

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## **ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Утверждено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 30.08.2021 № 1-8/2021

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

06.03.01 Биология

---

направление/профиль

Радиобиология

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2021г.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель дисциплины**

- дать общее представление о современном состоянии, теоретических основах, возможностях и аппаратурном оснащении инструментальных методов анализа, наиболее широко используемых при контроле химического и радиационного загрязнения и мониторинге природной среды.

### **Задачи освоения дисциплины**

- сформировать базовые знания и представления о фундаментальных законах и основных методах исследования физико-химических свойств и структуры веществ;
- обобщить и систематизировать знания, включающие фундаментальные законы, лежащие в основе физико-химического анализа;
- сформулировать основные задачи физико-химического анализа, установить область и границы применимости различных методов;
- рассмотреть основные экспериментальные закономерности, структуру и математическую форму основных уравнений, лежащих в основе физико-химического анализа, особенности их использования в различных методах;
- рассмотреть основные приемы и методы экспериментального и теоретического исследования физико-химических свойств, использование этих методов в современных технологиях;
- установить область применимости моделей, применяемых физико-химических исследованиях, рассмотреть способы вычисления физико-химических величин, характеризующих явления;
- обеспечить овладение методологией физико-химических исследований.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА**

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Химия, Физика.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Биологические подходы к нормированию радиационного и химического загрязнения, Безопасность жизнедеятельности.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: выполнение преддипломной практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

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

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код наименования индикатора достижения компетенции
ОПК-6	Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	З-ОПК-6 Знать: - основные концепции и методы, современные направления физики, математики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований; У-ОПК-6 Уметь: использовать навыки лабораторной работы и методы физики, химии, математического моделирования и статистики в профессиональной деятельности В-ОПК-6 Владеть: методами проведения экспериментальных исследований и статистического анализа, проверки гипотез и прогнозирования социальных последствий своей профессиональной деятельности;
ОПК-9	Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты	З-ОПК-9 Знать: основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта, его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики У-ОПК-9 Уметь: анализировать и критически оценивать развитие научных идей, составлять план решения поставленной задачи, выбирать оптимальные методы исследования В-ОПК-9 Владеть: навыками использования современного оборудования в лабораторных и полевых условиях, анализировать полученные результаты
ПК-6	способен организовывать проведение мониторинга поднадзорных территорий с применением природоохранных биотехнологий, проводить бактериологический и токсикологический анализ, забор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов для оценки экологического состояния поднадзорных территорий	З-ПК-6 Знать: основные нормативные документы и принципы нормирования, используемые для оценки экологического состояния территорий У-ПК-6 Уметь: проводить отборы проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов; выбирать основные методы мониторинга состояния окружающей среды В-ПК-6 Владеть: основными методами экологического, дозиметрического и биологического мониторинга экологического состояния

		поднадзорных территорий
ПК-3.1	способен планировать и реализовывать профессиональные мероприятия, направленные на мониторинг, контроль качества на предприятиях, осуществляющих деятельность в области атомной энергетики	<p>З-ПК-3.1 - знать виды радиоактивных излучений и их взаимодействия с веществом; механизм биологического действия ионизирующих излучений; течение, формы и критерии диагностики лучевой болезни; - знать принципы использования, радионуклидов, меченных ими соединений и источников ионизирующих излучений - знать типы ядерных превращений, основы радиационной безопасности; токсикологию наиболее опасных радиоактивных изотопов</p> <p>У-ПК-3.1 - уметь пользоваться всеми приборами и материалами, необходимыми для проведения радиологических исследований - уметь определить дозу и мощность дозы облучения с помощью дозиметров и расчётным методом - уметь излагать результаты экспериментальной работы в виде докладов и презентаций</p> <p>В-ПК-3.1 - владеть навыками подготовки к работе и использования радиометров и дозиметров; использования средств индивидуальной защиты при работе с радиоактивными веществами, - владеть принципами оформления отчетов эксперимента</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
<b>Интеллектуальное воспитание</b>	- формирование культуры умственного труда ( <b>В11</b> )	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:

	<p>специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(B14)</b></p>	<p>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</p> <p>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</p> <p>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономические и правовые основы медицинской деятельности», «Экономические и правовые основы профессиональной деятельности», «Управление, организация и планирование производства» и др. для:</p> <p>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
<p><b>Профессиональное воспитание</b></p>	<p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных</p>

		траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации <b>(В30)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования системного подхода по обеспечению информационной безопасности и кибербезопасности в различных сферах деятельности посредством исследования и перенятия опыта постановки и решения научно-практических задач организациями-партнерами.

## 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы по семестрам:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>64</b>
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	16
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	(0)
<i>лабораторные занятия</i>	32
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>зачет</i>	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>116</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>180</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>5</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННО ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах				
			Очная форма обучения				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
<b>1-4</b>	<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение в ИМА РнХЗ</b>	<b>4</b>	<b>8</b>			<b>16</b>
1	1.1.	Тема 1.1. Понятие инструментальные методы анализа	1	2			4
2	1.2.	Тема 1.2. Метрологические характеристики, используемые в ИМА РнХЗ	1	2			4
3	1.3.	Тема 1.3. Критерии оценки правильности результатов аналитических измерений. Статистическая обработка результатов анализа	1	2			4
4	1.4.	Тема 1.4. Способы измерения аналитических сигналов	1	2			4
<b>1-6</b>	<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Электрохимические методы анализа</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>24</b>
1-6	2.1.	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	1	4	4		12
1-6	2.2.	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	1	4	4		12
<b>7-10</b>	<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Спектральные методы анализа</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>24</b>
7-10	3.1.	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	2	4	4		12
7-10	3.2.	Тема 3.2. Атомно-абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	2	4	4		12
<b>11-14</b>	<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Хроматографические методы анализа</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>24</b>
11-14	4.1.	Тема 4.1. Газожидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	2	4	8		12
11-14	4.2.	Тема 4.2. Хромато-масс-спектрометрия	1	4			12
<b>15-16</b>	<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Методы и средства радиационного контроля загрязнения окружающей среды</b>	<b>3</b>				<b>24</b>
15	5.1.	Тема 5.1. Аппаратное обеспечение измерения, мощности дозы и загрязнения поверхности	2				12
16	5.2.	Тема 5.2. Измерение индивидуальных доз облучения	1				12
		<b>Всего:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>		<b>116</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП – практическая подготовка.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1-4</b>	<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение в ИМА РнХЗ</b>	
1	1.1.	Тема 1.1. Понятие инструментальные методы анализа	История и современное состояние ИМА. Классификация инструментальных методов анализа: электроаналитические, спектральные, хроматографические, масспектрометрия, методы радиационного контроля загрязнения окружающей среды. Основные характеристики инструментальных методов анализа: область применения, рабочий диапазон определяемых концентраций, линейность, селективность определения, производительность оборудования, требования к подготовке и квалификации персонала.
2	1.2.	Тема 1.2. Метрологические характеристики, используемые в ИМА РнХЗ	<b>Метрологические характеристики:</b> чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость, точность и правильность результатов измерений. Достоинства и недостатки распространенных методов инструментального анализа. Факторы, учитываемы при выборе аналитического метода для решения конкретной задачи
3	1.3.	Тема 1.3. Критерии оценки правильности результатов аналитических измерений. Статистическая обработка результатов анализа	Размах варьирования, среднее значение, рассеяние результатов измерений относительно среднего. Доверительные интервалы и оценка их величины. Интерпретация результатов анализа. Расчет и статистическая оценка параметров градуировочного графика. Преобразований функций к линейному виду.
4	1.4.	Тема 1.4. Способы измерения аналитических сигналов	Понятие аналитического сигнала. Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов. Прямые (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом) и косвенные (титриметрические) способы измерения аналитических сигналов; абсолютные (безэталонные) и относительные методы.
<b>1-6</b>	<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Электрохимические методы анализа</b>	
1-6	2.1.	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	<b>Электрохимические системы:</b> электрохимическая ячейка и гальванический элемент. Термодинамические и кинетические характеристики электрохимических реакций в растворе. Типы электродов, используемых в электроаналитических методах. Классификация обратимых электродов. Электроды сравнения, индикаторные (рабочие) и вспомогательные электроды.



			<p><b>Потенциометрия и ионометрия.</b> Основы метода. Уравнение Нернста, стандартные, равновесные и реальные потенциалы. Типы электродов, используемые в потенциометрии. Ионоселективные электроды: классификация, устройство, характеристики. Коэффициент селективности. <b>Потенциометрические измерения.</b> Прямое потенциометрическое определение. Ионометрия с ионоселективными электродами. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования, способы нахождения конечной точки титрования. Аппаратурное оформление потенциометрии. <b>Явления на электродах электрохимической ячейки</b> при прохождении постоянного электрического тока. Электродная поляризация и деполяризация, виды перенапряжений. <b>Вольтамперометрия</b> и ее разновидности (классическая, переменного тока, инверсионная и т.п.). Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Полярографическая волна, предельный ток диффузии, роль фонового электролита. Аппаратурное оформление. Градуировка оборудования. <b>Амперометрическое титрование.</b> Требования к условиям проведения. Вид кривых титрования.</p>
1-6	2.2.	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	<p><b>Кулонометрия.</b> Теоретические основы метода. Электролиз, законы Фарадея. Выход по току. Кулонометрический анализ при постоянном потенциале и постоянном токе, преимущества и недостатки. Кулонометрическое титрование. <b>Кондуктометрия.</b> Теоретические основы. Электрическая проводимость растворов электролитов. Электрическая подвижность ионов и числа переноса. Удельная и эквивалентная электропроводность. Прямой кондуктометрический анализ. Принцип метода, область применения, достоинства и недостатки. Кондуктометрическое титрование. Кривые титрования.</p>
<b>7-10</b>	<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Спектральные методы анализа</b>	
7-10	3.1.	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	<p><b>Шкала электромагнитных волн.</b> Основные понятия и соотношения. Волновые и энергетические параметры излучения. Явления при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом (эмиссия, абсорбция, флуоресценция) и их использование в спектральных методах анализа. Классификация спектральных методов анализа и область их применения. Спектры испускания и поглощения, их возбуждение. Атомные и молекулярные спектры в оптическом диапазоне шкалы электромагнитных волн, структура спектра и интенсивность спектральных линий. <b>Молекулярно-абсорбционный спектральный анализ в УФ и видимой области шкалы электромагнитных волн.</b> Молекулярные спектры испускания и поглощения, их возбуждение и регистрация. Качественный и количественный анализ. Законы поглощения света.</p>

			Инструментальные и химические причины отклонения от закона Ламберта-Бугера-Бера. <b>Методы измерения оптической плотности.</b> Фотоколориметрия и спектрофотометрия. Техника спектрофотометрии. Блок-схема спектрофотометра: источники излучения, монохроматоры и полихроматоры, детекторы излучения. Одно- и двухлучевые спектрометры. Разрешающая способность и другие характеристики приборов.
7-10	3.2.	Тема 3.2. Атомно-абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	<b>Атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная и атомно-флуоресцентная спектрометрия.</b> Спектральные явления, лежащие в основе методов. Атомные спектры испускания и поглощения, их возбуждение. Характеристические частоты элементов в спектре, используемые в качественном и количественном анализе. <b>Атомно-эмиссионный спектральный анализ</b> (спектрография, спектрометрия). Область применения, достоинства и недостатки. <b>Атомно-абсорбционная спектрометрия.</b> Область применения, достоинства и недостатки. Помехи при анализе (ионизационные, химические, неселективные) и их устранение. <b>Блок-схемы приборов для атомного спектрального анализа.</b> Спектральные источники излучения (лампы с полым катодом, лазеры). Атомизаторы (пламенные, электротермические, высокочастотная индуктивно-связанная плазма и др.) и их характеристики. Монохроматоры и полихроматоры, приемники излучения.
<b>11-14</b>	<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Хроматографические методы анализа</b>	
11-14	4.1.	Тема 4.1. Газожидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	Классификация хроматографических методов, область их применения. <b>Теория хроматографии.</b> Процессы, происходящие в хроматографической колонке при движении по ней вещества. Критерии разделения компонентов смеси. <b>Концепция теоретических тарелок.</b> Число теоретических тарелок. Уравнение Джеймса и Мартина. Высота эквивалентной теоретической тарелки, индекс удерживания, селективность и разрешающая способность колонки, коэффициент разделения. Уравнение Ван-Деемтера. <b>Теория хроматографической подвижности.</b> Хроматографические параметры (параметры удерживания). Качественный и количественный хроматографический анализ. Идентификация компонентов смеси. <b>Газовая и газо-жидкостная хроматография.</b> Требования, предъявляемые к газу-носителю и неподвижной фазе. Характеристики неподвижных фаз. Капиллярные колонки. Техника газовой хроматографии: ввод пробы, температурный градиент, применяемые детекторы. <b>Жидкостная хроматография.</b> Высокоэффективная жидкостная хроматография. Изократическое и градиентное элюирование. Характеристики неподвижных фаз.

			Анализ многокомпонентных смесей. <b>Аппаратурное оформление</b> инструментальной хроматографии. Блок схемы хроматографов: устройства ввода пробы; блок подготовки элюента; блок хроматографических колонок, детекторы, устройства вывода данных, система управления. Детекторы, применяемые в газовой и жидкостной хроматографии.
11-14	4.2.	Тема 4.2. Хромато-масс-спектрометрия	Методы анализа, основанные на взаимодействии магнитного поля с веществом. Поведение иона в магнитном поле. Методы ионизации пробы. Классификация масс-анализаторов и их сравнительная характеристика. Аппаратурное оформление. Хромато-масс-спектрометры. Применение масс-спектрометрических методов для анализа объектов окружающей среды.
<b>15-16</b>	<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Методы и средства радиационного контроля загрязнения окружающей среды</b>	
15	5.1.	Тема 5.1. Аппаратное обеспечение измерения, мощности дозы и загрязнения поверхности	Системы радиационного контроля загрязнения окружающей среды. Дозиметры. Измеритель мощности дозы (рентгенометр). Измеритель мощности экспозиционной дозы Г-излучения. Радиометр-дозиметр. Радиометры для измерения $\alpha$ -загрязненности поверхностей.
16	5.2.	Тема 5.2. Измерение индивидуальных доз облучения	Контроль внешнего облучения персонала. Основная цель индивидуального дозиметрического контроля внешнего ионизирующего излучения. Суммарная максимальная эквивалентная доза всех видов излучений в критическом органе.

*Практические/семинарские занятия*

Неделя	№	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	1.	Тема 1.1. Понятие инструментальные методы анализа	Решение задач
2	2.	Тема 1.2. Метрологические характеристики, используемые в ИМА РнХЗ	Решение задач
3	3.	Тема 1.3. Критерии оценки правильности результатов аналитических измерений. Статистическая обработка результатов анализа	Решение задач
4	4.	Тема 1.4. Способы измерения аналитических	Решение задач

		сигналов	
1-6	5.	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	Решение задач
1-6	6.	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	Решение задач
7-10	7.	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	Решение задач
7-10	8.	Тема 3.2. Атомно- абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	Решение задач
11-14	9.	Тема 4.1. Газожидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	Решение задач
11-14	10.	Тема 4.2. Хромато- масс-спектрометрия	Решение задач

### Лабораторные занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1-6	1.	<b>Раздел 2. Электрохимические методы анализа</b>	
1-6	1.1.	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	Лабораторная работа № 1. Определение фторид - иона (хлор-иона) в природных водах с использованием ионоселективного электрода Лабораторная работа № 2. Определение перманганатной окисляемости воды методом обратного потенциометрического титрования Лабораторная работа № 3. Определение концентрации тяжелых металлов в водном растворе методом инверсионной вольтамперометрии
1-6	1.2.	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	Лабораторная работа № 4. Определение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{SO}_4^{2-}$ в водных растворах кондуктометрическим методом
7-10	2.	<b>Раздел 3. Спектральные методы анализа</b>	
7-10	2.1.	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	Лабораторная работа № 5. Определение коэффициента эстинкции бензола в воздухе и в воде. Определение бензола в водном растворе
7-10	2.2.	Тема 3.2. Атомно- абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	Лабораторная работа № 6. Определение Na, K и Ca в природных водах методом фотометрии пламени
11-14	3.	<b>Раздел 4. Хроматографические методы анализа</b>	
11-14	3.1.	Тема 4.1.	Лабораторная работа № 7. Определение бензола,

	Газожидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	нафталина и антрацена в их смеси методом жидкостной хроматографии Лабораторная работа № 8. Определение хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии Лабораторная работа № 9. Определение водорастворимых красителей в смеси методом эксклюзионной хроматографии
--	---	---

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

Для всех видов самостоятельной работы (проработки теоретического материала, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, выполнения курсовой работы, подготовки к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, подготовки к экзамену) обучающимся рекомендуется использовать:

- конспекты лекций
- презентации по лекционному курсу в электронной форме (содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины, предоставляются обучающимся в течение семестра по мере освоения материала);
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 9);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>).

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
<b>Текущий контроль, 5 семестр</b>			
1.	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 1
		З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 2
		З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6,	Лабораторная работа № 3

		В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	
2.	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 4
3.	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 5
4.	Тема 3.2. Атомно-абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 6
5.	Тема 4.1. Газожидкостная хроматография. Жидкостная хроматография	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 7
		З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 8
		З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Лабораторная работа № 9
6.	Раздел 1-5	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Задачи
<b>Промежуточный контроль, 5 семестр</b>			
	Зачет с оценкой	З-ОПК-6, У-ОПК-6, В-ОПК-6, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1	Устный опрос

**8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний,**

### *умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций*

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

### **8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Защита лабораторных работ</i>		18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Защита лабораторных работ</i>		9	15
<i>Решение задач</i>		9	15
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<i>Зачет с оценкой</i>	-		
<i>Зачетный билет</i>	-	24	40
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

### **Определение бонусов и штрафов**

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную

работу на занятиях. Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>		E	
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

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

#### а) основная учебная литература:

1. Инструментальные методы в химическом анализе: учеб. пособие для студ. вузов / А.С. Шилина, Н.Б. Эпштейн. - М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 80 с.



2. Круглов С.В., Мельникова Т.В. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа». Обнинск: ИАТЭ, 2007. - 84 с.
3. Аналитическая химия (аналитика) В 2 кн. Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учеб. Для вузов/Ю.Я.Харитонов.-4-е изд. Стер.-М.: Высш. Шк., 2008.
4. Кутьков В. А. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли : учеб. пособие для студ. вузов/ В. А. Кутьков, В. В. Ткаченко, В. П. Романцов. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.-400 с.
5. Контроль состояния окружающей среды и защита от антропогенных загрязнений : учеб. пособие для студ. вузов/ Л. А. Коваленко [и др.] ; ред. В. В. Скибенко. -2-е изд., стер.. - М.: МЭИ, 2010.-448 с.

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Юинг Д. Инструментальные методы химического анализа. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 608 с.
2. Мухина. Е.А. Физико-химические методы анализа. М.: Химия, 1995. -416 с.

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Химик [Официальный сайт]. — URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
2. Большая Советская энциклопедия [Официальный сайт]. — URL: <http://dic.academic.ru/>.
3. Вихарев А.А., Зуйкова С.А., Чемерис Н.А., Домина Н.Г. Физико-химические методы анализа. Гипертекстовое учебное пособие [Официальный сайт]. — URL: <http://www.chem-astu.ru/chair/study/PCMA/index.html>

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям*

Лекции являются основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов, освещение главнейших экологических проблем. В тетради для конспектирования лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись.

При изучении дисциплины «Экология и рациональное природопользование» важным этапом является понимание того, что формирование экологически грамотных граждан нашей страны, активно участвующих в процессах оптимизации взаимоотношений с природой невозможно без получения глубоких экологических знаний. Экология является теоретической основой рационального природопользования и управления развитием экосистем, биосферы.

При изучении дисциплины необходимо опираться на междисциплинарный подход к явлениям материальной действительности, т.к. в основе его лежат экологические и биологические законы и закономерности.

При изучении дисциплины следует помнить, что лекционные занятия являются направляющими в большом объеме научного материала. Большую часть знаний студент должен набирать самостоятельно из учебников и научной литературы. На мультимедийных лекциях не надо стремиться сразу переписывать всё содержимое слайдов. Необходимо научиться сопоставлять устное повествование преподавателя с наглядным представлением, после чего следует законспектировать важные факты в рабочей тетради. Тем более, не стоит полностью переписывать таблицы, перерисовывать схемы и графики мультимедийных лекций. Лучше всего, если вы пометите в конспекте лекций два противоположных или взаимодополняющих примера.

Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекций, рекомендуется записывать на полях и после

окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к лабораторным занятиям, экзамену, при выполнении самостоятельных заданий.

#### *Лекция-беседа*

Лекция-беседа или диалог с аудиторией является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Это самый простой способ индивидуального обучения, построенный на непосредственном контакте сторон. Эффективность лекции-беседы в условиях группового обучения снижается из-за того, что не всегда удается каждого студента вовлечь в двусторонний обмен мнениями. В первую очередь это связано с недостатком времени, даже если группа малочисленна. В то же время групповая беседа позволяет расширить круг мнений сторон, привлечь коллективный опыт и знания, что имеет большое значение в активизации мышления студентов.

Участие слушателей в лекции-беседе можно привлечь различными приемами, например, озадачивание студентов вопросами в начале лекции и по ее ходу. Как уже описывалось в проблемной лекции, вопросы могут быть информационного и проблемного характера для выяснения мнений и уровня осведомленности студентов по рассматриваемой теме, степени их готовности к восприятию последующего материала. Вопросы адресуются всей аудитории. Студенты отвечают с мест. Если преподаватель замечает, что кто-то из студентов не участвует в ходе беседы, то вопрос можно адресовать лично тому студенту или спросить его мнение по обсуждаемой проблеме. Для экономии времени вопросы рекомендуется формулировать так, чтобы на них можно было давать однозначные ответы. С учетом разногласий или единодушия в ответах преподаватель строит свои дальнейшие рассуждения, имея при этом возможность наиболее доказательно изложить очередное понятие лекционного материала.

Вопросы могут быть как простыми для того, чтобы сосредоточить внимание студентов на отдельных аспектах темы, так и проблемными. Студенты, продумывая ответ на заданный вопрос, получают возможность самостоятельно прийти к тем выводам и обобщениям, которые преподаватель должен был сообщить им в качестве новых знаний, либо понять важность обсуждаемой темы, что повышает интерес и степень восприятия материала студентами.

Во время проведения лекции-беседы преподаватель должен следить, чтобы задаваемые вопросы не оставались без ответов, т.к. они тогда будут носить риторический характер, не обеспечивая достаточной активизации мышления студентов.

#### *Рекомендации по подготовке лабораторных работ*

Лабораторные занятия по дисциплине «ИМА РИХЗ» имеют цель закрепить теоретический материал, полученный на лекциях, а также дать практические навыки применения полученных знаний в области инструментальных методов анализа.

При выполнении лабораторных работ используется следующая литература:

1. Круглов С.В., Мельникова Т.В. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа». Обнинск: ИАТЭ, 2007. -84 с.

Непосредственно лабораторные работы предусматривают выполнение заданий по узловым и наиболее важным темам учебной программы. В ходе проведения лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме.

Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо прочитать ход выполнения работы, ещё раз проговорить его с преподавателем. Для выполнения лабораторных работ студент должен иметь рабочую тетрадь, ручку, калькулятор (с функцией расчета интегралов, логарифмов, корня различных степеней), карточки с формулами, рассмотренными на лекциях.

Все лабораторные работы студенты оформляют в отдельной тетради – рабочем журнале – либо используют заранее подготовленные распечатки электронного рабочего журнала, в которые заносят результаты и расчеты.

По каждой выполненной работе отчет составляется студентом индивидуально и предоставляется преподавателю для проверки.

План составления отчета:

- 1) дата выполнения работы;
- 2) название работы;
- 3) цель работы;
- 4) сущность работы (кратко);
- 5) используемые реагенты;
- 6) посуда и оборудование, необходимые для выполнения работы;
- 7) ход выполнения работы (кратко основные операции);
- 8) экспериментальные данные (очень подробно, с соблюдением всех правил записи результатов и единиц измерений);
- 9) графики на миллиметровой бумаге или в компьютерном исполнении (если используется графический способ нахождения неизвестной концентрации);
- 10) расчет результатов анализа (подробно, с пояснениями), в т. ч. с применением методов математической обработки данных;
- 11) оценка погрешности определения (после проверки результата преподавателем);
- 12) выводы по исследовательской части работы (если требуется).

Лабораторная работа считается выполненной успешно, если погрешность определения не превышает допустимых значений.

Рабочие растворы можно выливать только после проверки результата преподавателем.

Следует обратить особое внимание на недопустимость записи результатов анализа на отдельных листочках или черновиках! Результаты измерений и расчеты следует сразу заносить в рабочий журнал!

#### *Рекомендации по организации самостоятельной работы*

Согласно учебному плану дисциплины «ИМА РиХЗ» ряд вопросов общей программы вынесен для самостоятельной проработки с последующей проверкой полученных знаний и их закрепления на практических занятиях.

Самостоятельная работа включает изучение литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям и зачету.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем, и конспектом лекций. Необходимо разобраться в основных понятиях.

#### *Рекомендации по подготовке к зачету*

Подготовку к зачету необходимо начинать заранее. Следует проанализировать научный и методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать формулировки терминов и уметь их чётко воспроизводить. Ответы на вопросы из примерного перечня вопросов для подготовки к зачету лучше обдумать заранее. Ответы построить в чёткой и лаконичной форме.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### ***12.1. Перечень информационных технологий***

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

### ***12.2. Перечень программного обеспечения***

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

### ***12.3. Перечень информационных справочных систем***

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
- 8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

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

<p>Инструментальные методы анализа</p>	<p><b>Лекции и практические занятия</b>  <b>Учебная аудитория (№№)</b>  Мультимедиа-проектор  Проекционный экран  Ноутбук  Доска для написания мелом  Акустическая система  Аппаратура, обеспечивающая звуковоспроизведение при проведении практических занятий</p> <p><b>Лабораторные работы:</b>  <b>Учебная лаборатория «Экологический мониторинг объектов ЯТЦ» (1-608)</b>  Автоматические пипетки  Блок питания газовый  Весы AR 2140 OHAUS  Весы AR 520 OHAUS  Иономер И-160  Иономер-кондуктомер источник Б5-45А  Колонка для миллихром-4 2*8, нуклеосил  Колонка для миллихром-4 2*8, силасорб  Колонна Синософт 600  компьютер Р-166  Кондиционер бытовой БК 1800  Магнитная мешалка ПЭ 6100  Магнитная мешалка с подогревом ПЭ 6110  Микродозатор 1-но канальный  Милливольтметр Б7-38  Многофункциональный комплект «Чемодан»  Мост переменного тока Р5016  Осциллограф С8-17/207  Прибор СВА  Принтер Нр-1320  рН-метр Анион 4100  рН-метр МАРК 901  Самописец Н-391  Спектрофотометр  Спектрофотометр UVmini-1240  Стерилизатор паровой ГК-10-01  Устройство для колонок  Фотометр фотоэлектрический  Хроматограф 5000.2  Хроматограф жидкостной</p> <p><b>Учебная лаборатория «Экологический мониторинг объектов ЯТЦ» (1-612)</b>  Бидистиллятор БС (комплект)  Бидистиллятор БС (комплект) стеклянный  Орбитальный шейкер OS-20 с универсальной платформой</p>
--	---

	Перекачивающая система-3010 Ультразвуковая ванна УЗВ1-0,16/37 Шкаф вытяжной ЛК-1200 ШВП (керамика) + (кран) + (раков. 250x100мм) + вытяжка 2 Шкаф вытяжной ЛК-1800 ШВП (керамика) + (кран) + (раков. 250x100мм) + нагреват.панель+ вытяжка 2  <b>Учебная лаборатория «Экологический мониторинг объектов ЯТЦ» (1-610)</b> Доска ДКМ 2 Колориметр фотоэлектрический КФК-2МП Милливольтметр рН-121 рН-метр иономер Экотест-120 портативный микропроцессорный с набором ионоселективных электродов Стерилизатор ГП-80 Холодильник Стинол
--	---

#### 14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

##### *14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине*

При преподавании дисциплины применяются разнообразные образовательные технологии, включающие пассивные, активные и интерактивные формы проведения занятий.

Активные формы занятий включают: проблемную лекцию, лекции-визуализации, лекции-беседы, семинары и семинары-беседы. Лекционный курс и практические занятия сопровождаются мультимедийными презентациями.

План реализации представлен в следующей таблице.

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Тема 1.1. Понятие инструментальные методы анализа	Лекция	1	Лекция-беседа
2	Тема 1.2. Метрологические характеристики, используемые в ИМА РИХЗ	Лекция	1	Лекция-беседа

3	Тема 1.3. Критерии оценки правильности результатов аналитических измерений. Статистическая обработка результатов анализа	Лекция	1	Лекция-беседа
4	Тема 1.4. Способы измерения аналитических сигналов	Лекция	1	Лекция-беседа
5	Тема 2.1. Потенциометрия и вольтамперометрия	Лекция	2	Лекция-беседа
6	Тема 2.2. Кондуктометрия и кулонометрия	Лекция	1	Лекция-беседа
7	Тема 3.1. Фотоколориметрия и спектрофотометрия	Лекция	2	Лекция-беседа
8	Тема 3.2. Атомно-абсорбционная и эмиссионная спектрометрия	Лекция	2	Лекция-беседа
9	Тема 4.2. Хромато-масс-спектрометрия	Лекция	1	Лекция-беседа

**14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

Темы, изучаемые самостоятельно:

**Абсорбционный спектральный анализ в ИК области.** Валентные и деформационные колебания, характеристические частоты. Оптическая схема приборов, техника измерений. Идентификация структуры химических соединений по характеристическим частотам в ИК спектре (качественный анализ). Количественный анализ.

**Спектрометрия комбинационного рассеяния (КР-спектрометрия).** Теоретические основы метода. Упругое и неупругое рассеяние света. Техника измерений. Достоинства и недостатки метода, область применения. Использование лазеров в качестве спектральных источников.

**Атомно-флуоресцентная спектрометрия.** Основы метода. Резонансная и нерезонансная флуоресценция. Гашение флуоресценции. Область применения.

**Рентгеноспектральный анализ.** Основы метода. Техника измерений. Область применения, достоинства и недостатки.

**Радиоспектроскопические методы анализа.** Явления резонансного поглощения энергии. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) и его применения для анализа природных объектов. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) высокого разрешения. Характеристики спектра: химический сдвиг, спин-спиновое расщепление. Двойной резонанс. Область применения метода.

Форма контроля: дополнительные вопросы при защите лабораторных работ.

### 14.3. Краткий терминологический словарь

**Инструментальные методы анализа** - количественные аналитические методы, для выполнения которых требуется электрохимическая оптическая, радиохимическая и иная аппаратура. К инструментальным методам анализа обычно относят:

- электрохимические методы - потенциометрию, полярографию, кондуктометрию и др.;
- методы, основанные на испускании или поглощении излучения, — эмиссионный спектральный анализ, фотометрические методы, рентгеноспектральный анализ и др.;
- масс-спектральный анализ;
- методы, основанные на измерении радиоактивности.

**Электрохимические методы анализа** - совокупность методов качественного и количественного анализа, основанных на электрохимических явлениях, происходящих в исследуемой среде или на границе раздела фаз и связанных с изменением структуры, химического состава или концентрации анализируемого вещества. Электрохимические методы анализа делятся на пять основных групп: потенциометрию, вольтамперометрию, кулонометрию, кондуктометрию и диэлектрометрию.

**Электролитической ячейкой** называется система, в которой за счет приложенного извне электрического тока происходят химические превращения веществ на электродах.

**Гальванический элемент** – система, в которой за счет химических превращений веществ на электродах возникает электрический ток во внешней цепи.

**Потенциометрический метод** анализа основан на использовании зависимости электродвижущей силы (ЭДС) электрохимической цепи от активности (концентрации) анализируемого иона.

**Линейная область электродной функции** – интервал линейной зависимости потенциала от активности (концентрации) потенциалопределяющих ионов.

**Крутизна электродной функции S** – угловой коэффициент наклона градуировочного графика  $E-pa_i$  ( $E-ps_i$ ) к оси абсцисс.

**Предел обнаружения** - мера содержания или массы определяемого элемента, выше которой его наличие в определяемом растворе можно

обнаружить с определенной статистической вероятностью по сравнению с «холостым», т.е. не содержащим определяемого элемента, раствором.

**Время отклика** – время достижения стационарного потенциала.

**Вольтамперометрия**, совокупность электрохимических методов исследования и анализа, основанных на изучении зависимости силы тока в электролитической ячейке от потенциала погруженного в анализируемый раствор индикаторного микроэлектрода, на котором реагирует исследуемое электрохимически активное (электроактивное) вещество.

**Кулонометрия** объединяет методы анализа, основанные на измерении количества вещества, выделяющегося на электроде в процессе электрохимической реакции в соответствии с Фарадея законами. При кулонометрии потенциал рабочего электрода отличается от равновесного значения. Различают потенциостатическую и гальваностатическую кулонометрию, причём последняя включает прямой и инверсионный методы, электроанализ и кулонометрическое титрование.

К **кондуктометрии** относятся методы, в которых измеряют электропроводность электролитов (водных и неводных растворов, коллоидных систем, расплавов, твёрдых веществ).



Кондуктометрический анализ основан на изменении концентрации вещества или химического состава среды в межэлектродном пространстве; он не связан с потенциалом электрода, который обычно близок к равновесному значению. Кондуктометрия включает прямые методы анализа (используемые, например, в солемерах) и косвенные (например, в газовом анализе) с применением постоянного или переменного тока (низкой и высокой частоты), а также хронокондуктометрию, низкочастотное и высокочастотное титрование.

**Спектральный анализ** — совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц и др. В зависимости от целей анализа и типов спектров выделяют несколько методов спектрального анализа. *Атомный и молекулярный* спектральный анализы позволяют определять элементный и молекулярный состав вещества, соответственно. В эмиссионном и абсорбционном методах состав определяется по спектрам испускания и поглощения. Масс-спектрометрический анализ осуществляется по спектрам масс атомарных или молекулярных ионов и позволяет определять изотопный состав объекта.

**Эмиссионными** называют спектры, испускаемые термически возбужденными частицами. Спектры испускания, возбужденные нетермическим способом (например, при воздействии на вещество видимого света, рентгеновского или гамма-излучения, электрического поля или потока заряженных частиц) принято называть спектрами люминесценции.

**Атомные спектры.** Особенностью атомных спектров является их *линейчатая структура*: они состоят из большого числа дискретных спектральных линий, объединяемых в отдельные спектральные серии. Положение линий в пределах каждой серии подчиняется определенным закономерностям, характерным для атомов каждого элемента. *Изучая атомные спектры, можно установить наличие тех или иных химических элементов в образце.*

**Молекулярные спектры** значительно сложнее атомных спектров и обусловлены не только электронными переходами, но и колебаниями атомных ядер в молекуле, а также вращательным движением самой молекулы вокруг некоторого направления или точки. В соответствии с возможными типами движений в молекуле, ее полная энергия  $E$  приближенно равна сумме энергий электронных переходов  $E_e$ , колебательных  $E_v$  и вращательных  $E_r$  движений.

**Спектрофотометрия** (абсорбционная) — физико-химический метод исследования растворов и твердых веществ, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой (200—400 нм), видимой (400—760 нм) и инфракрасной (>760 нм) областях спектра. Основная зависимость, изучаемая в спектрофотометрии — зависимость интенсивности поглощения падающего света от длины волны. Спектрофотометрия широко применяется при изучении строения и состава различных соединений (комплексов, красителей, аналитических реагентов и др.), для качественного и количественного определения веществ (определения следов элементов в металлах, сплавах, технических объектах). Приборы спектрофотометрии — спектрофотометры.

**Молекулярно-абсорбционный анализ** включает фотоколориметрический и спектрофотометрический методы, базирующиеся на общем принципе — использовании пропорциональной зависимости между светопоглощением и концентрацией поглощающего вещества.

**Фотоколориметрия** — количественное определение концентрации вещества по поглощению света в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра. Поглощение света измеряют на фотоэлектрических колориметрах.

**Инфракрасная спектроскопия** (ИКС) — раздел спектроскопии, охватывающий длинноволновую область спектра (>730 нм за красной границей видимого света). Инфракрасные спектры возникают в результате колебательного (отчасти вращательного) движения молекул, а именно — в результате переходов между колебательными уровнями основного электронного состояния молекул. ИК радиацию поглощают многие газы, за исключением таких как  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $Cl_2$  и одноатомных газов. Поглощение происходит на длине волны, характерной для каждого определенного газа, для  $CO$ , например, таковой является

длина волны 4,7 мкм.

**Хроматография** – физико-химический метод разделения смеси, основанный на различных скоростях движения и размывания концентрационных зон веществ, перемещающихся в потоке подвижной фазы (ПФ) вдоль слоя неподвижной фазы (НФ), причем вещества находятся в обеих фазах. Необходимым условием эффективного разделения веществ являются различия в их равновесном распределении между ПФ и НФ или в кинетике достижения равновесного распределения.

**Время удерживания**  $t_R$  – время от момента ввода пробы до регистрации максимума пика. Оно складывается из времени пребывания компонента в подвижной ( $t_m$ ) и неподвижной ( $t_s$ ) фазах:

$$t_R = t_m + t_s.$$

Величина  $t_m$  одинакова для всех составляющих смеси и называется *мертвым временем* колонки или временем выхода неудерживаемого вещества (обычно определяется экспериментально). Произведение  $t_m$  и объемной скорости элюента  $v$  дает *свободный объем* колонки – объем, незанятый неподвижной фазой.

**Приведенное (исправленное) время удерживания**  $t'_R$  – время выхода любого компонента за вычетом  $t_m$  (т.е. истинное время нахождения вещества в неподвижной фазе):

$$t'_R = t_R - t_m.$$

**Относительное время удерживания**  $\alpha$  – исправленное время удерживания хроматографируемого вещества ( $t'_R$ ), отнесенное к исправленному времени удерживания вещества, используемого в качестве стандарта ( $t'_{Rst}$ ):

$$\alpha = (t_R - t_m)/(t_{Rst} - t_m) = t'_R/t'_{Rst} = K_{di}/K_{dst},$$

где  $t_{Ri}$  и  $t_{Rst}$  – время удерживания  $i$ -го вещества и стандарта;  $t'_{Ri}$  и  $t'_{Rst}$  – исправленное время удерживания  $i$ -го вещества и стандарта;  $t_m$  – мертвое время колонки;  $K_{di}$  и  $K_{dst}$  – коэффициенты распределения  $i$ -го вещества и стандарта:

$$K_d = C_s/C_m,$$

где  $C_s$  и  $C_m$  – концентрация  $i$ -го вещества в неподвижной и подвижной фазах.  $K_d$  – термодинамическая величина: каждое вещество характеризуется постоянным коэффициентом распределения при определенной температуре колонки.

**Индекс удерживания**  $I_i$ , (индекс Ковача) – логарифмическая функция относительного времени удерживания:

$$I_{Ri} = 100z + (t'_{Ri}/t'_{Rz}),$$

где  $t'_{Ri}$  и  $t'_{Rz}$  – приведенное время удерживания  $i$ -го вещества и стандарта (например, алкана) с числом углеродных атомов  $z$ , причем  $t'_{R(z+1)} > t'_{Rz} > t'_{Rz}$ .

**Коэффициент удерживания**  $R$  – фактор задержки, определяемый как отношение скорости движения вещества к скорости движения подвижной фазы:

$$R = \frac{L/t_R}{L/t_m} = \frac{t_m}{t_R} = \frac{V_m}{V_R}.$$

**Масс-спектрометрия** – метод исследования вещества путём определения отношения массы к заряду и количества заряженных частиц, образующихся при том или ином процессе воздействия на вещество.

## 15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составила:

\_\_\_\_\_ **Т.В. Мельникова**  
доцент отделения ядерной физики и технологий (О)  
кандидат химических наук

Рецензенты:

\_\_\_\_\_ **А.А. Удалова**  
профессор отделения ядерной физики и технологий (О),  
доктор биологических наук

\_\_\_\_\_ **Н.Н. Павлова**  
научный сотрудник лаборатории № 6 «Эколого-геофизического  
моделирования и анализа рисков» Института проблем мониторинга  
окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун»,  
кандидат биологических наук

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения ядерной физики и технологий (протокол № ____ от «__» _____ 2021 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 06.03.01 «Биология» «__» ____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова</p> <p>Начальник отделения ядерной физики и технологий «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p>
---	---