

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 от 25.08.2025 № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РАДИОЭКОЛОГИИ И
РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ /
INSTRUMENTAL METHODS IN RADIOECOLOGY AND
RADIATION PROTECTION**

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

профиль

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- изучение инструментальных методов, используемых в радиоэкологии и радиационной безопасности.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- изучение инструментальных методов радиоэкологии без использования радиоактивности;
- изучение инструментальных методов радиоэкологии и радиационной безопасности с использованием радиоактивности.

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

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Общая физика / General Physics», «Ядерная физика / Nuclear physics».

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Радиационный мониторинг / Radiation monitoring», «Транспортировка ядерных материалов / Transportation of nuclear materials», выполнение научно-исследовательской работы, всех видов практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 1 и 2 курсе во 2 и 3 семестре.

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности	З-ПК-3 Знать достижения научно-технического прогресса; У-ПК-3 Уметь применять полученные знания к решению практических задач; В-ПК-3 Владеть методами моделирования физических процессов;
ПК-4	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач	З-ПК-4 Знать цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных; У-ПК-4 Уметь применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и

		их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4 Владеть навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач.
--	--	--

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:		
	№2	№3	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия (всего)	40	40	80
В том числе:			
лекции	8	8	16
практические занятия (из них в форме практической подготовки)	16	16	32
лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)	16	16	32
КСР	30	36	66
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
экзамен	36	36	72
Самостоятельная работа обучающихся	38	32	70
Всего (часы):	144	144	288
Всего (зачетные единицы):	4	4	8

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
	Семестр № 2						
1-4	1.	Electrochemical methods of analysis	2	4	4		12
1-2	1.1.	Potentiometry. Voltammetry	1	2	4		6
3-4	1.2.	Conductometry.	1	2			6
5-8	2.	Спектральные методы анализа	2	4	8		12
5-6	2.1.	Photocolometry. Spectrophotometry	1	2	8		6

7-8	2.2.	Atomic absorption and emission spectrometry	1	2			6
9-16	3.	Chromatographic methods of analysis	4	8	4		14
9-12	3.1.	Gas-liquid chromatography. Liquid chromatography	2	4	4		8
13-16	3.2.	Chromato-mass spectrometry	2	4			6
		Итого за 2 семестр:	8	16	16		38
Семестр № 3							
1-8	4.	Detection of nuclear radiation	4	8	8		16
1-4	4.1	Radioactive Decay and Interaction of Ionizing Particles with Matter	2	4	4		8
5-8	4.2	Radiation detectors	2	4	4		8
9-16	5	Spectrometry of nuclear radiation	4	8	8		16
9-12	5.1	Main parameters of spectrometers	2	4			8
13-16	5.2	Radiometry and dosimetry of nuclear radiation	2	4	8		8
		Итого за 3 семестр:	8	16	16		32
		ВСЕГО	16	32	32		70

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Недел я	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	1.	Electrochemical methods of analysis	
1-2	1.1.	Potentiometry. Voltammetry	Potentiometry and ionometry. Fundamentals of the method. Nernst equation. Types of electrodes used in potentiometry. Potentiometric measurements. Direct potentiometric determination. Ionometry with ion-selective electrodes. Potentiometric titration. Titration curves, ways to find the end point of the titration. Voltammetry and its varieties (classical, alternating current, inversion, etc.). Qualitative and quantitative voltammetric analysis.
3-4	1.2.	Conductometry.	Conductometry. Theoretical basis. Electrical conductivity of electrolyte solutions. Electrical mobility of ions and transfer numbers. Specific and equivalent electrical conductivity. Direct conductometric analysis. The principle of the method, scope, advantages and disadvantages. Conductometric titration. Titration curves.
5-8	2.	Спектральные методы анализа	
5-6	2.1.	Photocolometry. Spectrophotometry	Molecular spectra of emission and absorption, their excitation and registration. Qualitative and quantitative analysis. Laws of absorption of light. Instrumental and chemical causes of deviation from the Lambert-Bouguer-Beer law.
7-8	2.2.	Atomic absorption and emission spectrometry	Atomic absorption, atomic emission and atomic fluorescence spectrometry. Spectral phenomena underlying the methods. Atomic spectra of emission and absorption, their excitation.

			Characteristic frequencies of elements in the spectrum, used in qualitative and quantitative analysis. Atomic emission spectral analysis (spectrography, spectrometry). Scope, advantages and disadvantages.
9-16	3.	Chromatographic methods of analysis	
9-12	3.1.	Gas-liquid chromatography. Liquid chromatography	Gas and gas-liquid chromatography. Requirements for carrier gas and stationary phase. Characteristics of stationary phases. capillary columns. Gas Chromatography Technique: Sample Injection, Temperature Gradient, Detectors Used. liquid chromatography. High performance liquid chromatography. Characteristics of stationary phases. Analysis of multicomponent mixtures.
1-8	4.	Detection of nuclear radiation	
1-4	4.1	Radioactive Decay and Interaction of Ionizing Particles with Matter	Range of charged particles in matter. Interaction of γ -quanta with matter. Photoabsorption. Compton interaction. Pair formation
5-8	4.2	Radiation detectors	Radiation detectors. Spectral characteristic. Counting characteristic. Energy registration efficiency. Detector response function. scintillation detectors. PMT characteristics. Gain. dark current. Inorganic scintillators (NaI(Tl), CsI(Tl), KI(Tl)). organic scintillators. Scintillation glasses. Ionization detectors. ionization chambers. Geiger counters. Discharge extinction. Halogen counter. Semiconductor detectors. The principle of operation of the PPD. silicon detector. germanium detector.
9-16	5	Spectrometry of nuclear radiation	
9-12	5.1	Main parameters of spectrometers	Basic parameters of spectrometers. Amplitude resolution of the spectrometer. Time resolution of the spectrometer. Analyzer channel width. Accounting for the dead time of the spectrometer.
13-16	5.2	Radiometry and dosimetry of nuclear radiation	Radiometry of β -radiations. Radiometry of γ -radiations. Radiometry of α -radiations. Backscatter coefficient, Self absorption

Практические/семинарские занятия

Недел я	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	1.	Electrochemical methods of analysis	
1-2	1.1.	Potentiometry. Voltammetry	Problem solving
3-4	1.2.	Conductometry.	Problem solving
5-8	2.	Спектральные методы анализа	
5-6	2.1.	Photocolometry. Spectrophotometry	Problem solving
7-8	2.2.	Atomic absorption and emission spectrometry	Problem solving
9-16	3.	Chromatographic methods of analysis	
9-12	3.1.	Gas-liquid chromatography. Liquid chromatography	Problem solving
1-8	4.	Detection of nuclear radiation	
1-4	4.1	Radioactive Decay and Interaction of Ionizing Particles with Matter	Problem solving
5-8	4.2	Radiation detectors	Problem solving

9-16	5	Spectrometry of nuclear radiation	
9-12	5.1	Main parameters of spectrometers	Problem solving
13-16	5.2	Radiometry and dosimetry of nuclear radiation	Problem solving

Лабораторные работы

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Electrochemical methods of analysis	
1-2	1.1.	Potentiometry. Voltammetry	Лабораторная работа № 1. Определение физико-химических показателей поверхностных вод и почвы, предшествующее измерению содержания в них радионуклидов
5-6	2.	Спектральные методы анализа	
5-6	2.1.	Photocolometry. Spectrophotometry	Лабораторная работа № 2. Радиационная очистка сточных вод от органических веществ Лабораторная работа № 3. Определение поглощенной дозы от электронных пучков ускорителя УЭЛР-10-10-40 на основе полимерных плёнок СО ПД (Ф) Р-5/50 и СО ПД (Э) - 1/10
9-16	3.	Chromatographic methods of analysis	
9-12	3.1.	Gas-liquid chromatography. Liquid chromatography	Лабораторная работа № 4. Изучение радиационно-химической устойчивости некондиционного пестицидного препарата «Гексахлоран дуст»
1-8	4.	Detection of nuclear radiation	
1-4	4.1	Radioactive Decay and Interaction of Ionizing Particles with Matter	Лабораторная работа № 5. Изучение действия ионизирующего излучения на рост и развитие растения при предпосевном облучении его семян
5-8	4.2	Radiation detectors	Лабораторная работа № 6. Измерение радиоактивности с помощью счетчиков Гейгера-Мюллера
15-16	5	Spectrometry of nuclear radiation	
15-16	5.2	Radiometry and dosimetry of nuclear radiation	Лабораторная работа № 7. Измерение плотности потока β - и α -частиц в почве

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 9);
 - ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>);
1. Круглов С.В., Мельникова Т.В. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа». Обнинск: ИАТЭ, 2007. - 84 с.
 2. Мельникова Т.В., Удалова А.А., Полякова, Л.П. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа радиоэкологии и радиационной безопасности». Часть I.: Учебно-методическое пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2021. – 32 с.

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, 2 семестр			
1.	Раздел 1-2	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
2.	Раздел 3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
Промежуточная аттестация, 2 семестр			
	Экзамен	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Test + problem solution
Текущая аттестация, 3 семестр			
1.	Раздел 4	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
2.	Раздел 5	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Problem solving
Промежуточная аттестация, 3 семестр			
	Экзамен	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Test + problem solution

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	
		Min*	Max
Семестр 2			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Problem solving		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
Problem solving		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Exam	-		
Test	-	18	30
Problem solution	-	6	10
ИТОГО по дисциплине		60	100
Семестр 3			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Problem solving		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
Problem solving		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Exam	-		
Test	-	18	30
Problem solution	-	6	10
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	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	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			
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 учебная литература:

1. Трубина Н.К., Складорова М. А. Инструментальные методы исследования: учебное пособие. – Омск: Омский ГАУ, 2018. – 159 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/129436> (дата обращения: 25.01.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мельникова Т.В., Удалова А.А., Полякова Л.П. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа радиоэкологии и радиационной безопасности». Часть I: Учебно-методическое пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2021. – 32 с.
3. Шилина А.С., Эпштейн Н.Б. Инструментальные методы в химическом анализе: учеб. пособие для студ. вузов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 80 с.
4. Круглов С.В., Мельникова Т.В. Лабораторный практикум по курсу «Инструментальные методы анализа». – Обнинск: ИАТЭ, 2007. – 84 с.

5. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. – Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учеб. Для вузов. – 4-е изд. Стер. – М.: Высш. Шк., 2008.
6. Коваленко Л.А. и др. Контроль состояния окружающей среды и защита от антропогенных загрязнений: учеб. пособие для студ. вузов; ред. В. В. Скибенко. – 2-е изд., стер. – М.: МЭИ, 2010. – 448 с.
7. Романцов В.П., Романцова И.В., Черкашин В.А. Спектрометрия гамма- и бета-излучений. Учебное пособие. – Обнинск, 2007.
8. Матусевич Е.С., Романцова И.В. Физические методы анализа загрязнений окружающей среды. Учебное пособие. – Обнинск, 1999.
9. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Радиационная безопасность персонала атомных станций. Учебное пособие. / Под общей редакцией В.А. Кутькова. Атомтехэнерго - ИАТЭ. Москва – Обнинск, 2003.
10. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П., Безруков Б.А., Долженков И.В., Алексеев А.Г. Основы радиационного контроля на АЭС. Учебное пособие./ Под ред. В.А.Кутькова и В.В.Ткаченко. – Концерн «Росэнергоатом» - ИАТЭ. Москва – Обнинск, 2005 (гл. 10 и 11).
11. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Обеспечение радиационной безопасности персонала при эксплуатации АЭС. – Обнинск, 2007. – 253 с.
12. Романцов В.П., Романцова И.В., Ткаченко В.В. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений. Учебное пособие. 2-е издание, дополненное и переработанное. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012 – 160 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.
3. Басов В.Н., Басов А.В., Максимов А.С. и др. Инструментальный анализ. Избранные методы: учебное пособие; под редакцией В. Н. Басова. – Пермь: ПНИПУ, 2011. – 165 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160286> (дата обращения: 10.08.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 тетради для конспектирования лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись.

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.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

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

Рекомендации по подготовке лабораторных работ

Лабораторные занятия по дисциплине «Инструментальные методы анализа радиозащиты и радиационной безопасности» имеют цель закрепить теоретический материал, полученный на лекциях, а также дать практические навыки применения полученных знаний в области инструментальных методов анализа.

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 РЭ и РБ» 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 экзамену

Подготовку к экзамену 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 экзамену 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 необходимости)

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты и веб-сервиса Google Classroom.

12.2. Перечень программного обеспечения (при необходимости)

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Для оформления письменных работ, презентаций, работы в электронных библиотечных системах необходимы программы пакета Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется.

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

Инструментальные методы анализа РЭ и РБ (Лекции и практические занятия)	Учебная аудитория (№№) Мультимедиа-проектор Проекционный экран Ноутбук Доска для написания мелом или фломастером
Инструментальные методы анализа РЭ и РБ (лабораторные работы)	Учебная лаборатория «Экологический контроль объектов ЯТЦ» (№ 1-608) Автоматические пипетки Блок питания газовый Весы AR 2140 OHAUS Весы AR 520 OHAUS Иономер И-160 Иономер-кондуктомер источник Б5-45А Магнитная мешалка ПЭ 6100 Магнитная мешалка с подогревом ПЭ 6110 Микродозатор 1-но канальный Милливольтметр Б7-38 рН-метр Анион 4100 рН-метр МАРК 901 Самописец Н-391 Спектрофотометр UVmini-1240 Фотометр фотоэлектрический Хроматограф Кристалл 5000.2 Учебная лаборатория «Экологический контроль объектов ЯТЦ» (№612) Бидистиллятор БС (комплект) стеклянный Орбитальный шейкер OS-20 с универсальной платформой 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 Учебная лаборатория «Экологический контроль

	объектов ЯТЦ» (№ 610) 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 климатическая камера SANYO MLR -352 Компрессор DARI; Дозиметр-радиометр ДКС-96; Блоки детектирования БДЗА-96F и БДЗБ-96F в составе измерительного универсального комплекса ДКС-96
--	---

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

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

Determination of contamination of surfaces with radioactive substances. Contamination of liquids and bulk substances with radioactive substances. Radiometry of aerosols and gases.

Fundamentals of the method of activation analysis. Quantitative and qualitative activation analysis. Neutron activation analysis. Photoneutron analysis. Application of neutron activation analysis. Analysis of induced activity. Identification methods in activation analysis.

Individual and group dosimetric control (IDK). Methods and standards. What is subject to radiation control? The main control parameters for radiation monitoring. Rationing. Administrative rationing in radiation monitoring. Open and closed sources of AI.

Форма контроля: дополнительные вопросы при защите лабораторных работ.

14.3. Краткий терминологический словарь

An electrochemical cell can be defined as the combination of two electrodes (indicator and reference electrodes) immersed in a solution containing the analyte, with an external connection between the electrodes to complete the electrical circuit.

Angular velocity, time rate at which an object rotates, or revolves, about an axis, or at which the angular displacement between two bodies changes.

Calorimetric methods measure the dose of radiation by measuring the temperature increase in a medium.

Chromatography is a process for separating components of a mixture. To get the process started, the mixture is dissolved in a substance called the **mobile phase**, which carries it through a second substance called the **stationary phase**.

Conductometric cell. The conductometric cell consists of two identical inert electrodes with a sufficiently large area placed in the analyzed solution.

Electroanalytical methods are a class of techniques in analytical chemistry, which study an analyte by measuring the potential (volts) and/or current (amperes) in an electrochemical cell containing the analyte.

Electrolytic Cells. These are electrochemical cells where a chemical reaction is brought about by applying a voltage from an external power supply in excess to that generated by any natural Galvanic mechanism. The resultant current flow can be measured and used for analytical measurement. These types of cells are important in voltammetry, amperometry and coulometry.

Electromagnetic waves or EM waves are waves that are created as a result of vibrations between an electric field and a magnetic field.

Instrumental methods in radioecology and radiation protection is quantitative analytical methods, which require electrochemical optical, radiochemical, radiospectrometric, dosimetric and other equipment.

Methods which involve the charge transport by the ions in solution (migration) are termed **conductometric** methods.

Moment of inertia is defined as the quantity expressed by the body resisting angular acceleration which is the sum of the product of the mass of every particle with its square of a distance from the axis of rotation.

Potentiometry is based on the measurement of the potential of an electrode system (e.g. electrochemical cell). Potentiometric measurement system consists of two electrodes called reference and indicator electrode, potentiometer and a solution of analyte.

Retention time, t_r , is the time between the sample's injection and the maximum response for the solute's peak.

Semiconductors are materials, inorganic or organic, which have the ability to control their electronic conduction depending on chemical structure, temperature, illumination, and presence of dopants.

Spectroscopy is a branch of physical science which deals with the study of the interaction between the molecule and electromagnetic radiation

The baseline width, w , is determined by extending tangent lines from the inflection points on either side of the chromatographic peak through the baseline.

The detector measures the average energy incident on a specific point of the sensitive volume, that is, the absorbed radiation dose. Such detectors are known as **dosimeters**.

The generated signal from the incident radiation is created by the counting of the number of interactions occurring at the sensitive volume of the detector. In this case, the detector is called **counter**.

The incident radiation generates a signal that measures the energy that has reached the detector. The detector is named **spectrometer**.

The time required to elute nonretained solutes is called the column's **void time**, t_m .

Ultraviolet and visible spectroscopy is also known as electronic spectroscopy. Generally, it can be used to determine the degree of unsaturation within the molecules.

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:

_____ **Л.П. Полякова**
доцент отделения ядерной физики и технологий (О)
кандидат химических наук, доцент

_____ **О.П. Александрова**
ведущий эксперт кафедры ядерной и радиационной безопасности,
АНО ДПО «Техническая академия Росатома»,
кандидат физико-математических наук