

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Юдина Светлана Валерьевна

Должность: Директор АФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 22.03.2022 14:09:12

Уникальный программный ключ:

ee380433c1f82e02d4d5e72f6171f8c7c74ed0ff4b72875650075f51c9c70760

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Альметьевский филиал**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала

С.В. Юдина

«02»

04

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**«Б1.В.10 Экоаналитическая химия»**

Квалификация: **бакалавр**

Форма обучения: **очная, заочная**

Направление подготовки: **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль): **Безопасность жизнедеятельности в техносфере**

Альметьевск 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.05.2020 № 680

Разработчик (и):

Гумеров Т.Ю., канд. хим. наук, доцент 

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

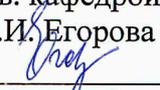
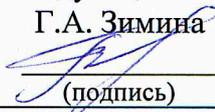
(подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры КМТ протокол от «10» июня 2021г. № 6.

Заведующий кафедрой КМТ, Е.И. Егорова, канд.техн.наук, доцент

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	Кафедра, ответственная за ОП	10.06.21	№6	зав. кафедрой Е.И. Егорова  (подпись)
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия АФ КНИТУ-КАИ	11.06.21	№3	председатель УМК Г.М. Муфахарова  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека АФ КНИТУ-КАИ	10.06.21	—	заведующая НТБ Г.А. Зимина  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Учебно-методический отдел АФ КНИТУ-КАИ	10.06.21	—	заведующая УМО З.А. Ахтямова  (подпись)

# **1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины «Экоаналитическая химия» является приобретение обучающимися знаний в области современных методов определения состава веществ и использование аналитической химии для решения экологических задач.

## **1.2 Задачи дисциплины (модуля)**

- Формирование навыков проведения химического анализа;
- Изучение теоретических основ методов экоаналитической химии;
- Изучение методов качественного и количественного анализа;
- Изучение правил пробоотбора и пробоподготовки;
- Приобретение опыта расчетов состава ионно-минеральных, газовых систем и способов обработки экспериментальных данных;
- Изучение естественных процессов, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере;
- Изучение приоритетных загрязнителей окружающей среды - их поступление и химические превращения в окружающей среде, характер воздействия на качество сред обитания, на растения, животных, здоровье человека;
- Изучение методов анализа приоритетных загрязнителей окружающей среды, способов предотвращения загрязнения окружающей среды химическими веществами.

## **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

## **1.4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебной работы) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, а – Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ												
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)</i>					
		Лекции/в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультации, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации	
3	5 ЗЕ/180	16	16	16	–	–	2	0,2	–	–	96	33,8	Экзамен	
<b>Итого</b>	<b>5 ЗЕ/180</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>96</b>	<b>33,8</b>		

Таблица 1.1, б – Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ												
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)</i>					
		Лекции/в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультации, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации	
4	5 ЗЕ/180	4	6	4	–	–	2	0,2	–	–	157	6,8	Экзамен	
<b>Итого</b>	<b>5 ЗЕ/180</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>157</b>	<b>6,8</b>		

### 1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен проводить экологический анализ, определять меру опасности для окружающей среды, осуществлять измерения уровней опасностей в окружающей среде, обрабатывать полученные результаты и составлять прогнозы возможного развития ситуации	ИД-1 <sub>ПК-6</sub> Выявляет и критически анализирует причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду	Знает: источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду в организации Умеет: разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду Владеет: навыками оценки последствий аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам, с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных работ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1, а – Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы (очная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (в час)			Индивидуальная контактная работа	Самостоятельная работа: проработка учебного материала (самоподготовка), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка к ПА
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
<b>Семестр 3</b>						
Раздел № 1. Основы экоаналитической химии. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.	47	5	5	5	–	32
Раздел № 2. Количественный анализ. Физико-химические процессы в биосфере.	47	5	5	5	–	32
Раздел № 3. Физико-химические методы анализа. Подготовка проб к анализу.	50	6	6	6	–	32
Экзамен	36	–	–	–	2,2	33,8
<b>Итого за 3 семестр</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2,2</b>	<b>129,8</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2,2</b>	<b>129,8</b>

Таблица 2.1, б – Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (в час)			Индивидуальная контактная работа	Самостоятельная работа: проработка учебного материала (самоподготовка), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка к ПА
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
<b>Семестр 4</b>						

Раздел № 4. Основы экоаналитической химии. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.	56	1	2	1	–	52
Раздел № 5. Количественный анализ. Физико-химические процессы в биосфере.	56	1	2	1	–	52
Раздел № 6. Физико-химические методы анализа. Подготовка проб к анализу.	59	2	2	2	–	53
Экзамен	9	–	–	–	2,2	6,8
<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>180</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2,2</b>	<b>163,8</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2,2</b>	<b>163,8</b>

## 2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

Раздел 1. Основы экоаналитической химии. Общие закономерности распределения химических загрязняющих веществ в биосфере.

Тема 1.1. Теоретические основы экоаналитической химии.

Место, роль и значение экоаналитической химии среди естественных наук. Теоретические и практические основы экологической аналитической химии. Основные понятия курса. Анализ химически загрязняющих веществ. Качественный и количественный анализ. Принципы, методы и методики анализа. Особенности аналитической химии токсикантов. Методология скрининга. Оценка качества результатов анализа.

Тема 1.2. Классификация методов анализа.

Классификация аналитических методов анализа: качественный и количественный; химические, физико-химические, физические, биологические. Аналитический сигнал, селективность, количественный критерий селективности, чувствительность методов, количественный критерий чувствительности. Этапы проведения анализа.

Тема 1.3. Качественный анализ катионов.

Качественная химическая реакция. Классификация реакций в качественном химическом анализе - реакции разделения (групповые), реакции обнаружения (специфические, селективные). Виды анализа: дробный, систематический. Кислотно-основная схема анализа катионов.

Тема 1.4. Качественный анализ анионов.

Схема анализа анионов. Основы классификации. Виды анализа: дробный, систематический. Групповые реакции. Реакции обнаружения и определения анионов: специфические селективные.

Тема 1.5. Основные виды химически загрязняющих веществ.

Основные химические виды загрязняющих веществ. Неорганические вещества: соединения серы, фосфора, углерода, азота, тяжелые металлы, галогены, радиоактивные отходы и выбросы. Органические соединения: углеводороды, ароматические соединения, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нефть и нефтепродукты, детергенты в природных водах (ПАВ), пестициды, диоксины, фреоны.

Тема 1.6. Миграция химически загрязняющих веществ в биосфере.

Миграция химически загрязняющих веществ в биосфере. Внутренние и внешние факторы миграции. Миграция и трансформация нефти, ПАУ, пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов в биосфере. Экологические последствия промышленного загрязнения биоценозов.

Раздел 2. Количественный анализ. Физико-химические процессы в биосфере.

Тема 2.1. Физико-химические процессы в атмосфере.

Состав и строение атмосферы. Термосфера. Мезосфера. Стратосфера. Тропосфера. Стратосферный озон. Цикл Чэпмена. Свободные радикалы в атмосфере. Циклы перекисного и гидроперекисного радикала. Вода в атмосфере. Химические превращения органических соединений. Загрязнение атмосферы. Характеристика загрязнений. Состояние загрязнений в атмосфере. Трансформация соединений серы, азота, углерода. Смог. Парниковые газы. Кислотные дожди. Возникновение загрязнений и время пребывания в атмосфере. Защита атмосферы.

Тема 2.2. Физико-химические процессы в гидросфере.

Аномальные свойства воды и состав природных вод. Способы классификации природных вод. Компоненты природной воды. Кислотно-основные равновесия в природных водоемах. Растворимость карбонатов и рН природных вод. Щелочность природных вод. Процессы закисления водоемов. Окислительно-восстановительные процессы. Взаимосвязь между окислительно-восстановительными и кислотно-основными характеристиками природных вод. Редокс-буферность природных вод. Загрязнения водоемов. Эвтрофикация водоемов. Очистка и самоочистка. Стратегия водопользования.

Тема 2.3. Физико-химические процессы в литосфере.

Строение литосферы и структура земной коры. Минералы и горные породы. Гипергенез и почвообразование. Состав почв (механический, элементный, органические вещества почвы). Поглощительная и катионообменная способность почв. Щелочность и кислотность почв. Эрозия. Кислотные дожди и их последствия. Влияние тяжелых металлов на развитие растений. Сохранение почв.

Тема 2.4. Количественный анализ.

Классификация методов современного количественного анализа. Статистическая обработка результатов анализа. Классификация ошибок количественного анализа, определение доверительного интервала.

#### Тема 2.5. Гравиметрия.

Гравиметрический анализ: сущность гравиметрии. Растворимость, механизм образования твердой фазы, виды осадков, требования к осадкам. Классификация методов гравиметрического анализа (выделение, осаждение, отгонка). Этапы гравиметрического анализа. Требования к гравиметрической форме, применение и недостатки гравиметрического анализа.

#### Тема 2.6. Титриметрия.

Основы титриметрического метода анализа. Способ выражения концентрации в титриметрии, титрант, аналит. Титрование, точка эквивалентности, точка конца титрования, индикаторы. Способы титриметрических определений. Методы титриметрического анализа (кислотно-основной, окислительно-восстановительный, осадительный, комплексонометрический).

### Раздел 3. Физико-химические методы анализа. Подготовка проб к анализу.

Тема 3.1. Предельно допустимые концентрации химических загрязняющих веществ в компонентах биосферы.

Предельно допустимые концентрации химических загрязняющих веществ в компонентах биосферы. Концепция ПДК. ПДК вредных веществ в атмосфере, гидросфере, литосфере. ПДК загрязняющих веществ в продуктах питания.

#### Тема 3.2. Методы пробоотбора.

Методы пробоотбора. Виды проб. Отбор проб воздуха, природных и сточных вод, почвы.

#### Тема 3.3. Методы пробоподготовки.

Пробоподготовка. Вскрытие пробы: «сухой» и «мокрый» способ; специальные методы (термическое разложение, пиролиз, с использованием ионитов); разрушение органических веществ. Методы разделения и концентрирования: жидкостная и твердофазная экстракция, хроматографические методы, упаривание и дистилляция.

#### Тема 3.4. Методы хроматографического анализа.

Физико-химические основы метода (процессы сорбции, десорбции), подвижная фаза (п.ф.), неподвижная фаза (н.ф.). Классификация методов хроматографии. Теории хроматографии: теория теоретических тарелок, кинетическая теория (уравнение ван-Деемтера). Газовая хроматография-газожидкостная, газотвердофазная (адсорбционная), основные узлы газового хроматографа, способы детектирования в ГХ. Преимущества, недостатки ГХ. Жидкостная хроматография – высокоэффективная жидкостная хроматография

(ВЭЖХ), основные принципы разделения, модули в ВЭЖХ, система ввода пробы, система детектирования. Ионообменная хроматография. Распределительная хроматография - ионная хроматография (ИХ); тонкослойная хроматография (ТСХ), области применения, подвижная и неподвижная фазы, нанесение пробы и получение хроматограммы, детектирование, недостатки ТСХ.

Тема 3.5. Методы электрохимического анализа.

Классификация методов электрохимического анализа. Потенциометрия. Электроды в потенциометрии: I и II рода; окислительно-восстановительные, ионоселективные. Рабочие, индикаторные электроды, электроды сравнения, рН-метрия, стеклянный электрод. Потенциометрическое титрование. Виды кривых титрования: прямая, дифференциальная, по второй производной. Примеры практического использования. Вольтамперометрия. Классификация: прямая и инверсионная вольтамперометрия, переменноточковая. Полярография. Принципы и эксперимент. Ртутный капаящий электрод (РКЭ), потенциал полуволны, диффузионный ток, уравнение Ильковича. Кондуктометрия. Электропроводность растворов. Кондуктометрическое титрование.

Тема 3.6. Методы спектрального анализа.

Основы метода. Классификация методов. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Спектры поглощения. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Фотометрия. Практическое использование в анализе.

### **2.3 Курсовая работа (курсовой проект)**

Не предусмотрен(а) учебным планом.

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 3.1 Содержание оценочных материалов и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Перечень оценочных средств текущего контроля представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочные средства текущего контроля

Виды учебных занятий	Наименование оценочного средства текущего контроля	Код и индикатор достижения компетенции
Лекции	Тестовые задания текущего контроля по разделам дисциплины	ИД-1пк-6
Лабораторные работы	Задания (вопросы) к лабораторным работам	ИД-1пк-6
Практические занятия	Вопросы для подготовки к практическим занятиям	ИД-1пк-6
Самостоятельная работа	Вопросы для самоподготовки	ИД-1пк-6

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Примеры тестовых заданий текущего контроля:

Тестовые задания по разделу 1

1) Предел обнаружения - это

1. минимальная концентрация или минимальное количество вещества, которое может быть обнаружено данным методом.

2. реакция, обнаруживающая меньшее количество элемента

3. реакция, протекающая с наименьшим числом элементов

4. реакция, позволяющая обнаружить данный ион в присутствии

других

2) В основу деления анионов на аналитические группы положена их способность к образованию

1. солей бария

2. солей магния

3. солей кальция

4. солей натрия

3) Какие катионы относятся к гидроксидной аналитической группе

1.  $Mg^{+2}$
2.  $Mn^{+2}$
3.  $Hg^{2+2}$
4.  $Fe^{+2}$

4) Какие катионы относятся к аммиакатной аналитической группе

1.  $K^{+}$
2.  $Cu^{+2}$
3.  $Co^{+2}$
4.  $Ni^{+2}$

5) Какие катионы относятся к растворимой аналитической группе

1.  $K^{+}$
2.  $Ag^{+}$
3.  $Pb^{+2}$
4.  $Al^{+3}$

6) Какой реагент используется для определения иона аммония?

1. гидроксид натрия
2. реактив Несслера
3. серная кислота
4. желтая кровяная соль

7) Какой реагент используется для определения ионов меди (II), цинка, железа (III)

1. желтая кровяная соль
2. реактив Несслера
3. красная кровяная соль
4. серная кислота

8) Ход анализа, при котором обнаружение компонентов производят в отдельных порциях раствора с помощью специфических реактивов без предварительного отделения компонентов, называется:

1. систематическим
2. специфическим
3. селективным
4. дробным

9) Вещество, добавляемое к исследуемому объекту для проведения аналитической реакции, называется

1. аналитический реактив
2. аналитический реагент
3. индикаторное вещество
4. катализатор реакции

Тестовые задания по разделу 2

1) Резкое изменение pH раствора, наблюдающееся вблизи точки эквивалентности, называют:

1. конечной точкой титрования
2. точкой эквивалентности
3. скачком титрования

4. интервалом перехода окраски индикатора
- 2) В титриметрических методах анализа титрант вводится к определяемому веществу:
  1. в избытке
  2. в эквивалентном количестве
  3. в недостатке
  4. до достижения  $pH = 7$
- 3) Область значений  $pH$ , в которой становится видимым изменение цвета индикатора, называют:
  1. конечной точкой титрования
  2. точкой эквивалентности
  3. интервалом перехода окраски индикатора
  4. константой диссоциации индикатора
- 4) Доверительные границы случайной погрешности - это интервал, в который с заданной вероятностью попадает:
  1. истинное значение измеренной величины
  2. промах
  3. доверительная вероятность
  4. среднее значение измеренной величины
- 5) Интервал перехода окраски фенолфталеина находится в интервале значений  $pH$ :
  1. 4,2 - 6,2
  2. 3,1 - 4,0
  3. 8,2 - 10,0
  4. 7,1 - 10,9
- 6) В титриметрических методах анализа используют реакции:
  1. замещения
  2. нейтрализации
  3. присоединения
  4. конденсации
- 7) Фактор эквивалентности фосфорной кислоты в реакции  $H_3PO_4 + 2NaOH = Na_2HPO_4 + 2H_2O$  равен:
  1. 1
  2. 1/2
  3. 2
  4. 1/3
- 8) Процесс установления точной концентрации титранта называют:
  1. стандартизация
  2. метрология
  3. сертификация
  4. унификация
- 9) Возникновение «озоновой дыры» над Антарктидой обусловлено:
  1. протеканием гетерогенных процессов с участием атомарного хлора
  2. резким понижением температуры
  3. нарушением движения воздушных масс в зимнее время

4. все выше перечисленные факторы являются правильными

Тестовые задания по разделу 3

1) Какие компоненты, входящие в состав природных вод, относятся к микроэлементам:

1. азот, сера
2. кальций, магний
3. литий, бериллий
4. азот, кислород

2) Явление локальной температурной инверсии в тропосфере обусловлено:

1. изменением солнечной активности
2. изменением температурного градиента в тропосфере
3. изменением альбедо поверхности Земли
4. ростом выбросов углекислого газа

3) В качестве электрода сравнения, потенциал которого принят за ноль, выбран:

1. каломельный электрод
2. хлорсеребряный электрод
3. водородный электрод
4. стеклянный электрод

4) Уравнение Нернста можно записать следующим образом:

1.  $E_{\text{ox/Red}} = E^{\circ}_{\text{ox/Red}} + (RT/n) \lg([Ox]/[Red])$
2.  $E_{\text{Red/ox}} = E^{\circ}_{\text{Red/ox}} + (RT/nF) \ln(a_{\text{Red}}/a_{\text{ox}})$
3.  $E_{\text{ox/Red}} = E^{\circ}_{\text{ox/Red}} + (RT/nF) \ln(a_{\text{ox}}/a_{\text{Red}})$
4.  $E_{\text{ox/Red}} = E^{\circ}_{\text{Ox/Red}} + (0,059/nF) \ln(a_{\text{ox}}/a_{\text{Red}})$

5) Если окисленная форма вещества образует с компонентами раствора комплексные соединения, то окислительно-восстановительный потенциал системы:

1. увеличивается
2. меняется сложным образом (имеется экстремум)
3. не изменяется
4. уменьшается

6) Кривая потенциометрического титрования (интегральная форма) имеет вид:

1. S-образной (логарифмической) кривой
2. волны
3. параболы
4. пика

7) Кривая потенциометрического титрования (дифференциальная форма) имеет вид:

1. S-образной (логарифмической) кривой
2. волны
3. параболы
4. пика

8) Электрод, обратимо реагирующий на изменение состава анализируемого раствора, называется электродом:

1. сравнения
2. индикаторным
3. вспомогательным
4. генераторным

9) Под оптической плотностью раствора ( $A$ ) следует понимать выражение:

1.  $A = \lg I / I_0$
2.  $A = 2 - \lg T$
3.  $A = \lg I_0 / I$
4.  $A = \lg T$

Примеры вопросов для самоподготовки:

- 1) Электрохимические методы анализа. Сущность, классификация.
- 2) Вольтамперометрия.
- 3) Кондуктометрия.
- 4) Кулонометрия.
- 5) Электрогравиметрия.
- 6) Источники химического загрязнения биосферы. Промышленные источники.
- 7) Транспортные загрязнения.
- 8) Основные химические виды загрязняющих веществ. Органические соединения: углеводороды, ароматические соединения в биосфере. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), диоксины (ПХДД, ПХДФ), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).
- 9) Основные химические виды загрязняющих веществ. Нефть и нефтепродукты.

### **3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Для оценки степени сформированности компетенций используются оценочные материалы, включающие тестовые задания и контрольные (экзаменационные) вопросы.

Примеры тестовых заданий промежуточной аттестации:

- 1) Ксенобиотики – это вещества:
  1. несвойственные природной среде, синтезированные человеком
  2. соли тяжелых металлов
  3. органические удобрения
  4. вещества, разрушающие озон

2) К какому типу загрязнения можно отнести загрязнение атмосферы взвешенными частицами:

1. глобальному
2. региональному
3. локальному
4. местному

3) Использование химических удобрений сопряжено с некоторым риском, поскольку:

1. большинство удобрений не обеспечивает растения всеми необходимыми питательными веществами

2. удобрения плохо растворимы в дождевой воде
3. при смыве с полей удобрения могут вызвать эвтрофикацию водоемов
4. удобрения слишком дороги для многих фермеров

4) Антропогенными источниками парниковых газов являются:

1. сжигание ископаемого топлива
2. автомобильный транспорт
3. сельское хозяйство
4. все перечисленные выше источники

5) Монреальский протокол был направлен:

1. на сокращение производства и масштабов использования химических веществ, способствующих разрушению озона

2. на решение локальных экологических задач
3. на полное и немедленное запрещение производства фреонов
4. на развитие сотрудничества в области сохранения климата

б) Какой вид антропогенной деятельности более всего ответственен за глобальное повышение концентрации диоксида углерода в атмосфере?

1. автотранспорт
2. железнодорожный транспорт
3. морской транспорт
4. теплоэнергетика

7) Излучение какого диапазона имеет наименьшую длину волны?

1. видимый свет
2. ультрафиолетовое излучение
3. радиоволны
4. инфракрасное излучение

8) Какие компоненты, входящие в состав природных вод, относятся к главным ионам:

1. характеризующиеся высоким значением кларков и хорошей растворимостью

2. необходимые для нормального развития и жизнедеятельности организмов

3. играющие роль активаторов и инициаторов биохимических процессов

4. содержащиеся в большом количестве

9) Какие вещества называются гумусом?

1. жиры, пектины

2. сахара, полисахариды

3. не полностью разложившиеся остатки растений и животных

4. гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин

10) Какой из «парниковых газов» оказывает наиболее эффективное воздействие на парниковый эффект:

1. углекислый газ

2. метан

3. фреоны

4. водяные пары

11) Каковы формы миграции железа в природных водах:

1. в форме взвешенных частиц

2. в виде растворимых гидроксокомплексов

3. форма миграции зависит от присутствия органических веществ

4. в виде ионов

12) Вещество может быть отнесено к приоритетным загрязнителям по одному из признаков:

1. склонность к деградации

2. невозможность аналитического определения в окружающей среде

3. устойчивость в окружающей среде

4. локальные эпизодические выбросы

13) В молекулярной абсорбционной спектроскопии используются процессы перехода молекул (ионов) вещества в возбужденное состояние, которое сопровождается:

1. переходом валентных (внешних) электронов на более высокий энергетический уровень

2. возрастанием вращательного момента молекулы (иона)

3. переходом внутренних электронов на более высокий энергетический уровень

4. изменением колебательной энергии атомов в структуре молекулы (иона)

14) Выражение  $A = \epsilon Cl$  называют:

1. законом аддитивности светопоглощения

2. законом Гаусса
3. законом Бугера-Ламберта-Бера
4. законом Броуна-Бера

15) Принципиальная схема приборов, использующихся в молекулярной абсорбционной спектроскопии, включает основные узлы в следующей последовательности:

1. источник излучения - монохроматор - преобразователь - кювета с веществом - индикатор сигнала
2. источник излучения - преобразователь - кювета с веществом - монохроматор - индикатор сигнала
3. источник излучения - монохроматор - кювета с веществом - преобразователь - индикатор сигнала
4. источник излучения - кювета с веществом - преобразователь - монохроматор - индикатор сигнала

16) Газ, являющийся основной причиной образования кислотных осадков, это:

1. CO<sub>2</sub>
2. NO<sub>x</sub>
3. SO<sub>2</sub>
4. N<sub>2</sub>

17) Чем объясняется применение метода скрининга в анализе токсикантов:

1. значительно сокращает объем работы и удешевляет стоимость аналитического контроля
2. полученные результаты точны, могут служить справочными данными
3. не требует дальнейшего анализа пробы
4. доступностью, экспрессностью

18) Какой из методов применяют для определения нитратов:

1. фотометрический метод
2. титриметрический метод
3. ионометрический метод
4. кулонометрический метод

19) Как Вы понимаете - предельно допустимая концентрация рабочей зоны (ПДКР.з.) в атмосфере:

1. разовая концентрация вредного вещества населенных мест
2. при ежедневном вдыхании в течение восьми часов всего рабочего стажа
3. при ежедневном вдыхании в течение восьмичасового рабочего дня

4. разовая концентрация вредного вещества на рабочем месте
- 20) Пробы, предназначенные для анализа тяжелых металлов, хранят:
  1. в полиэтиленовых бутылках
  2. в стеклянных емкостях
  3. не имеет значения
  4. в полиэтиленовом пакете

Примеры экзаменационных вопросов:

1) Дайте определение «Экоаналитической химии» и обозначьте ее место в ряду других наук об окружающей среде. Цели и задачи дисциплины. Дайте определение понятиям «химическое загрязнение» и «ксенобиотик».

2) Аналитическая химия токсикантов. Основные задачи, этапы аналитического исследования.

3) Классификация методов анализа. Качественный анализ. Дробный и систематический.

4) Качественный анализ. Виды реагентов. Анализ катионов 1-6 групп.

5) Качественный анализ анионов 1-3 групп.

6) Основные способы выражения концентраций: молярная, нормальная, эквивалентная, процентная.

7) Закон эквивалентных отношений. Расчет концентрации определяемого вещества (прямое титрование). Дать определение следующим понятиям: титрование, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, кривая титрования, скачок титрования, степень оттитрования.

8) Йодометрическое титрование. Сущность метода. Приведите основные реакции при определении окислителей ( $K_2Cr_2O_7$ ), лежащие в основе определения.

9) Комплексометрическое титрование. Титрант, основная реакция при определении металлов, условия титрования. На чем основано действие металл-индикаторов? Что происходит в процессе титрования? Запишите схемы реакций.

10) Общая жесткость воды. Карбонатная жесткость воды. Способ определения.

11) Гравиметрия. Гетерогенные системы. Растворимость осадков. Виды осадков.

12) Спектральные методы анализа. Классификация. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Графическое изображение основного закона светопоглощения. Причины отклонения от закона.

Полный комплект материалов (текущего и промежуточного контроля), необходимых для оценивания результатов освоения дисциплины (модуля), хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

### 3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляются в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 3.2. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл за 1 аттестацию	Максимальный балл за 2 аттестацию	Максимальный балл за 3 аттестацию	Всего за семестр
3 семестр				
Тестирование	5	5	8	18
Отчет по лабораторной работе	5	5	6	16
Отчет по практическому занятию	5	5	6	16
Итого (максимум за период)	15	15	20	50
Экзамен	–	–	–	50
Итого	–	–	–	100

Таблица 3.3. Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

## 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### 4.1.1 Основная литература

1. Сычев С.Н., Гаврилина В.А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. Учебное пособие, 1-е изд.\* Санкт-Петербург, Лань, 2016 г. – 256 с. [https://e.lanbook.com/book/5108#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5108#book_name)

2. Топалова, О.В. Химия окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016.—160 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=79332](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=79332)

3. Вершинин, В.И. Аналитическая химия. [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2017. — 428 с. <http://e.lanbook.com/book/97670>

4. Топалова, О.В. Химия окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016.—160 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=79332](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=79332)

#### 4.1.2 Дополнительная литература

1. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды: Учебник. 3-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний: Мир, 2008. - 296 с.

2. Кремлева Н.В., Желовицкая А.В. Учебно-методическое пособие для изучения практического курса «Экоаналитическая химия» КНИТУ-КАИ, Казань, 2016. – 144 с., 9.0 п.л. (4.5 п.л.) <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2873/837.pdf/index.html>

#### 4.1.3 Методические материалы

– Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Экоаналитическая химия»;

– Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Экоаналитическая химия»;

– Методические указания по самостоятельной работе;

– Экоаналитическая химия [Электронный курс] Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>.

#### **4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Экоаналитическая химия [Электронный курс] Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>

#### **4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <https://e.lanbook.com/>.

2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: <http://ibooks.ru/>.

3. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <http://library.kai.ru/>.

#### **4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение**

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа №309	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - баннер «Таблица Менделеева»; - ноутбук
Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения	- комплект учебной мебели;

	занятий семинарского типа №307	<ul style="list-style-type: none"> <li>- комплексная учебная химическая лаборатория: стол химический островной (2 шт.), шкаф вытяжной, стол лабораторный моечный, стол химический пристенный, шкаф для хранения реактивов;</li> <li>- лабораторная установка «Методы очистки воды» (с набором химических средств);</li> <li>- лабораторный стенд «Методы и средства защиты воздушной среды от газообразных примесей»;</li> <li>- спектрофотометр;</li> <li>- аквадистиллятор;</li> <li>- РН метр/ионометр;</li> <li>- анализатор вольтамперометрический;</li> <li>- весы;</li> <li>- барометр;</li> <li>- посуда химическая в ассортименте;</li> <li>- человеческий скелет;</li> <li>- классическая модель сердца, 2 части на подставке;</li> <li>- баннер «Таблица Менделеева»;</li> <li>- плакаты для занятий по химии;</li> <li>- мультимедиа-проектор;</li> <li>- настенный экран;</li> <li>- персональный компьютер (1 шт.)</li> </ul>
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы №104	<ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект учебной мебели;</li> <li>- мультимедиа-проектор;</li> <li>- настенный экран;</li> <li>- плакаты, стенды;</li> <li>- компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ</li> </ul>
	Читальный зал научно-технической библиотеки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект учебной мебели;</li> <li>- компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ</li> </ul>

Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или
-------	---------------------------------------	---------------	--

			свободно распространяемое)
1	Blackboard	Blackboard	Лицензионное
2	Microsoft Windows 7 или Microsoft Windows 10 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
3	Microsoft Office 2010 или Microsoft Office 2013 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
4	Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows	Лаборатория Касперского	Лицензионное
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	КонсультантПлюс	Лицензионное
6	Справочная правовая система «Техэксперт»	Техэксперт	Лицензионное

## **5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к промежуточной аттестации	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения задания вслух;

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;

- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину (модуль)

