<b>Всего</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>103,7</b>	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Химические процессы в атмосфере. Химическое загрязнение атмосферы. Первичные и вторичные загрязнители.	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Химические процессы в гидросфере. Химическое загрязнение водных экосистем.	5		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Химическое загрязнение и охрана почв. Пестициды: классификация, свойства, влияние на биоту.	5		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Тяжелые металлы в окружающей среде, их круговорот и формы нахождения в оболочках Земли.	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Синтетические органические соединения в окружающей среде. Зависимость токсических свойств органических соединений от их химического состава и строения. Пути трансформации органических соединений в окружающей среде и в живых организмах.	5		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Основы мониторинга загрязнений окружающей среды.	5		2					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Особенности отбора проб и пробоподготовки при анализе различных объектов окружающей среды. Современные	5		3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ

	методы пробоподготовки.								
8	Применение аналитических методов при анализе почв, проб воздуха и воды. Особенности и нюансы применения различных аналитических методов при анализе объектов окружающей среды. Регламентирующие стандарты.	5		3					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>			<b>16</b>					

### Содержание разделов дисциплины

#### **1. Основные понятия экологической химии. Биогеохимические циклы миграции химических элементов. Нарушение природных биогеохимических циклов вследствие антропогенного воздействия.**

- 1.1. Экология. Понятие биогеохимических циклов. Макро- и микроэлементы, биогенные элементы.
- 1.2. Круговорот углерода.
- 1.3. Круговорот кислорода.
- 1.4. Круговорот азота.
- 1.5. Круговорот серы.
- 1.6. Круговорот фосфора.
- 1.7. Ксенобиотики.

#### **2. Химические процессы в атмосфере. Химическое загрязнение атмосферы. Первичные и вторичные загрязнители.**

- 2.1. Воздух как многокомпонентная система. Особенности атмосферы как оболочки Земли. Источники загрязнения атмосферы. Типы загрязнителей.
- 2.2. Способы трансформации ксенобиотиков в атмосфере. Первичные и вторичные загрязнители.
- 2.3. Особенности при отборе проб воздуха и подготовке образцов к анализу.

#### **3. Химические процессы в гидросфере. Химическое загрязнение водных экосистем.**

- 3.1. Особенности гидросферы как оболочки Земли.
- 3.2. Источники загрязнений и типы загрязнителей гидросферы.
- 3.3. Способы трансформации ксенобиотиков в водной среде.
- 3.4. Отбор проб воды и подходы к пробоподготовке.

#### **4. Химическое загрязнение и охрана почв. Пестициды: классификация, свойства, влияние на биоту.**

- 4.1. Пестициды: определение, классы загрязнителей.
- 4.2. Способы трансформации и деградации пестицидов в окружающей среде.
- 4.3. Воздействие пестицидов на живые системы.
- 4.4. Газовая хроматография как метод контроля содержания пестицидов в почвах и иных объектах окружающей среды.

## **5. Тяжелые металлы в окружающей среде, их круговорот и формы нахождения в оболочках Земли.**

- 5.1. Понятие тяжелых металлов. Тяжелые и легкие элементы. Особенности химического строения.
- 5.2. Формы нахождения тяжелых металлов в природе. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.
- 5.3. Влияние тяжелых металлов на живые организмы.
- 5.4. Цикл ртути.
- 5.5. Атомная спектрометрия как метод анализа тяжелых металлов в различных объектах окружающей среды.

## **6. Синтетические органические соединения в окружающей среде. Зависимость токсических свойств органических соединений от их химического состава и строения. Пути трансформации органических соединений в окружающей среде и в живых организмах.**

- 6.1. Применение продуктов органического синтеза в повседневной жизни человека.
- 6.2. Синтетические моющие средства и их опасность для экосистем.
- 6.3. Зависимость токсических свойств органических соединений от их химического состава и строения.
- 6.4. Пути трансформации органических соединений в окружающей среде и живых системах.
- 6.5. Хромато-масс-спектрометрия как метод идентификации и количественной оценки различных синтетических веществ.

## **7. Основы мониторинга загрязнений окружающей среды.**

- 7.1. Понятие мониторинга и экологического мониторинга. Классификация типов мониторинга и факторов воздействия на окружающую среду.
- 7.2. Этапы проведения химического анализа. Качественный и количественный анализ.
- 7.3. Общие представления об отборе проб и пробоподготовке. Особенности при отборе проб воды, воздуха, почвы. Нормативная документация.
- 7.4. Введение в пробоподготовку.
- 7.5. Классификация методов анализа природных систем.

## **8. Особенности отбора проб и пробоподготовки при анализе различных объектов окружающей среды. Современные методы пробоподготовки.**

- 8.1. Аналитическая химия и ряд определений. Теория измерений. Погрешности измерений. Правильность и прецизионность. Анализ данных на наличие промахов.
- 8.2. Функция и правила отбора проб. Понятие выборки и генеральной совокупности. Типы образцов. Нормативная документация.
- 8.3. Отделение осадка от раствора.
- 8.4. Удаление липофильных компонентов.
- 8.5. Работа с белками.
- 8.6. Дегазация.
- 8.7. Методы экстракции.
- 8.8. Мембранное фильтрование.
- 8.9. Вакуумная дистилляция.

## **9. Применение аналитических методов при анализе почв, проб воздуха и воды. Особенности и нюансы применения различных аналитических методов при анализе объектов окружающей среды. Регламентирующие стандарты.**

- 9.1. Основные стратегии анализа.

- 9.2. Ключевые аспекты применения классических химических методов при анализе объектов окружающей среды и природных систем.
- 9.3. Ключевые аспекты применения электрохимических методов при анализе объектов окружающей среды и природных систем.
- 9.4. Ключевые аспекты применения спектральных и оптических методов при анализе объектов окружающей среды и природных систем.
- 9.5. Ключевые аспекты применения разделительных методов при анализе объектов окружающей среды и природных систем.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением мультимедийных приложений. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, уже знакомых из смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков, закреплению и проверке полученных на лекции знаний.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе осуществления образовательного процесса будут задействованы:

- аудитория, оборудованная для проведения лекций и консультаций, оснащенная компьютером и мультимедийным проектором;
- компьютерный класс ЯрГУ;
- фонд библиотеки.

Электронный учебный курс «Аналитический контроль объектов окружающей среды» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- представлена информация о формах синхронного и асинхронного взаимодействий между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome;
- надстройка Chemometrics Add-In для MS Excel;
- оболочка для статистического программирования R-studio.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- база спектральной информации «SpectraBase»  
<https://spectrabase.com/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Волков В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды. [Электронный ресурс] / Волков В.А. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 256 с.  
<https://e.lanbook.com/book/168791>
2. Топалова О.В. Химия окружающей среды [Электронный ресурс] / Топалова О.В., Пимнева Л.А. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 160 с.  
<https://reader.lanbook.com/book/167346>
3. Преснухин В.И. Экологический мониторинг геосреды Южной пригородной зоны города Ярославля / В.И. Преснухин, В.Л. Рохмистров, В.А. Невзоров. - Ярославль: ЯГПУ, 2001. - 230 с.  
[http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=294876&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=294876&cat_cd=YARSU)

### **б) дополнительная литература**

1. Назаров И.М. Основы дистанционных методов мониторинга загрязнения природной среды / И.М. Назаров, А.Н. Николаев, Ш.Д. Фридман. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 280 с.  
[http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1905491&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1905491&cat_cd=YARSU)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Доцент института  
фундаментальной и прикладной химии, к.х.н.



А.С. Лебедев

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Аналитический контроль факторов воздействия на окружающую среду»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Темы практических занятий:**

1. Абиогенная и биогенная трансформация ксенобиотиков в атмосфере.
2. Абиогенная и биогенная трансформация ксенобиотиков в гидросфере.
3. Абиогенная и биогенная трансформация ксенобиотиков и пестицидов в почве.
4. Распространенность тяжелых металлов в различных оболочках Земли.
5. Стратегии контроля производственных и аналитических процессов.
6. Свойства веществ, определяющие их токсичность и биоразлагаемость.
7. Основные подходы к мониторингу окружающей среды.
8. Определение подлинности токсикантов методом ИК-спектроскопии. Хемометрические методы обработки данных. Классификация образцов методом SIMCA. БИК-спектроскопия.
9. Построение калибровочной зависимости. Способы приготовления растворов.
10. Проверка дозирующих устройств и обработка полученных данных: систематическая и случайная погрешность, поиск выбросов. Проверка пипет-дозаторов. Дозирование по объему. Термические методы анализа.
11. Хроматографические методы анализа. Обработка данных, идентификация, количественный анализ.
12. Выбор методических подходов при анализе различных объектов окружающей среды.

**Примеры вопросов при проведении опроса**

**Тема 2**

1. Опишите элементный состав атмосферы.
2. Что такое первичные и вторичные загрязнители?
3. Охарактеризуйте ключевые факторы трансформации загрязнителей в атмосфере.

**Тема 3**

1. Опишите элементный состав гидросферы.
2. Охарактеризуйте ключевые факторы трансформации загрязнителей в гидросфере.
3. Что такое ксенобиотики?

**Тема 4**

1. Опишите элементный состав литосферы.
2. Что такое почва?
3. Охарактеризуйте ключевые факторы трансформации загрязнителей в почве.

**Тема 5**

1. Объясните понятие «тяжелые металлы».
2. Какие тяжелые металлы контролируются в пищевых продуктах? Какие методы используются для их определения?

3. Опишите цикл трансформации ртути в окружающей среде и живых системах.

#### **Тема 6**

1. Чем опасно присутствие синтетических органических веществ в окружающей среде?
2. Приведите примеры распространенных синтетических соединений, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду.
3. Охарактеризуйте основные пути трансформации органических соединений в окружающей среде.

#### **Тема 7**

1. Что такое экологический мониторинг?
2. Классификация мониторинга. Уровни мониторинга.

#### **Тема 8**

1. Перечислите функции отбора проб и пробоподготовки.
2. Перечислите способы дегазации жидкостей, отделения осадка от раствора, концентрирования аналитов.

#### **Тема 9**

1. Перечислите уровни лабораторного анализа. Охарактеризуйте каждый уровень.
2. Как подтвердить подлинность аналита?
3. Какие методы чаще всего применяют для количественного анализа аналита в образце?

### **Типовые варианты тестовых заданий Тестирование по темам 1-4**

1. Перевод органического азота в восстановленную неорганическую форму носит название...  
А. Нитрификация  
Б. Азотфиксация  
В. Аммонификация  
Г. Денитрификация
2. Какие биологические вещества НЕ содержат серу?  
А. Жиры  
Б. Белки  
В. Азотистые основания  
Г. Желчные кислоты
3. Укажите элемент, преобладающий в литосфере.  
А. Si  
Б. С  
В. N  
Г. Fe  
Д. Са

### **Тестирование по темам 5-6**

1. К Анионным ПАВ относится...  
А. Лаурилсульфат натрия  
Б. Цетилтриметиламмоний бромид

В. Октилгликозид

2. Как правило, биотрансформация синтетических ксенобиотиков в живых системах направлена на...

- А. Повышение гидрофобности молекулы
- Б. Повышение гидрофильности молекулы
- В. Разрыв водородных связей

3. Какой металл обладает наибольшей подвижностью в окружающей среде

- А. Ni
- Б. Cd
- В. Hg
- Г. Pb

### Тестирование по темам 7-9

1. Основная цель отбора проб – ...

- А. Получить репрезентативную выборку генеральной совокупности
- Б. Провести неразрушающий аналитический контроль
- В. Подготовить образец к аналитическому контролю
- Г. Снизить матричные эффекты

2. Одна из целей пробоподготовки – ...

- А. Получить репрезентативную выборку генеральной совокупности
- Б. Провести неразрушающий аналитический контроль
- В. Выявить градуировочную зависимость сигнала от концентрации
- Г. Снизить матричные эффекты

3. Перевод аналита в удобную для анализа форму называется...

- А. Отбором проб
- Б. Дериватизацией
- В. Дегазацией
- Г. Матричным эффектом
- Д. Валидацией

#### **Правила выставления оценки по результатам тестирования:**

- *Отлично* выставляется за 85% правильных ответов и более.
- *Хорошо* выставляется за 65% правильных ответов и более.
- *Удовлетворительно* выставляется за 50% правильных ответов и более.
- *Неудовлетворительно* выставляется при наличии менее 50% правильных ответов или при отказе обучающегося пройти тестовый контроль.

#### **Правила выставления оценки по результатам практической работы:**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская

незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл.

### **Правила выставления оценки по результатам опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к зачету**

1. Основные понятия химии окружающей среды.
2. Природные и антропогенные источники загрязнения окружающей среды.
3. Понятие о биогеохимических циклах, их типы.
4. Биогеохимический цикл углерода: тип цикла, схема, превращения соединений углерода в окружающей среде, антропогенное воздействие на цикл.
5. Биогеохимический цикл азота: тип цикла, схема, превращения соединений азота в окружающей среде, антропогенное воздействие на цикл. Формы азота, процессы, приводящие к переходу азота из одной формы в другую. Азотфиксация, нитрификация, денитрификация, аммонификация. Усваивание нитратов и нитритов.
6. Биогеохимический цикл серы: тип цикла, схема, превращения соединений серы в окружающей среде, антропогенное воздействие на цикл.
7. Биогеохимический цикл фосфора и кислорода: тип цикла, схема, превращения соединений фосфора в окружающей среде, антропогенное воздействие на цикл.
8. Классификация организмов по типу метаболизма
9. Понятие о ксенобиотиках. Классификация ксенобиотиков. Примеры органических и неорганических ксенобиотиков.
10. Накопление токсинов в организме. Биомагнификация, биоконцентрирование, биоаккумуляция, экологическая магнификация. Химические экорегуляторы.
11. Классификация загрязнений по природе действующего агента, примеры.
12. Химическое загрязнение атмосферы. Первичные загрязнители атмосферы.
13. Пыль, аэрозоли (взвеси). Источники поступления, влияние на биоту

14. Угарный и углекислый газы – загрязнители воздуха. Источники поступления, влияние на биоту.
15. Источники поступления SO<sub>2</sub> в атмосферу и его воздействие на биоту.
16. Источники поступления (NO)<sub>x</sub> и их влияние на биоту.
17. Тяжелые металлы в окружающей среде, влияние на биоту.
18. Цикл ртути. Формы ртути.
19. Химическое загрязнение почв.
20. Пестициды: классификация, свойства пестицидов, влияние на окружающую среду.
21. Химические процессы в гидросфере.
22. Химическое загрязнение водных экосистем.
23. Способы утилизации токсичных промышленных отходов.
24. Диоксины – глобальные экотоксиканты. Источники их поступления в биосферу.
25. Синтетические органические соединения в окружающей среде. Поверхностно-активные вещества. Классификация ПАВ.
26. Зависимость токсических свойств органических соединений от химического состава и строения.
27. Абиотическая трансформация ксенобиотиков. Влияние света, кислорода, влаги, температуры. Комплексообразование. Примеры.
28. Активные формы кислорода, триплетный и синглетный кислород. Супероксидный анион-радикал, перекиси. Супероксиддисмутаза, пероксидаза, каталаза как системы детоксикации.
29. Биотрансформация. Агенты биотрансформации. Биотрансформация у человека, высших животных и растений. Стадии модификации и трансформации. Примеры увеличения токсичности после биотрансформации. Примеры реакций.
30. Микробиологическая трансформация ароматических соединений. Интра- и экстрадиольный путь окисления (дециклизации). Промежуточные и конечные продукты.
31. Основы мониторинга загрязнителей окружающей среды, Методы, лежащие в основе контроля за химическим загрязнением окружающей среды.
32. Пробоподготовка, типы проб. Точечные пробы, объединенная проба, средняя проба, готовая проба, лабораторные и контрольные пробы.
33. Особенности отбора проб воды, пищевых продуктов, почвы, воздуха. Примеры.
34. Пробоподготовка. Понятия аналита, матрицы, матричного эффекта, дериватизации.
35. Задачи пробоподготовки.
36. Методы отделения осадка от раствора.
37. Методы удаления липофильных компонентов.
38. Приемы работы с белками, дегазация растворов.
39. Ускоренная экстракция растворителями.
40. Экстракция в аппарате Сокслета.
41. Твердофазное экстрагирование.
42. Мембранное фильтрование.
43. Вакуумная дистилляция
44. Дозирование жидкостей.
45. Качественный и количественный анализ: основные цели, задачи и подходы.
46. Классические химические методы анализа.
47. Разделительные методы при оценке состояния природных объектов.
48. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).
49. Высокоэффективный капиллярный электрофорез (ВЭКЭ).
50. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Преимущества и недостатки при проведении мониторинга и анализа объектов окружающей среды.
51. Спектральные методы анализа при оценке состояния природных объектов.
52. Атомная спектрометрия: абсорбционный и эмиссионный варианты. Пробоподготовка.
53. Молекулярная спектрометрия: абсорбционный и эмиссионный варианты.

54. Инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия) среднего и ближнего диапазона.
55. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия.
56. Термические методы анализа.
57. Стратегии контроля производственных и аналитических процессов.
58. Метод внешнего стандарта при расчете концентраций загрязнителей и ксенобиотиков.

**Правила выставления оценки при устном ответе на зачете:**

Устный ответ на зачете оценивается по 2 балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно; - на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Аналитический контроль объектов окружающей среды»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Аналитический контроль объектов окружающей среды» являются лекции с использованием презентаций. Это связано с тем, что учебный материал содержит большое число схем, таблиц, рисунков, которые затем используются студентами в самостоятельной работе при подготовке к занятиям. Очень важным компонентом занятий является практические работы, которые охватывают практически все основные разделы курса, и способствуют углублению и закреплению знаний, полученных студентами при прослушивании лекций.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде тестовых и контрольных работ, проверяются отчеты студентов при выполнении заданий на практических работах. В конце обучения планируется зачет, вопросы которого охватывают все разделы дисциплины.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе 8 данной программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ: более 3000 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете.

2. <https://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Юрайт»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика)

3. <http://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Лань»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика). Доступны коллекции: Математика, Информатика.

4. <http://ebs.prospekt.org>

Электронно-библиотечная система «Перспект»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика).

5. <http://window.edu.ru/catalog>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.