

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

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

название дисциплины

2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

код и название научной специальности

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- ознакомить обучаемых с основными методами и средствами контроля окружающей среды, веществ, материалов и изделий.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- ознакомить студентов с теоретическими основами контроля технических и природных объектов;
- сформировать представление о приборах и методах контроля веществ (аналитический контроль);
- сформировать представление о приборах и методах неразрушающего контроля материалов и изделий.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках образовательного компонента программы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен и готов к проведению научного обоснования новых и усовершенствованию существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий	З-ПК-1: Знает способы проведения научного обоснования новых и усовершенствования существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий; У-ПК-1: Умеет проводить научное обоснование новых и усовершенствовать существующие методы аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий; В-ПК-1: Владеет способами проведения научного обоснования новых и усовершенствования существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий
ПК-2	Способен и готов анализировать воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом специфики механизма воздействия вредных веществ и комбинированного	З-ПК-2: Знает способы анализа воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом специфики механизма воздействия вредных веществ и комбинированного действия вредных факторов; У-ПК-2: Умеет анализировать воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом специфики механизма воздействия вредных веществ и комбинированного действия

	действия вредных факторов	вредных факторов; В-ПК-2: Владеет способами анализа воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом специфики механизма воздействия вредных веществ и комбинированного действия вредных факторов
--	---------------------------	---

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:
	№ 5
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	40
В том числе:	
<i>лекции</i>	20
<i>практические занятия</i> <i>(из них в форме практической подготовки)</i>	20 (0)
<i>лабораторные занятия</i> <i>(из них в форме практической подготовки)</i>	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	140
Всего (часы):	180
Всего (зачетные единицы):	5

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

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

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-2	1.	Теоретические основы контроля технических и природных объектов	3	3	-	-	21
1	1.1.	Объекты контроля	1	1	-	-	7
1-2	1.2.	Общие сведения о методах и приборах контроля	1	1	-	-	7
2	1.3	Основы метрологии и метрологического обеспечения	1	1	-	-	7
3-4	2.	Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)	3	3	-	-	21
3	2.1	Методы аналитического контроля	1	1	-	-	7
3-4	2.2	Приборы и методы контроля состава жидкостей	1	1	-	-	7
4	2.3	Приборы и методы контроля состава газов	1	1	-	-	7
5-8	3.	Приборы и системы контроля природной среды	4	4	-	-	28
5-6	3.1	Приборы и методы контроля природной среды	2	2	-	-	14
7-8	3.2	Системы экологического мониторинга	2	2	-	-	14
9-15	4.	Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий	10	10	-	-	70
9	4.1	Приборы и методы акустического контроля	1	1	-	-	7
9-10	4.2	Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики	1	1	-	-	7
10	4.3	Приборы и методы капиллярного контроля	1	1	-	-	7
11	4.4	Приборы и методы магнитного контроля	1	1	-	-	7
11-12	4.5	Приборы и методы электромагнитного контроля	1	1	-	-	7
12	4.6	Приборы и методы радиоволнового контроля	1	1	-	-	7
13	4.7	Приборы и методы теплового контроля	1	1	-	-	7
13-14	4.8	Приборы и методы оптического контроля	1	1	-	-	7
14	4.9	Приборы и методы контроля течеисканием	1	1	-	-	7
15	4.10	Приборы и методы радиационного контроля	1	1	-	-	7
		Всего:	20	20	-	-	140

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Теоретические основы контроля технических и природных объектов	
1	1.1.	Объекты контроля	Общая характеристика и классификация объектов контроля. Вещества, агрегатные состояния веществ: газы, жидкости, твердые вещества. Общие сведения о физических и физико-химических свойствах веществ как объектов контроля. Смеси веществ, способы выражения состава веществ. Зависимости «состав – свойства» как методическая основа аналитического процесса. Общая характеристика и классификация материалов как объектов контроля. Виды материалов, общие представления об их механических и физико-химических свойствах. Общая характеристика природной среды как объекта экологического контроля. Природные и антропогенные экологические факторы. Нормирование загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве. Нормирование как важный элемент управления качеством природной среды
1-2	1.2.	Общие сведения о методах и приборах контроля	Основные стадии формирования контроля и управления качеством. Виды технического контроля. Измерения при контроле. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.
2	1.3	Основы метрологии и метрологического обеспечения	Предмет и задачи метрологии. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Градуировка, поверка СИ. Метрологическая служба. Основные метрологические характеристики средств контроля Классификация измерений, виды и методы измерений. Классификация средств измерений (СИ).
3-4	2.	Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)	
3	2.1	Методы аналитического контроля	Спектральные методы анализа. Физические основы спектральных методов анализа. 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. Приборы и методы атомной спектроскопии. Спектральные явления, лежащие в основе методов атомной спектроскопии. Атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная и атомно-флуоресцентная спектрометрия. Приборы и методы молекулярной спектроскопии. Фотометрия и спектрофотометрия. Флуориметрические методы анализа Электрохимические методы и приборы контроля. Физико-химические основы электрохимических методов. Кондуктометрические, диэлькометрические,

			полярографические, потенциометрические, вольтамперометрические методы. Хроматографический метод анализа. Основы метода хроматографии. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая и жидкостная хроматография: особенности и преимущества. Структурная схема и основные элементы хроматографической установки. Масс-спектрометрический анализ. Методы анализа, основанные на взаимодействии магнитного поля с веществом. Принцип метода масс-спектрометрии. Метод ЭПР. Метод ЯМР. Радиоизотопные и радиометрические методы анализа. Радиоактивационный, радиоиндикаторный и радиометрический анализ. Ионизационный метод. Сцинтилляционный метод
3-4	2.2	Приборы и методы контроля состава жидкостей	Наиболее распространенные инструментальные методы контроля состава жидкостей (оптические, электрохимические, хроматографические, гравиметрические, радиометрические)
4	2.3	Приборы и методы контроля состава газов	Особенности измерения состава газов. Классификация газоаналитических приборов.
5-8	3.	Приборы и системы контроля природной среды	
5-6	3.1	Приборы и методы контроля природной среды	Природная среда как объект экологического контроля. Основные загрязнители природной среды и их источники. Нормирование загрязнений в воздухе, воде, почве. Приборы и методы контроля параметров воздушной среды. Классификация методов контроля параметров воздушной среды. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений воздушной среды. Приборы и методы контроля параметров водной среды. Классификация методов контроля параметров водной среды. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений водной среды. Приборы и методы контроля состояния почвы. Классификация методов контроля параметров почвы. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений почвы. Дистанционные методы контроля природной среды. Пассивные и активные дистанционные методы. Аэрокосмические и геофизические методы. Дистанционный контроль воздушной среды, водной среды, поверхности суши. Методы инфракрасной радиометрии, дистанционного оптического и радиолокационного зондирования. Приборы и методы радиационного экологического контроля. Методы регистрации и измерения ионизирующего излучения. Особенности дозиметрии нейтронов, высокоинтенсивного излучения, тормозного излучения высокой энергии, потоков заряженных частиц
7-8	3.2	Системы экологического мониторинга	Структура экологического мониторинга антропогенного загрязнения природной среды, основные подсистемы мониторинга: мониторинг источников загрязнения, мониторинг атмосферы, мониторинг вод суши морей и

			океанов, мониторинг почв, фоновый мониторинг. Глобальный, региональный, локальный мониторинг. Глобальные системы мониторинга окружающей среды
9-15	4.	Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий	
9	4.1	Приборы и методы акустического контроля	Физические основы методов акустического контроля. Принцип и область применения акустических методов НК. Классификация акустических методов НК. Активные методы акустического контроля. Пассивные методы акустического контроля. Приборы для акустического контроля. Ультразвуковые преобразователи
9-10	4.2	Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики	Физические основы методов обнаружения дефектов по результатам измерения параметров вибрации. Контактные и бесконтактные методы ВК. Виброизмерительные приборы инерционного действия.
10	4.3	Приборы и методы капиллярного контроля	Физические основы капиллярного контроля, технология контроля. Основные дефектоскопические материалы: проникающие жидкости, проявители, очистители.
11	4.4	Приборы и методы магнитного контроля	Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции. Виды и устройства для намагничивания изделий. Магнитное поле дефекта. Способы распространения и индикации магнитных полей дефектов
11-12	4.5	Приборы и методы электромагнитного контроля	Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей, их конструкция, область применения. Годографы для основных типов преобразователей, их применения. Факторы, мешающие контролю; способы отстройки от них
12	4.6	Приборы и методы радиоволнового контроля	Основные методы радиоволнового контроля. Диэлектрические свойства материалов в диапазоне микрорадиоволн
13	4.7	Приборы и методы теплового контроля	Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области применения
13-14	4.8	Приборы и методы оптического контроля	Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, поляризация, рассеяние света, фотоэффект. Принципы построения оптических приборов контроля. Основные виды источников излучения
14	4.9	Приборы и методы контроля течеисканием	Основные виды нарушения герметичности. Принципиальные основы методов испытания на герметичность - регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ.
15	4.10	Приборы и методы радиационного контроля	Основы методики радиационного контроля. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Источники ионизирующего излучения. Методы регистрации излучения. Радиография в неразрушающем контроле. Радиография. Стереорентгенография. Принципы компоновки устройств, реализующих радиографический и рентгенотелевизионный методы дефектоскопии. Нейтронная радиография.

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование	Содержание
--------	---	--------------	------------

		раздела /темы дисциплины	
1-2	1.	Теоретические основы контроля технических и природных объектов	
1	1.1.	Объекты контроля	Дефекты и их классификация. Дефекты технологического происхождения. Эксплуатационные дефекты в условиях статических и переменных нагрузок. Радиационные повреждения. Дефекты неметаллических материалов и их обнаружение. Антропогенные химическое и физическое (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.) загрязнения природной среды. Основные источники загрязнения.
1-2	1.2.	Общие сведения о методах и приборах контроля	Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля. Принятие решений по результатам контроля.
2	1.3	Основы метрологии и метрологического обеспечения	Классификация измерений, виды и методы измерений. Погрешности измерений, классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей. Погрешности прямых, косвенных и совокупных измерений. Классификация средств измерений (СИ). Принципы построения СИ. Типовые структурные схемы СИ и их элементы. Сигналы измерительной информации, временное и спектральное представление сигналов. Преобразование сигналов измерительной информации в СИ. Статические и динамические характеристики СИ.
3-4	2.	Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)	
3	2.1	Методы аналитического контроля	Приборы и методы атомной спектроскопии. Атомно-абсорбционная, атомно-эмиссионная и атомно-флуоресцентная спектрометрия. Область применения, достоинства и недостатки. Приборы атомной спектрометрии Приборы и методы молекулярной спектроскопии. Фотометрические дисперсионные и недисперсионные анализаторы. Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Турбидиметрические и фотоколориметрические анализаторы. Типовые структурные схемы абсорбционных приборов, их основные характеристики и области применения. Электрохимические методы и приборы контроля. Приборы электрохимического контроля. Типы электродов, используемые в потенциометрии. Ионоселективные электроды Хроматографический метод анализа. Виды хроматографических детекторов. Промышленные хроматографы, тенденции их развития. Автоматизированная обработка хроматограмм и масс-спектрограмм. Масс-спектрометрический анализ. Структурные схемы

			масс-спектрометров, их основные характеристики. Тенденции развития масс-спектрометрии. Радиоизотопные и радиометрические методы анализа. Радиоактивационный, радиоиндикаторный и радиометрический анализ. Ионизационный метод. Сцинтилляционный метод
3-4	2.2	Приборы и методы контроля состава жидкостей	Аппаратное обеспечение контроля состава жидкостей
4	2.3	Приборы и методы контроля состава газов	Оптические, тепловые, магнитные, электрохимические, ионизационные приборы и методы газового анализа
5-8	3.	Приборы и системы контроля природной среды	
5-6	3.1	Приборы и методы контроля природной среды	Основные стадии и характеристики процесса контроля природной среды (отбор пробы, подготовка пробы, измерение состава, обработка и представление результатов измерения). Основные требования к методам и средствам контроля природной среды Технические средства мониторинга воздушной среды, принцип действия, технические характеристики, области применения. Технические средства мониторинга водной среды, принцип действия, технические характеристики, области применения. Технические средства мониторинга почв, принцип действия, технические характеристики, области применения. Технические средства дистанционного мониторинга. Диагностика радиоактивного загрязнения атмосферы, водных объектов и территории. Аппаратура для диагностики
7-8	3.2	Системы экологического мониторинга	Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), ее структура, функции. Региональные системы и локальный уровень ЕГСЭМ. Автоматизированные системы контроля (АСК) загрязнений как основа ЕГСЭМ. Типовая структура АСК, характеристики и элементы измерительных каналов АСК. Системы мониторинга химических загрязнений природной среды (воздуха, природных и сточных вод, почв): структура, состав, технические характеристики. Особенности контроля экологической обстановки в условиях больших городов
9-15	4.	Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий	
9	4.1	Приборы и методы акустического контроля	Активные методы ультразвукового контроля. Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики: чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность, мертвая зона. Возможности метода и ограничения его применения. Приборное обеспечение. Пассивные методы ультразвукового контроля. Метод акустической эмиссии. Принцип и область применения метода АЭ. Преимущества и недостатки НК на основе акустической эмиссии. Приборы для контроля методом акустической эмиссии

9-10	4.2	Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики	Наиболее распространенные типы вибропреобразователей. Типы обнаруживаемых дефектов. Области применения разных типов виброизмерительных приборов. Достоинства и недостатки
10	4.3	Приборы и методы капиллярного контроля	Аппаратура для цветного и люминесцентного контроля. Область применения
11	4.4	Приборы и методы магнитного контроля	Методы магнитной дефектоскопии: магнитопорошковый, феррозондовый, магнитоиндукционный, с датчиками Холла, магниторезистивный, магнитографический
11-12	4.5	Приборы и методы электромагнитного контроля	Электромагнитные дефектоскопы, толщиномеры, приборы контроля физико-химических свойств материалов. Область применения
12	4.6	Приборы и методы радиоволнового контроля	Диэлектрические свойства материалов в диапазоне микрорадиоволн. Область применения
13	4.7	Приборы и методы теплового контроля	Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области применения.
13-14	4.8	Приборы и методы оптического контроля	Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов. Область применения
14	4.9	Приборы и методы контроля течеисканием	Наиболее распространенные пробные вещества, способы регистрации и проникновения их через течи. Область применения. Разновидности течеискателей и способы их применения
15	4.10	Приборы и методы радиационного контроля	Методы регистрации излучения: фотопленка и усиливающие экраны, ксерография, сцинтилляционные счетчики. Рентгенооптические преобразователи. Выбор источников излучения и методов регистрации. Области применения Радиография. Геометрия просвечивания, выбор оптимального фокусного расстояния, факторы, влияющие на контрастность снимков.. Нейтронная радиография. Аппаратура для контроля нейтронным излучением и заряженными частицами. Радиационные толщиномеры. Промышленная компьютерная томография

Лабораторные занятия
Не предусмотрены.

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;
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 7);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>);

1. Игнатенко Г.К. Имитационные модели в экологии: Метод. указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Обработка данных экологического мониторинга». – Обнинск: ИАТЭ, 2003. – 60 с.
2. Полякова Л.П., Глушков Ю.М. Методы разделения и концентрирования: Методические рекомендации к выполнению домашнего задания и подготовке к текущему и промежуточному контролю в работе. – Обнинск: ИАТЭ, 2009.
3. Полякова Л.П., Глушков Ю.М. Методы количественного химического анализа: Методические рекомендации к выполнению домашнего задания и подготовке к текущему и промежуточному контролю в работе. – Обнинск: ИАТЭ, 2010.

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	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 5 семестр			
1.	Разделы 1-2	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 1
2.	Разделы 3-4	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 2
Промежуточная аттестация, 5 семестр			
	Экзамен кандидатского минимума	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Экзаменационный билет

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.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16

недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

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

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Семестр 5			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Контрольная работа 1		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
Контрольная работа 2		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен кандидатского минимума	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* 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.

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

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	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
85-89	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
75-84		C	
70-74		D	

65-69			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
60-64	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	
0-59	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 литература

- Ищенко А.А., Фетисов Г.В., Асланов Л.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля: монография. – [Электронный ресурс]. – М.: Физматлит, 2011. – 645 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5271 (открытый доступ)
- Мелентьев В.С., Батищев В.И. Аппроксимационные методы и системы измерения и контроля параметров периодических сигналов. – [Электронный ресурс]. – М.: Физматлит, 2011. – 237 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5281 (открытый доступ)
- Басова Е.М., Иванов В.М. Современное состояние высокоэффективной жидкостной хроматографии полициклических ароматических углеводородов // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2011. – Т. 52. № 3. – С. 163-174.
- Танганов Б.Б. Физико-химические методы анализа (учебное пособие) // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 126-127.
- Кабилов Г.Ф., Кадырова Р.Г., Муллахметов Р.Р. Тонкослойная хроматография - экспресс метод анализа химических соединений // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Т. 205. – С. 88-94.
- Цыбульская О.Н., Буравлев И.Ю., Юдаков А.А., Никитин Ю.Г. Использование физико-химических методов анализа при изучении археологических объектов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2010. – № 5. – С. 85-90.
- Иванов А., Кацев И., Зеге Э., Прихач А. Контроль загрязнения природной среды аэрокосмическим методом // Наука и инновации. – 2014. – Т. 5. № 123. – С. 10-14.
- Кузнецов В.В. Современные методы элементного химического анализа в курсе аналитической химии // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – Т. 28. № 9 (158). – С. 95-98.
- Яушев Э.А., Ибрагимов Д.А., Сафина И.Р., Хисмиев Р.Р. Применение метода ЯМР анализа для определения физико-химических характеристик нефтяных дисперсных систем // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. № 1. – С. 45-46.

б) дополнительная литература

- Москвин Л.Н., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 352 с.

2. Кусакина Н.А. Бокова Т.И. Юсупова Г.П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие для ВПО. – Изд-во: НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет), 2010. – 118 с. [Электронный ресурс] ЭБС «Издательство «Лань». URL: <http://e.lanbook.com/>
3. Микилева Г.Н. Мельченко Г.Г. Юнникова Н.В. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа: учебное пособие для ВПО. – Изд-во: КемТИПП, 2010. – 184 с. [Электронный ресурс] ЭБС «Издательство «Лань». URL: <http://e.lanbook.com/>
4. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учебное пособие для ВПО. – Изд-во: Новое знание, 2011. – 542 с. [Электронный ресурс] ЭБС «Издательство «Лань». URL: <http://e.lanbook.com/>
5. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учебное пособие для ВПО. – Изд-во: Новое знание, 2013. – 206 с. [Электронный ресурс] ЭБС «Издательство «Лань». URL: <http://e.lanbook.com/>
6. Танганов Б.Б. Физико-химические методы анализа (учебное пособие) // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 2. – С. 126-127.
7. Цыбульская О.Н., Буравлев И.Ю., Юдаков А.А., Никитин Ю.Г. Использование физико-химических методов анализа при изучении археологических объектов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2010. – № 5. – С. 85-90.
8. Танганов Б.Б. Курс лекций по физико-химическим методам анализа // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 10. – С. 116-118.
9. Хамизов Р.Х. Методы математического моделирования процессов сорбционного концентрирования и разделения и возможности их использования в анализе растворов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2012. – Т. 12. № 1. – С. 5-22.
10. Рахимов Н.Р., Кутенкова Е.Ю., Ларина Т.В. и др. Оптоэлектронный метод анализа физико-химических параметров нефти и нефтепродуктов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. – Т. 5. № 1. – С. 179-184.
11. Танганов Б.Б. Основы хемометрики при изучении студентами химических методов анализа // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 1. – С. 41.
12. Ермоленко Ю.В., Шалимова Е.Г. Тестирование в курсе «Физико-химические методы анализа» // Успехи в химии и химической технологии. – 2010. – Т. 24. № 8 (113). – С. 104-107.
13. Маланова Н.В., Косинцев В.И., Сечин А.И. и др. Исследование физико-химических свойств осадков солей временной жесткости современными методами анализа // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-2. – С. 323-327.
14. Каратаев О.Р., Новиков В.Ф. Особенности физико-химических методов анализа водной среды общественных плавательных бассейнов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. № 6. – С. 46-49.
15. Гатиятуллин И.Р., Бахтеев С.А., Юсупов Р.А. Разработка методики количественного химического анализа ванадия и никеля в нефти сырой и нефти рентгенофлуоресцентным методом // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. № 10. – С. 203-206.
16. Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Мельник О.А. и др. Методы физико-химического анализа экологического состояния растений. // В книге: Белюченко И.С., Попок Л.Б. Практикум по экологии. Учебно-методическое пособие. Под редакцией Белюченко И.С., Попок Л.Б. – Краснодар, 2010. – С. 162-195.
17. Куликова М.В., Прокудин И.А., Буллер А.И. и др. Анализ физико-химических процессов удаления солей жесткости энтальпийным методом расчета с применением приложения Excel // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 12. – С. 105-110.

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

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [Официальный сайт]. – URL: <http://www.meteorf.ru/>
2. Единая государственная автоматизированная система контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСКРО) [Официальный сайт]. – URL: <http://egaskro.ru/>
3. Правовая система «Консультант плюс» [Официальный сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/>
4. Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru/> (открытый доступ)
5. ЭБС «Издательство «Лань». – URL: <http://e.lanbook.com/>

11. 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 смешенном 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.

11.1. 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.

11.2. Перечень программного обеспечения

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

11.3. 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 (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;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

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

Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине необходимы аудитории с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование).