

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)

Одобрено на заседании

УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 25.08.2025 № 1-8/2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиохимические методы анализа

название дисциплины

для студентов направления подготовки

04.03.01 «Химия»

код и название

образовательная программа

Аналитическая химия

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025

Г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины:

- изучить теоретические основы и фундаментальные экспериментальные данные в области радиохимии, включающие также разделы, относящиеся к ядерной химии, радиационной химии, радиоэкологии, технологии ядерных материалов.

Задачи изучения дисциплины:

- Освоить химию радиоактивных элементов и веществ;
- Сформировать представления о химических процессах, сопровождающих ядерные превращения;
- Познакомить с использованием радионуклидов в различных областях научных исследований и в решении практических задач;
- Дать представление о путях распространения и о распределении во времени и в пространстве радиоактивных загрязнений в среде обитания человека.

2. Место дисциплины в структуре бакалавриата

Дисциплина реализуется в профессиональном модуле (дисциплина по выбору); изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Объем дисциплины 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Для освоения программы дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: общая и неорганическая химия в объеме средней школы и общая и неорганическая химия в объеме программы высшего профессионального образования, физика, аналитическая химия, физическая химия

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-1	Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	З-ПК-1- знать химию радиоактивных элементов, химию ядерных превращений, общую и прикладную радиохимию, радиоактивность, типы распада радиоактивных ядер, законы радиоактивных превращений, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, получение радионуклидов в ядерных реакциях, химию отдельных природных и искусственных радиоактивных элементов; У-ПК-1 - уметь определять период полураспада и реальную активность исследуемых материалов; оценивать влияние радиации на радиолиз органических и неорганических материалов; В-ПК-1 - владеть понятийным и терминологическим аппаратом радиохимии. В-ПК-1 Владеть: - системой фундаментальных химических понятий и

		законов.
ПК-2	Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	З-ПК-2 Знать: -основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; У-ПК-2 Уметь: - выбирать и использовать современную инструментальную базу и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации; - использовать фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР; В-ПК-2 Владеть: - навыком подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР; - навыком выбора технических средств и методов анализа (из набора имеющихся) для решения поставленных задач на лабораторных занятиях и задач НИР.

4. Воспитательный потенциал дисциплины

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	- Создание условий, обеспечивающих формирование культуры работы с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (В33)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению

		проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ.
	Создание условий. обеспечивающих формирование культуры работ, связанных с проведением химического анализа с использованием современной инструментальной исследовательской базы (В34)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для -формирования навыков соблюдения мер безопасности при работе с реагентами разных классов опасности на современном научно-исследовательском оборудовании, позволяющем проводить высокоточный качественный и количественный химический анализ; - формирования навыков ответственной работы с использованием современной инструментальной аналитической базы; -формирования мотиваций в освоении разнообразной современной инструментальной базы химического анализа; -формирования мотиваций к научно-исследовательской работе в области химических наук.

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

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Контактная работа обучающихся с преподавателем	48
Аудиторная работа (всего):	96
<i>в том числе:</i>	
лекции	32
семинары, практические занятия	
лабораторные работы	16
Промежуточная аттестация	
<i>в том числе:</i>	

зачет	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	12
Всего (часы):	72
Всего (зачетные единицы):	2

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)**

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Семестр №4		
		Лек	Лаб	СР
1	Основные понятия ядерной физики и законы радиоактивности	2		
2	Виды радиоактивного распада	2		
3	Виды ионизирующего излучения и его взаимодействие с веществом	2		
4	Ядерные реакции. Технологии производства изотопов	2		
5	Методы измерения ионизирующего излучения	2		
6	Искусственные радионуклиды в окружающей среде. Механизмы образования, распространенность	2		
7	Естественные радионуклиды в окружающей среде. Основные изотопы и их характеристика	2		
8	Состояние радиоактивных изотопов в жидкой твердой и газовых фазах	2		
9	Методы выделения и разделения радиоактивных элементов	2		
10	Плутоний в окружающей среде. Источники, механизмы миграции, концентрации	2		
11	Химия плутония и методы его определения	2	4	4
12	Тритий в окружающей среде. Источники, механизмы миграции, концентрации	2	4	2
13	Методы определения трития в объектах окружающей среды	2		
14	Уран, торий, их дочерние изотопы в окружающей среде. Методы определения урана, тория в объектах окружающей среды	2	8	4
15	Продукты деления в окружающей среде (^{137}Cs , ^{90}Sr). Источники, механизмы миграции, концентрации	2		
16	Химия основных продуктов (^{137}Cs , ^{90}Sr) деления и методы их определения	2		2
	Всего	32	16	12

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Основные понятия ядерной физики и законы радиоактивности	Строение ядра. Электрон, нейтрон, протон, позитрон – свойства. Обозначения радиоактивных элементов. Явление радиоактивности, история. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Расчет постоянной распада, активности по количеству вещества и наоборот.
2	Виды радиоактивного распада	Радионуклидная карта. Виды радиоактивного распада. Альфа-распад, бета-распад, К-захват, спонтанное деление – свойства, характерные радионуклиды, спектры излучения, основные особенности и закономерности.
3	Виды ионизирующего излучения и его взаимодействие с веществом	Альфа-, бета-, нейтронное излучение, рентгеновское и гамма-излучение (тормозное и Черенковское излучение). Линейная передача энергии. Источники ионизирующего излучения (реакторы, ускорители, источники). Взаимодействие тяжелых частиц, электронов, гамма-излучения с веществом.
4	Ядерные реакции. Технологии производства изотопов	Сечение ядерной реакции. Ядерные реакции с участием нейтронов. Ядерные реакции с участием заряженных частиц (протонов, альфа-частиц). Реакции деления. Установки для получения радиоактивных изотопов (атомные реакторы, ускорители).
5	Методы измерения ионизирующего излучения	Ионизационные детекторы, пропорциональные счетчики. Счетчик Гейгера-Мюллера. Сцинтилляционные детекторы (твердые и жидкие). Полупроводниковые детекторы. Альфа-, бета-детекторы. Авторадиография. Химические методы.
6	Искусственные радионуклиды в окружающей среде. Механизмы образования, распространенность	Уровень глобальных выпадений. Ядерные испытания, мирные ядерные взрывы. АЭС. Крупнейшие радиационные катастрофы. Чернобыль, ВУРС, Фукусима. Предприятия по переработке радиоактивных материалов. Хранилища радиоактивных отходов.
7	Естественные радионуклиды в окружающей среде. Основные изотопы и их характеристика	Основные естественные радионуклиды. Радиоактивные семейства. Кларковые содержания. Радиоактивность, обусловленная космическим излучением.
8	Состояние радиоактивных изотопов в жидкой твердой и газовых фазах	Изотоп с носителем/без носителя. Относительные массовые количества стабильных и радиоактивных изотопов. Истинные растворы, коллоиды и псевдоколлоиды. Методы исследования радиоактивных изотопов в водных растворах, методы центрифугирования, ультрафильтрации, авторадиографии. Методы исследования состояния радиоактивных изотопов в твердых телах. Эффекты отдачи. Радиоактивные изотопы в газовой фазе.
9	Методы выделения и разделения радиоактивных элементов	Соосаждение. Сокристаллизация. Адсорбционное соосаждение. Хроматография. Ионный обмен. Экстракционные методы. Распределение радиоактивных

		благородных газов между твердой и газовой фазами.
10	Плутоний в окружающей среде. Источники, механизмы миграции, концентрации	История открытия. Основные физические характеристики. Виды изотопов. Ядерные взрывы, аварии на предприятиях ЯТЦ, выбросы и сбросы на предприятиях ЯТЦ, разгерметизация источников, глобальные выпадения. Формы нахождения в почвах (распределение по гранулометрическим фракциям, химические формы). Поступление в растения.
11	Химия плутония и методы его определения	Общие химические свойства. Валентные состояния. Формы плутония разных степеней окисления в водных растворах и их переходы. Основные стадии типичных методик альфа-спектрометрического определения плутония с предварительным радиохимическим выделением (растворение, стабилизация в 4-х-валентном состоянии, хроматографическое ионообменное выделение, соосаждение). Масс-спектрометрическое определение плутония.
12	Тритий в окружающей среде. Источники, механизмы миграции, концентрации	Механизмы происхождения трития. Тритий в доатомную эру. Источники техногенного трития. Содержание трития в объектах окружающей среды. Формы нахождения трития в окружающей среде. Механизмы миграции трития в воздухе, воде. Поступление трития в растения.
13	Методы определения трития в объектах окружающей среды	Методы определения трития в воде. Жидкостная сцинтилляция. Методы определения трития в воздухе (вымораживание, поглощение цеолитами, барботирование). Методы определения органически-связанного трития. Аппаратура.
14	Уран, торий, их дочерние изотопы в окружающей среде. Методы определения урана, тория в объектах окружающей среды	Уран, торий в породах и почвах. Радиоактивные семейства. Вековое равновесие. Радон в воздухе. Общая информация о химических свойствах урана и тория (стабильные степени окисления, основные соединения). Ионы урана и тория в водных растворах. Альфа-спектрометрическое и масс-спектрометрическое определение урана и тория.
15	Продукты деления в окружающей среде (^{137}Cs , ^{90}Sr). Источники, механизмы миграции, концентрации	Основные радиоактивные изотопы стронция и цезия. Механизм получения (распределение масс при делении тяжелых ядер). Основные физические характеристики. Ядерные взрывы, аварии на предприятиях ЯТЦ, выбросы и сбросы на предприятиях ЯТЦ, разгерметизация источников, глобальные выпадения. Формы нахождения в почвах (распределение по гранулометрическим фракциям, химические формы). Поступление в растения.
16	Химия основных продуктов (^{137}Cs , ^{90}Sr) деления и методы их определения	Общие химические свойства. Валентные состояния. Основные соединения. Нерастворимые соединения. Формы нахождения в растворах. Основные стадии комплексной методики выделения ^{137}Cs , ^{90}Sr из растворов.

Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Определение изотопов Pu в почвах методом альфа-спектрометрии с	Определение ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ в почвах методом альфа-спектрометрии с предварительным радиохимическим выделением.

	предварительным радиохимическим выделением	
2	Определение органически-связанного трития в растительных объектах методом жидкостной сцинтилляции	Цель: освоить методику обработки растительных проб при анализе концентрации ОСТ Задачи: 1. Провести химическое разложение высушенных проб методом автоклавного разложения; 2. Нейтрализовать пробы и очистить их методом перегонки; 3. Провести анализ полученных проб методом жидкостной сцинтилляции; 4. Обработать и представить полученные данные
3	Определение урана и тория в водных, биологических объектах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой	Ознакомление с методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой для определения радионуклидов и тяжелых металлов в объектах окружающей среды на примере воды и почвы

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по освоению дисциплины «Радиохимические методы анализа», утвержденные отделением биотехнологий.

2. Методические рекомендации по преподаванию дисциплины «Радиохимические методы анализа», утвержденные отделением биотехнологий.

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Радиохимические методы анализа», утвержденные отделением биотехнологий.

8. Фонд оценочных средств для проведения 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, 7 семестр			
1.	Темы 1-10, 13, 15	З-ПК-1, У-ПК-1, В – ПК-1- Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	Оценочное средство №2 – устный опрос.

		З-ПК-2, У-ПК-2, В – ПК-2 - Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	
2.	Темы 11,12,14,15	З-ПК-1, У-ПК-1, В – ПК-1- Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) З-ПК-2, У-ПК-2, В – ПК-2 - Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	Оценочное средство №2 – устный опрос. Оценочное средство Оценочное средство № 3 – защита лабораторных работ.
зачет		З-ПК-1, У-ПК-1, В – ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В – ПК-2	Оценочное средство №1

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».

Оценочное средство №1

Вопросы к зачету

а) типовые вопросы

1. История развития радиохимии.
2. Общая радиохимия.
3. Химия радиоактивных элементов.
4. Химия ядерных превращений.
5. Прикладная радиохимия.
6. Строение и свойства атомных ядер.
7. Атомное ядро, масса ядра, нуклоны.
8. Нуклиды. Стабильность нуклидов.
9. Масса нуклида, заряд и радиус ядра, энергия связи.

10. Распространенность изотопов.
11. Естественные радиоактивные элементы.
12. Радиоактивные семейства.
13. Природные долгоживущие изотопы.
14. Законы радиоактивного распада.
15. Период полураспада, постоянная распада, среднее время жизни ядра. Разветвленный распад.
16. Активность нуклида, единицы радиоактивности.
17. Соотношение активность - масса.
18. Радиоактивное равновесие.
19. Альфа - распад.
20. Бета - распад.
21. Электронный захват.
22. Электромагнитное излучение (эмиссия гамма-квантов), электроны внутренней конверсии.
23. Спонтанное деление.
24. Альфа-частицы.
25. Бета-частицы.
26. Гамма-кванты.
27. Фотоэффект, эффект Комптона, образование позитрон-электронных пар.
28. Радиоллиз воды и водных растворов.
29. Радиоллиз органических соединений.
30. Радиационно-химический выход радиолитических реакций.
31. Действие излучений на твердые тела.
32. Окрашивание кристаллов.
33. Деструкция и сшивание полимеров.
34. Модельные представления.
35. Реакции с участием нейтронов и заряженных частиц (протоны, дейтроны, ядра гелия, тяжелые ионы).
36. Сечение ядерной реакции.
37. Функция возбуждения.
38. Выход ядерной реакции.
39. Методы радиохимии для селективного выделения, очистки и концентрирования радиоактивных элементов из сложной смеси продуктов.
40. Осаждение (соосаждение).
41. Экстракция органическими растворителями.
42. Методы хроматографии: ионообменная, распределительная, бумажная, тонкослойная, термохроматография.
43. Электрохимические методы.
44. Методы дистилляции.
45. Методы, основанные на эффекте отдачи ядра.
46. Методы регистрации излучения: ионизационные, сцинтилляционные, фотоэмульсионные.
47. Ионизационные камеры.
48. Газоразрядные счетчики.
49. Полупроводниковые детекторы.
50. Трековые детекторы.
51. Характеристика работы.
52. Ядерная спектрометрия.
53. Измерение радиоактивности образцов.
54. Идентификация радионуклидного состава препарата.
55. Получение радионуклидов в ядерных реакторах, на ионных пучках ускорителей, с помощью изотопных генераторов.
56. Получение тяжелых и сверхтяжелых элементов.
57. Ядерный реактор.
58. Циклотрон.

59. Производство радионуклидов.
60. Цепная реакция деления урана.
61. Ядерно-топливный цикл.
62. Проблемы и перспективы развития ядерной энергетики.
63. Особенности поведения ультрамикроколичеств радиоактивных элементов. Коллоидообразование, изотопный обмен.
64. Естественные радиоактивные элементы: уран, протактиний, торий, актиний, радий, франций, радон, полоний.
65. Искусственные радиоактивные элементы: технеций, прометий, астат, трансурановые элементы.
66. Валентные состояния, основные реакции и соединения.
67. Источники радиационного воздействия излучения на живые организмы.
68. Внешнее и внутреннее облучение.
69. Пути проникновения радиоактивных веществ в организм и характер распределения.
70. Радиочувствительность органов.
71. Нарушение обмена веществ.
72. Генетические эффекты.
73. Основные понятия и термины радиационной безопасности.
74. Доза излучения: поглощенная, эквивалентная, эффективная, предельно допустимая.
75. Группы радионуклидов по радиационной опасности.
76. Допустимая концентрация радионуклидов.
77. Техника безопасности и классификация работ с радиоактивными веществами.
78. Естественный радиационный фон.
79. Космическое излучение, излучение естественных радиоактивных элементов.
80. Технологический естественный фон.
81. Ядерно-аналитические методы.
82. Активационный анализ.
83. Рентгенфлуоресцентный анализ.
84. Авторадиография.
85. Радиационный мониторинг и картографирование.
86. Безопасные химические формы радиоактивных отходов (РАО), их хранение и захоронение.
87. Виды радиоактивной опасности при добыче, транспортировке и обогащении урана по 235 изотопу.

Оценочное средство №2

Устный опрос

Элементарные частицы и атомные ядра.

1. Из каких элементарных частиц состоит ядро атома?
2. Что показывает порядковый номер в периодической таблице элементов?
3. Ядерные силы. Закон Мозли.
4. Какую информацию несет в себе массовое число ядра A ?
5. Атомная единица массы. Рассчитать энергетический эквивалент единицы атомной массы.
6. Дать определение понятиям: изотопы, изобары, изотоны и изомеры.
7. Дать определение и пояснить физический смысл понятий: энергия связи ядра, удельная энергия связи ядра, дефект массы, избыток массы.
8. Магические ядра.

Типы радиоактивного распада.

1. Что понимают под такими понятиями, как явление радиоактивности, радиоактивный распад, радионуклид и радиоактивное вещество?
2. Какие виды радиоактивного распада существуют?
3. Правило сдвига или закон радиоактивного смещения Содди-Фаянса.
4. Охарактеризовать альфа-распад. Энергия альфа-частиц. обосновать возможность альфа-распада, туннельный эффект. Привести примеры с написанием ядерных реакций.

5. Бета-распад: электронный, позитронный, электронный (К-захват) захват и сопровождающий его Оже-эффект. Охарактеризовать. Привести примеры с написанием ядерных реакций.
6. Что такое электроны Оже и конверсионные электроны, фотоэлектроны и электроны Комптона?
7. Внутренняя конверсия γ -излучения.
8. Для каких ядер становится выгодным спонтанное деление? Как оно происходит?
9. Привести примеры «экзотических» видов распадов и кластерного распада.

Кинетика радиоактивного распада

1. Приведите кинетическое уравнение радиоактивного распада. Как изменяется радиоактивность во времени?
2. Поясните, что такое период полураспада, постоянная распада и среднее время жизни радионуклида.
3. Перечислите способы экспериментального определения периода полураспада. Как находят период полураспада долгоживущих радионуклидов (например, ^{232}Th)?
4. Дайте определение понятиям активность радиоактивного вещества, удельная активность радиоактивного вещества, Беккерель.
5. Как зависит от величины периодов полураспада дочернего и материнского нуклида в цепочках генетически связанных радионуклидов возможность реализации одной из трех ситуаций: отсутствие равновесия, подвижное и вековое равновесие?
6. Решить:
Начальная активность a_0 препарата ^{224}Ra массой 0.2 мкг равна $4.31 \cdot 10^6$ Бк, через 15 ч активность этого препарата уменьшилась до $3.38 \cdot 10^6$ Бк. Чему равен период полураспада ^{224}Ra ?
7. Решить:
Определить период полураспада, постоянную распада и среднее время жизни ^{238}Pu , если образец весом 0.3 г обладает активностью $1.9 \cdot 10^{11}$ Бк?
8. За месяц непрерывной работы ускорителя было зарегистрировано пять событий распада ядер нового сверхтяжелого элемента; при этом времена жизни каждого ядра составили $1.3 \cdot 10^{-3}\text{с}$; $1.1 \cdot 10^{-3}\text{с}$; $1.3 \cdot 10^{-3}\text{с}$, $1.4 \cdot 10^{-3}\text{с}$, $1.2 \cdot 10^{-3}\text{с}$. Чему равен период полураспада этого изотопа?
9. Препарата ^{224}Ra ($T_{1/2} = 4.63$ дня) содержит примесь ^{234}Th ($T_{1/2} = 24.1$ дня). Активность ^{234}Th в препарате составляет 0.5% от общей активности. Какую долю от общей активности будет составлять активность тория через 10 дней?
10. Приведите примеры рядов генетически связанных радионуклидов.

Ионизирующее излучение и его взаимодействие с веществом

1. Какие виды ионизирующего излучения существуют? Дать краткую характеристику каждого.
2. Перечислить основные особенности различных способов взаимодействия γ -излучения с веществом (рэлеевское рассеяние, комптоновское рассеяние, фотоэффект, рождение пар, фотоядерные реакции).
3. Поясните, от каких факторов зависит пробег ионизирующего излучения в веществе?
4. Что такое линейная передача энергии и от каких факторов она зависит?
5. Перечислите основные механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.
6. По какому закону уменьшается интенсивность γ -излучения при прохождении его через вещество?
7. Что понимают под линейным коэффициентом ослабления и в чем его отличие от массового коэффициента?
8. В результате каких процессов возникает тормозное и характеристическое рентгеновское излучение?
9. Химические эффекты ионизирующих излучений.

Радиолиз воды и водных растворов. Радиолиз органических соединений. Радиационно-химический выход радиолитических реакций. Действие излучений на твердые тела. Окрашивание кристаллов. Деструкция и сшивание полимеров.

10. Измерение ионизирующего излучения.

Ядерная энергия

1. Цепная реакция деления урана. Ядерно-топливный цикл. Проблемы и перспективы развития ядерной энергетики.
2. Ядерные реакции, дать определение и привести примеры.
3. Пояснить понятия: энергия реакции, порог реакции. Привести условия протекания ядерных реакций.
4. Рассмотреть с точки зрения физического смысла характеристики вероятности ядерных реакций: ядерное эффективное сечение, сечение активации, сечение захвата.
5. Как определяется энергетический выход ядерных реакций?
6. Резонансные ядерные процессы.
7. Фотоядерные реакции.
8. Ядерная безопасность. Основные принципы и проблемы.

Актиниды

1. Какие изотопы тория встречаются в природе?
2. Каковы плотность, температура плавления и аллотропного превращения тория?
3. Какие степени окисления проявляет торий? Какова основная валентность тория в растворе?
4. Чем объясняется склонность тория к образованию интерметаллических и комплексных соединений, а также к гидролизу?
5. При каких pH начинается сильный гидролиз Th (IV)?
6. Какими способами в промышленности перерабатываются ториевые руды?
7. Какие методы использует аналитическая химия для извлечения тория?
8. Назовите сферы применения тория.
9. Назовите основные природные изотопы урана.
10. Что общего и чем различаются радиоактивные ряды ^{235}U и ^{238}U ?
11. Назовите сферы применения изотопов ^{233}U , ^{235}U , ^{238}U .
12. Приведите основные характеристики видов урана: природный уран, низкообогащенный (реакторный) уран, уран, годный к оружейному использованию, оружейный уран, рециклированный уран.
13. Какие физические и химические свойства UF_4 обеспечили широкое его применение в промышленности?
14. Назовите сферы применения изотопов нептуния, плутония, америция, кюрия, берклия, калифорния.

Методы анализа изотопного состава

1. Что такое изотопный эффект?
2. Чем обусловлены изотопные эффекты?
3. Термодинамика и кинетика изотопных эффектов.
4. Особенности определения очень малых содержаний изотопов.
5. Какие основные методы используются для разделения изотопов.
6. Масс-спектрометрия и масс-спектрометры.
7. Приведите примеры гомогенного и гетерогенного изотопного обмена.
8. С какой целью применяется изотопный обмен в химических исследованиях?

Оценочное средство №3

Вопросы к защите лабораторных работ

1. Перечислите основные методы разделения радиоактивных веществ и дайте их краткую характеристику. Методы радиохимии для селективного выделения, очистки и концентрирования радиоактивных элементов из сложной смеси продуктов. Осаждение (соосаждение). Экстракция органическими растворителями. Методы хроматографии:

ионообменная, распределительная, бумажная, тонкослойная, термохроматография. Электрохимические методы, Методы дистилляции. Методы, основанные на эффекте отдачи ядра.

2. Дайте определение понятиям: носитель, изотопный носитель, изоморфный носитель, инертный носитель и антиноситель.
3. Что общего и в чем различие в процессах соосаждения, сокристаллизации и адсорбции?
4. Сформулируйте законы Гана и Хлопина.
5. При каких условиях достигается гомогенное распределение радионуклида?
6. Сформулируйте правило Дернера-Госкинса. При каких условиях оно выполняется?
7. Какие возможны пути установления равновесия между смешанными кристаллами и раствором?
8. Сформулируйте правило Фаянса-Панета и закон Фаянса-Гана.
9. Что такое первичная и вторичная адсорбция? Как их можно различить экспериментально?
10. Что показывает коэффициент кристаллизации и постоянная кристаллизации?
11. Назовите особенности состояния радионуклидов в ультрамалых концентрациях?
12. Что такое хроматография и ионно-обменная хроматография?
13. В чем различие процессов разделения на катионитах и анионитах?
14. Какие факторы влияют на ионообменное равновесие?
15. Дайте определение процесса экстракции. Что такое экстракция, рафинат и эстракт?
16. Какие экстрагенты нашли широкое применение для экстракции радионуклидов из водных растворов?
17. Что такое мембранные процессы и какое применение они нашли в технологии?
18. Что такое селективная мембрана? Перечислите виды селективных мембран.
19. В каких состояниях радиоактивные изотопы могут находиться в растворах?
20. Что такое истинное и коллоидное состояние радионуклида в растворе?
21. Чем различаются истинные и псевдоколлоиды?
22. Какими методами исследуются радиоколлоиды?
23. Как тип электролита влияет на состояние радионуклида в растворе?
24. Какими методами изучается состояние радионуклида в твердом теле?
25. Как образуются радиоактивные аэрозоли?
26. Оформление отчета и составление выводов.

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.

- Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Семестр 7			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	1-8	18	30
Оценочное средство № 2	4	9	15
Оценочное средство № 3	8	9	15
Контрольная точка № 2	9-16	18	30
Оценочное средство № 2	10	9	15
Оценочное средство № 3	15	9	15
Промежуточная аттестация	-	24	40
Зачет	-		
Оценочное средство № 1	-	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.

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	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
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	
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. Гергалов, В. И. Радиохимия : учебно-методическое пособие : в 2 частях / В. И. Гергалов. — Минск : БГУ, 2017 — Часть 2 : Использование радиоизотопов для решения практических задач — 2017. — 119 с. — ISBN 978-985-566-405-6
2. Бекман И.Н. Радиохимия. Курс лекций. М.:Москва, 2006. [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://profbeckman.narod.ru/RH0.htm>
3. Давыдов Ю.П. Основы радиохимии [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2014. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65268
4. Практикум "Основы радиохимии и радиоэкологии". Под редакцией М.И. Афанасова – 2-е издание, переработанное и дополненное - М.: Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012 - 97 с. [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://chembaby.com/radioximiya/>
5. Жерин И.И. Основы радиохимии, методы выделения и разделения радиоактивных элементов: учебное пособие / И.И. Жерин, Г.Н., Амелина; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 196 с. [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://window.edu.ru/resource/858/73858>.
6. Медведев, В. П. Физические основы радиохимии : учебное пособие / В. П. Медведев, А. В. Очкин, М. А. Семенов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 188 с. — ISBN 978-5-7262-1524-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75979>.

б) дополнительная учебная литература:

1. Пучкова, Е. В. Ядерная химия. Избранные главы : учебник для вузов / Е. В. Пучкова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — ISBN 978-5-507-54446-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508563> (
 2. Наумова Л. Б. Изучение кинетики поглощения UO_2^{2+} из водных сред природными материалами / Л. Б. Наумова, М. А. Киселева, Л. А. Егорова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 3. С. 243-255. — [Электронный ресурс] Открытый доступ на URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000464739>
 3. Жерин И.И., Амелина Г.Н. Химия тория, урана, плутония: учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 147 с. - [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://window.edu.ru/resource/857/73857>
 4. Левин М.Н., Гитлин В.Р. Радиоактивность: Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 22 с. – [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://window.edu.ru/resource/451/27451>
 5. Левин М.Н., Негрбов О.П., Гитлин В.Р., Селиванова О.В., Иванова О.А. Радон: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 42 с. – [Электронный ресурс] Открытый доступ на <http://window.edu.ru/resource/400/65400>.
10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
- <http://www.window.edu.ru/window/library> Федеральный портал. Российское образование.
<http://www.cir.ru/index.jsp> Университетская информационная система России.
<http://www.diss.rsl.ru> Российская государственная библиотека. Электронная библиотека диссертаций.
<http://www1.fips.ru> Информационные ресурсы Роспатента.
<http://www.studentlibrary.ru> ЭБС «Консультант Студента»

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

<http://www.window.edu.ru/window/library> Федеральный портал. Российское образование.
<http://www.cir.ru/index.jsp> Университетская информационная система России.
<http://www.diss.rsl.ru> Российская государственная библиотека. Электронная библиотека диссертаций.
<http://www1.fips.ru> Информационные ресурсы Роспатента.
<http://www.studentlibrary.ru> ЭБС «Консультант Студента»

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение программы дисциплины «Неорганическая химия» предусматривает: лекции (32 часов), лабораторные работы (64 часов), текущий контроль в виде устного опроса, защит лабораторных работ, промежуточный контроль - зачет.

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения,

	выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. по подготовке к практическим занятиям Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии.
Практические занятия	Семинарские занятия призваны научить студента самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу, разбираться в проблемных вопросах физической химии, способствовать обретению навыков анализа текстов источников информации, решению типовых задач физической химии При подготовке к практическим занятиям студент должен ознакомиться с темой занятия, проработать соответствующий лекционный материал и материал в учебной литературе. Сформулировать проблемные для восприятия вопросы с целью их обсуждения в формате семинарского занятия. Занятия проводятся в форме активной работы студенческой группы под контролем и руководством преподавателя. Кроме этого необходимо решить домашние задачи, заданные на предыдущем занятии. Для успешного решения домашних задач необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории. Приступая к решению любой задачи, следует выполнять определенные правила: Внимательно прочитать условие задачи. Решение задач рекомендуется проводить в общем виде. Вычисляются, как правило, только те величины, которые требуются для ответа на вопрос задачи. Прежде чем подставлять данные в расчетную формулу необходимо проверить размерность вычисляемой величины. Если размерность вычисляемой величины правильная – можно проводить вычисления, если нет - следует найти ошибки. После проведения вычислений необходимо оценить разумность полученного результата (значение скорости движения тела близкой к скорости света в вакууме – неразумно, неразумно отрицательное значение абсолютной температуры и так далее). Если получен неразумный результат, необходимо проверить правильность вычислений. Если вычисления правильные, следует искать ошибки в решении. При записи решения задачи необходимо делать пояснения. В конце решения должен быть записан ответ на вопрос задачи.
Лабораторная работа	Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению

	лабораторной работы, решение задач. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях факультета. Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю. Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий. Для подготовки к опыту: 1. Прочтите руководство к работе. Выясните в процессе чтения, а в случае необходимости на консультации с преподавателем, какие закономерности лежат в основе расчетных формул. Ознакомьтесь со списком рекомендованной литературы. 2. Самостоятельно или с помощью учебных пособий выведите формулы, которые используются в работе. 3. Еще раз прочтите руководство, но теперь в лаборатории, имея перед глазами установку для проведения опыта. При этом уясните себе, как в особенностях конструкции установки обеспечивается выполнение условий, в которых справедливы законы и формулы, используемые в задаче. 4. Разберитесь в принципах работы измерительных приборов, с которыми имеете дело в первый раз. 5. Разберитесь в требованиях, которые надо предъявить к настройке приборов и установке в целом, чтобы обеспечить наилучшие результаты опыта. Каждым студентом должна быть заведена специальная тетрадь для выполнения лабораторных работ, в которую при подготовке заносятся краткие сведения из теории, схема опыта и т.д., а в дальнейшем полученные результаты измерений, их обработка и конечный результат. Для записи результатов измерения должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности. К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме: Отчета по выполненной лабораторной работе в качестве обязательных включает в себя следующие разделы: 1. Название работы.
--	--

	2. Цель работы, оборудование. 3. Краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы. 4. Краткое описание хода работы. 5. Результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков. 6. Расчет искомой величины и ее значение. 7. Расчет ошибки измерения. 8. Окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения. 9. Выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата. При пропуске занятия данная лабораторная работа выполняется в часы самоподготовки к следующему занятию по согласованию и допуску преподавателя. По окончании работы лаборант делает отметку в тетради студента с обязательным указанием фамилии студента, названия работы, даты ее выполнения и ставит свою подпись. Лабораторные занятия проводятся индивидуально. Студент получает допуск на лабораторную работу при наличии конспекта и устных ответов на вопросы преподавателя. Текущий контроль знаний осуществляется по системе «зачтено – не зачтено». Лабораторные занятия проводятся по разделам курса согласно календарному плану. В начале семестра преподаватель проводит подробный разбор некоторых из выполняемых работ, чтобы подготовить студента к их выполнению. При подготовке к лабораторным работам целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1-2 раза прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями и предстоящим экспериментом. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией. За день до лабораторной работы необходимо изучить методические указания к выполнению лабораторных работ и составить конспект.
Подготовка к зачету	Вопросы к зачету выдаются студентам в электронном и распечатанном виде в начале семестра. Подготовка к зачету требует тщательное изучение материала по теме или блоку тем, акцентирование на определениях, терминах, содержании понятий. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, отчеты по лабораторным работам, примеры выполнения заданий, рассматриваемых на занятиях, рекомендуемую литературу. Зачет по дисциплине «Радиохимические методы анализа» проводится в устной форме по разделам, изучаемым в соответствующем семестре.

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 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.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

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 (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.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

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

Лаборатория в НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ:

проекционный экран, ноутбук, акустическая система;
схемы и таблицы;
печь сушильная;
автоклавы;
спектрометр Tricarb;
весы электронные;
масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой «SUPEC 7000»;
альфа-спектрометр Alpha Duo, ORTEC;
мешалка магнитная;
печь муфельная;
плитка лабораторная электрическая закрытого типа;
устройство для фильтрации;
наборы химической посуды;
лабораторная мебель.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

Самостоятельная работа студентов - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль и оценка со стороны преподавателей, экзаменационных комиссий.

Самостоятельная работа студентов контролируется по темам, которые в начале семестра предлагаются для углубленного самостоятельного изучения.

Основными формами контроля самостоятельной работы студентов являются:

1. Контроль знаний преподавателем при допуске студента к лабораторным работам, защите лабораторных работ.

14.2 Краткий терминологический словарь

Активность источника радиоактивного излучения – отношение общего числа распадов радиоактивных ядер в радиоактивном источнике ко времени распада.

Альфа-излучение: Корпускулярное излучение, состоящее из альфа-частиц, испускаемых в процессе ядерных превращений.

Беккерель (Бк) – единица активности радиоактивного вещества в СИ. 1 Бк равен активности такого радиоактивного вещества, в котором за время 1 с происходит один акт распада.

Бета-излучение: Корпускулярное излучение, состоящее из отрицательно заряженных электронов или позитронов, возникающее при радиоактивном распаде ядер.

Второй закон фотоэффекта. Максимальная кинетическая энергия, вырываемых светом электронов, возрастает линейно с частотой и не зависит от интенсивности.

Гамма-излучение: Фотонное излучение, возникающее в процессе ядерных превращений или при аннигиляции частиц.

Граничная энергия бета-излучения: Наибольшая энергия бета частиц в непрерывном спектре бета-излучения данного радионуклида.

Закон радиоактивного распада – закон, по которому находят число не распавшихся атомов: $N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$.

Запирающее напряжение (U_3) – напряжение, при котором величина фотоэлектрического тока равна нулю.

Изотопы – разновидности атомов (и ядер) какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный (порядковый) номер, но при этом разные массовые числа.

Ионизирующее излучение: Излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков.

Камера Вильсона – прибор для наблюдения следов движущихся с большой скоростью микрочастиц (электронов, протонов, α -частиц и др.). Создана в 1912 г. английским физиком Вильсоном.

Косвенно ионизирующее излучение: Излучение, состоящее из незаряженных частиц, взаимодействие которых со средой приводит к возникновению заряженных частиц, способных непосредственно вызвать ионизацию.

Коэффициент размножения нейтронов (k) – равен отношению числа нейтронов в одном каком-либо поколении цепной реакции к породившему их числу нейтронов предшествующего поколения: $k = N_i/N_{i-1}$

Критическая масса (m_k) – наименьшая масса ядерного горючего (урана, плутония), при которой осуществляется цепная ядерная реакция.

Кюри (Ки) - внесистемная единица активности радиоактивного вещества. $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Массовое число (A) – общее число нуклонов (протонов и нейтронов) в атомном ядре; одна из основных характеристик атомного ядра.

Нейтрон – электрически нейтральная элементарная частица с массой покоя $1,68 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00867 \text{ а.е.м.}$ В свободном состоянии неустойчив.

Непосредственно ионизирующее излучение: Излучение, состоящее из заряженных частиц, кинетическая энергия которых достаточна для ионизации при столкновении с атомами вещества.

Нуклоны – общее название для протонов и нейтронов, т. е. частиц, из которых состоит ядро.

Первый закон фотоэффекта. Количество электронов, вырываемых с поверхности металла за 1 с, прямо пропорционально поглощенной энергии световой волны.

Период полураспада (T) – интервал времени, в течение которого распадется половина первоначального количества ядер.

Поглощенная доза излучения – отношение поглощенной энергии E ионизирующего излучения к массе его облучаемого вещества.

Постулаты Бора – основные допущения, введенные без доказательства Н. Бором, которые положены в основу квантовой теории атома.

Правило смещения: при α -распаде ядро теряет положительный заряд $2e$, и его масса убывает приблизительно на 4 а.е.м.; при β -распаде заряд ядра увеличивается на $1e$, а масса не изменяется.

Протон – стабильная элементарная частица с положительным элементарным электрическим зарядом с массой покоя $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00728 \text{ а.е.м.}$

Радиоактивность – способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра, испуская при этом различные частицы.

Радиоактивные семейства (ряды) – генетически связанные последовательным радиоактивным распадом цепочки (ряды) ядер естественного происхождения.

Радиоактивный элемент – химический элемент все изотопы которого радиоактивны. На практике этим термином часто называют всякий элемент, в природной смеси которого присутствует хотя бы один радиоактивный изотоп, то есть если элемент проявляет радиоактивность в природе. Кроме того, радиоактивными являются все синтезированные на сегодняшний день искусственные элементы, так как все их изотопы радиоактивны.

Радионуклидный источник: Радиоактивное вещество в определенном конструктивном оформлении – на подложке, в капсуле, ампуле, кювете.

Радиохимия – изучает химию радиоактивных веществ, законы их физико-химического поведения, химию ядерных превращений и сопутствующие им физико-химические процессы.

Разделение изотопов – технологический процесс изменения изотопного состава вещества, состоящего из смеси различных изотопов одного химического элемента. Из одной смеси изотопов на выходе процесса получают две смеси: одна с повышенным содержанием требуемого изотопа (обогащенная смесь), другая с пониженным (обедненная смесь).

Рентгеновское излучение: Фотонное излучение, состоящее из тормозного и характеристического излучений.

Спектральный анализ – метод исследования химического состава вещества по его спектру излучения или поглощения.

Спектроскоп, спектрограф – оптические приборы для исследования спектров излучения и поглощения.

Средняя энергия бета-частиц: Средняя энергия бета-частицы на один акт распада данного нуклида, определяемая по энергетическому спектру бета-частиц.

Термоядерные реакции – ядерные реакции между легкими атомными ядрами, протекающие при очень высоких температурах.

Тормозное излучение: Фотонное излучение с непрерывным энергетическим спектром, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц.

Третий закон фотоэффекта. Для каждого вещества существует "красная граница" – минимальная частота $\nu_{кр}$ (максимальная длина волны), при которой фотоэффект еще наблюдается.

Фон (ионизирующего излучения): Ионизирующее излучение, состоящее из естественного радиационного фона и ионизирующего излучения посторонних источников излучения.

Фотон – квант поля электромагнитного излучения, электрически нейтральная элементарная частица с нулевой массой покоя.

Фотонное излучение: Электромагнитное косвенно ионизирующее излучение.

Фотоэффект – явление испускания электронов веществом под действием света.

Характеристическое излучение: Фотонное излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома.

Цепная реакция деления – самоподдерживающаяся реакция деления тяжелых ядер, в которой непрерывно воспроизводятся нейтроны, делящие все новые и новые ядра.

Энергетический выход ядерной реакции – разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после реакции.

Энергия излучения; R : Энергия частиц, испущенная, переданная или полученная частицами, исключая энергию покоя, единица: Дж.

Энергия передачи; ϵ_i : Энергия, сообщенная веществу при одном акте взаимодействия i частицы с веществом, равная разности энергии падающей частицы $\epsilon_{вх}$, исключая энергию покоя, и суммы энергий всех ионизирующих частиц, покидающих локальную область взаимодействия $\epsilon_{вых}$, плюс изменение энергий покоя Q ядер и всех элементарных частиц при любых превращениях, имевших место при данном взаимодействии

Энергия связи атомного ядра ($E_{св}$) – характеризует интенсивность взаимодействия нуклонов в ядре и равна той максимальной энергии, которую необходимо затратить, чтобы разделить ядро на отдельные невзаимодействующие нуклоны без сообщения им кинетической энергии.

Эффективная энергия фотонного излучения: Энергия фотонов моноэнергетического фотонного излучения, относительное ослабление которого в поглотителе определенного состава и определенной толщины соответствует энергии фотонов рассматриваемого

немоноэнергетического фотонного излучения.

Ядерная (планетарная) модель атома - в центре расположено положительное заряженное ядро (диаметр порядка 10^{-15} м); вокруг ядра, подобно планетам солнечной системы, двигаются электроны по круговым орбитам.

Ядерная реакция – реакция превращения атомных ядер в результате взаимодействия друг с другом или какими-либо элементарными частицами.

Ядерная реакция деления - реакция деления атомных ядер тяжелых элементов под действием нейтронов.

Ядерные силы – силы, действующие между нуклонами в атомных ядрах и определяющие строение и свойства ядер. Они короткодействующие, их радиус действия 10^{-15} м.

Ядерный реактор – устройство, в котором осуществляется управляемая цепная реакция деления ядер.

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.