

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

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ / RADIATION CHEMISTRY

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

- изучить химические и физико-химические превращения веществ под действием ионизирующих излучений.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- изучить механизмы и закономерности первичных радиационно-химических процессов, природы и свойств короткоживущих продуктов, образующихся в результате этих процессов;
- изучить радиолиз основных классов органических веществ, газов, воды и полимеров;
- научить определять радиационно-химический выход вещества в различных средах.

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: «Ядерная физика / Nuclear physics», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений / Dosimetry and radiation protection», «Радиационная биология / Radiation biology», «Радиационные технологии в пищевой промышленности / Radiation technologies in food industry».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: выполнение научно-исследовательской работы, всех видов практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 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;
ПК-22.1	Способен осуществлять модельные и экспериментальные исследования в области радиационной экологии и радиационной безопасности человека и окружающей среды	З-ПК-22.1 Знать закономерности поведения радионуклидов в окружающей среде, биологического действия на человека и окружающую среду; принципы системы радиационной безопасности; основные экологические и радиоэкологические проблемы ядерно-топливного цикла; У-ПК-22.1 Уметь проводить моделирование радиоэкологических процессов; осуществлять экспериментальные радиобиологические и радиоэкологические исследования; оценивать негативные радиобиологические и радиоэкологические последствия; В-ПК-22.1 Владеть навыками оценки радиационной и экологической безопасности при реализации антропогенной деятельности; компьютерными технологиями и специализированными программными средствами, применяемыми для радиоэкологических исследований; навыками аналитического и инструментального анализа объектов окружающей среды.

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:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	
В том числе:	48
лекции	16
практические занятия (из них в форме практической подготовки)	32 (0)
лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)	- (0)
КСР	36
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
экзамен	36
Самостоятельная работа обучающихся	96
Всего (часы):	216
Всего (зачетные единицы):	6

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

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

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-4	1.	Radiation chemistry of water and aqueous solutions	2	8			24
1-2	1.1	The subject of radiation chemistry, and its relationship with other disciplines	1	4			12
3-4	1.2	Water radiolysis	1	4			12
3-12	2	Radiation chemistry of organic compounds	8	16			24
3, 5, 6	2.1	Radiation chemistry of alkanes	2	4			6
5, 7, 8	2.2	Radiation chemistry of alkenes	2	4			6
7, 9, 10	2.3	Radiation chemistry of aromatic hydrocarbons	2	4			6
9, 11, 12	2.4	Radiolysis of polymers	2	4			6
11-16	3.	Radiation chemistry of gases	4	8			24
11, 13, 14	3.1	Features of radiolysis of gases	2	4			12
13, 15, 16	3.2	Radiolysis of carbon dioxide	2	4			12
16	4	Solid State Radiation Chemistry	2				15
16	4.1	Features of radiation-chemical processes in a solid	1				24

16	4.2	Applied Aspects of Solid State Radiation Chemistry	1				12
		ИТОГО за 5 семестр	16	32	-	-	96

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

Нед еля	№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
	1.	Radiation chemistry of water and aqueous solutions	
1	1.1	The subject of radiation chemistry, and its relationship with other disciplines	Radiation chemistry as an interdisciplinary subject: its relationship with chemistry, physics, biology and engineering. Basic terms and definitions. Radiation-chemical yield and degree of decomposition.
1	1.2	Water radiolysis	Time scale of processes of interaction of radiations with water. Track structure, reactions in spurs. Properties of radical products of water radiolysis. Yields of radical and molecular products of water radiolysis. Dependence of the yields of these particles on temperature, solution pH, LET, radiation power, concentration and nature of substances dissolved in water.
	2	Radiation chemistry of organic compounds	
3	2.1	Radiation chemistry of alkanes	Physical and chemical characteristics of alkanes. Peculiarities of radiolysis of alkanes. Primary and secondary products of radiolysis of alkanes. The mechanism of the radiolysis of alkanes.
5	2.2	Radiation chemistry of alkenes	Physico-chemical characteristics of alkenes. Peculiarities of radiolysis of alkenes. Primary and secondary products of radiolysis of alkenes. The mechanism of the radiolysis of alkenes.
7	2.3	Radiation chemistry of aromatic hydrocarbons	Physical and chemical characteristics of aromatic hydrocarbons. Peculiarities of radiolysis of aromatic hydrocarbons. Primary and secondary products of radiolysis of aromatic hydrocarbons. Mechanism of radiolysis of aromatic hydrocarbons.
9	2.4	Radiolysis of polymers	Physico-chemical characteristics of polymers. Features of the radiolysis of polymers. Primary and secondary products of radiolysis of polymers. The mechanism of the radiolysis of polymers.
	3.	Radiation chemistry of gases	
11	3.1	Features of radiolysis of gases	Actual problems of radiation chemistry of gases. Monomolecular reactions of ion decay. Features of gas radiolysis. Time scale of radiolysis of gases.
13	3.2	Radiolysis of carbon dioxide	Features of radiolysis of carbon dioxide.
	4	Solid State Radiation Chemistry	
16	4.1	Features of radiation-	Mechanisms of formation of radiation-induced damage in a

		chemical processes in a solid	solid. cell effect. Radiation defect formation: crystal and electronic defects.
16	4.2	Applied Aspects of Solid State Radiation Chemistry	Practical use of the results of solid state radiation chemistry.

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
	1.	Radiation chemistry of water and aqueous solutions	
1-2	1.1	The subject of radiation chemistry, and its relationship with other disciplines	Problem solving
3-4	1.2	Water radiolysis	Problem solving
	2	Radiation chemistry of organic compounds	
5-6	2.1	Radiation chemistry of alkanes	Problem solving
7-8	2.2	Radiation chemistry of alkenes	Problem solving
9-10	2.3	Radiation chemistry of aromatic hydrocarbons	Problem solving
11-12	2.4	Radiolysis of polymers	Problem solving
	3.	Radiation chemistry of gases	
13-14	3.1	Features of radiolysis of gases	Problem solving
16	3.2	Radiolysis of carbon dioxide	Problem solving

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

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

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

- конспекты лекций;
- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 9);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>.)

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

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 3 семестр			
1.	Section 1-2	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	Problem solving

2.	Section 3-4	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	Problem solving
Промежуточная аттестация, 3 семестр			
	Exam	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1	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	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Решение задач</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Решение задач</i>	16	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Тест</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

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

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

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

Определение бонусов и штрафов

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

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

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

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

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»	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
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные

			ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--	---

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

а) основная учебная литература:

1. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Радиоллиз газов и жидкостей. – М.: Наука, 1986. – 360 с.
2. Пикаев А.К. Сольватированный электрон в радиационной химии. – М.: Наука, 1969. – 460 с.
3. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы. – М.: Наука, 1985. – 375 с.
4. Пикаев А.К. Современная радиационная химия: Твердое тело и полимеры: Прикладные аспекты. – М.: Наука, 1987. – 448 с.
5. Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак А.С. Химия высоких энергий. – М.: Химия, 1988. – 365 с.
6. Климанов В.А., Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В. Радиационная дозиметрия: монография; под редакцией В. А. Климанова. – М.: НИЯУ МИФИ, 2014. – 648 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103217> (дата обращения: 04.12.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная учебная литература:

1. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. – М.: Атомиздат, 1974. – 415 с.
2. Шадыро О.И., Петряев Е.П. Радиационная химия бифункциональных соединений. – Минск: Университетское, 1986. – 186 с.
3. Кочетков Н.К., Кудряшов Л.И., Членов М.А. Радиационная химия углеводов. – М.: Наука, 1978. – 287 с.
4. Шарпаты В.А. Радиационная химия биополимеров. – М.: ГЕОС, 2008. – 250 с.
5. C. von Sonntag. Chemical basis of radiation biology. – London: Taylor and Francis, 1987. – 515 p.
6. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine. – Oxford, University press, 1999. – 936 p.
7. Radiation Chemistry: Present Status and Future Trends, Eds. Jona CD., Madhava Rao B.S. – Elsevier, Amsterdam, 2001. – 755 p.
8. Пшежецкий С.Я. Механизм и кинетика радиационно-химических реакций. – М.: Химия, 1968. – 368 с.
9. Шубин В.Н., Кабакчи С.А. Теория и методы радиационной химии воды. – М.: Наука, 1969. – 214 с.
10. Пикаев А.К., Кабакчи С.А. Реакционная способность первичных продуктов радиоллиза воды. – М.: Энергоиздат, 1982. – 201 с.
11. Медведев В.П., Очкин А.В., Семенов М.А. Физические основы радиохимии: учебное пособие. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – 188 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75979> (дата обращения: 04.12.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

В ходе освоения дисциплины студентам рекомендуется обращаться за дополнительной информацией к информационным ресурсам свободного доступа, в том числе:

1. Бекман И.Н. Радиохимия. Курс лекций. МГУ. Химический факультет. Кафедра радиохимии [Официальный сайт]. — URL: <http://profbeckman.narod.ru/RH0.htm>
2. Ядерная физика в Интернете [Официальный сайт]. — URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
3. Сайт научной библиотеки Сибирского федерального университета [Официальный сайт]. — URL: <http://lib.sfu-kras.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Официальный сайт]. — URL: <http://www.gpntb.ru/>
5. Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://www.elibrary.ru/>
6. Российская государственная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://www.rsl.ru/>
7. Научно-техническая библиотека СГАУ [Официальный сайт]. — URL: <http://www.lib.ssau.ru/>
8. Научная библиотека Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова [Официальный сайт]. — URL: <http://www.lib.msu.ru/>
9. Научная библиотека СПбГУ [Официальный сайт]. — URL: <http://www.lib.pu.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

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

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

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

Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекций, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

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

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 организации самостоятельной работы

Согласно учебному плану дисциплины «Ядерная геохимия» 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.

Рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. 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.

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

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы skype
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

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

12.3. Перечень информационных справочных систем

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

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (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

Для лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная ноутбуком и проектором.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

Все занятия сопровождаются презентациями лекционного и практического материала, проходят с привлечением студентов к обсуждению тем и вопросов, используются видеоматериалы для лучшего усвоения знаний.

№ раздела	Наименование раздела	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Radiation chemistry of water and aqueous solutions	Practical lesson	2	Problem solving
2	Radiation chemistry of organic compounds	Practical lesson	6	Problem solving
3	Radiation chemistry of gases	Practical lesson	2	Problem solving

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

Темы, выносимые для самостоятельного изучения:

- Basic laws of radiation-induced transformations of aliphatic alcohols: methanol, ethanol in

aqueous solutions.

- Influence of the structure of the molecule, as well as pH on the radiation-chemical yields of the final products of the radiolysis of alcohols and amines.
- Radiolysis of haloalkanes in aqueous solutions.
- Free radical fragmentation reaction.
- Evidence of the reaction mechanism: the influence of pH, ionic strength, oxygen, oxidizing agents and other factors.
- Applied aspects of high energy chemistry.
- Sterilization of medical products and food.
- Radiation-chemical purification of water from chemical and bacteriological contamination.
- Flue gas cleaning.
- Radiation-chemical synthesis of substances.

14.3. Краткий терминологический словарь

A crystal structure is defined as the particular repeating arrangement of atoms (molecules or ions) throughout a crystal. Structure refers to the internal arrangement of particles and not the external appearance of the crystal.

Alkanes are organic compounds that consist of single-bonded carbon and hydrogen atoms. The formula for Alkanes is C_nH_{2n+2} , subdivided into three groups – chain alkanes, cycloalkanes, and the branched alkanes.

Alpha radiation occurs when the nucleus of an atom becomes unstable (the ratio of neutrons to protons is too low) and alpha particles are emitted to restore balance.

An amorphous solid has no definite form, either geometric or crystalline. An amorphous solid is any non-crystalline solid that does not organize the atoms and molecules in a definite lattice pattern. There are glass, plastic, and gel solids which come under the category of amorphous solid.

An indirect result or effect is not caused immediately and obviously by a thing or person, but happens because of something else that they have done.

An **alcohol** is an organic compound that contains one or more hydroxyl ($-OH$) groups. The general formula for alcohols is $R-OH$.

Aromatic hydrocarbons, or arenes, are **aromatic** organic compounds containing solely carbon and hydrogen atoms. The configuration of six carbon atoms in **aromatic** compounds is called a "benzene ring", after the simple **aromatic** compound benzene, or a phenyl group when part of a larger compound.

Beta particles (β) are small, fast-moving particles with a negative electrical charge that are emitted from an atom's nucleus during radioactive decay. These particles are emitted by certain unstable atoms such as hydrogen-3 (tritium), carbon-14 and strontium-90.

Cycloalkanes are cyclic hydrocarbons, meaning that the carbons of the molecule are arranged in the form of a ring. Cycloalkanes are also saturated, meaning that all of the carbons atoms that make up the ring are single bonded to other atoms (no double or triple bonds).

Direct effects. Direct effects are caused by radiation, when radiation interacts directly with the atoms of the dissolved substances or DNA molecule. The probability of the radiation interacting with the dissolved substances or DNA molecule is very small since these components make up such a small part of the solution or cell.

Dose (also referred to as absorbed dose) is defined as energy absorbed per unit mass of medium.

Free Radical, in chemistry, molecule that contains at least one unpaired electron.

Gamma rays have the smallest wavelengths and the most energy of any wave in the electromagnetic spectrum. They are produced by the hottest and most energetic objects in the universe, such as neutron stars and pulsars, supernova explosions, and regions around black holes.

Gas is a state of matter that has no fixed shape and no fixed volume. Gases have lower density than

other states of matter, such as solids and liquids. There is a great deal of empty space between particles, which have a lot of kinetic energy.

Homolysis describes breaking a bond in half, with one electron going to each side of the former bond.

Ion-molecule reactions are the binary collisions of ions (positive or negative) with neutral molecules resulting in chemical reactions, in which at least one chemical bond is ruptured or one new chemical bond is formed.

Linear energy transfer (LET) is a physical parameter that is a measure of the mean rate of energy deposited locally along the track of a charged particle by electromagnetic interactions.

Polymers are materials made of long, repeating chains of molecules. The materials have unique properties, depending on the type of molecules being bonded and how they are bonded.

Primary processes in solids under radiation exposure are processes based on the excitation of the electronic and nuclear subsystems, the displacement of crystal lattice atoms from their initial equilibrium positions, and the occurrence of nuclear reactions.

Radiation chemistry is a science that studies the chemical and physicochemical transformations of substances under the influence of ionizing radiation - photon (X-rays and gamma rays) and corpuscular (accelerated electrons, heavy charged particles, multiply charged ions, fast neutrons and the product of nuclear reactions)

Radiation-chemical yield is the number of formed, decayed or changed molecules or other particles in the irradiated substance per 100 eV of absorbed energy.

Radiolysis is any chemical or physicochemical transformation of a substance under the influence of ionizing radiation

Solvated electrons - an electron captured by the medium as a result of polarization of the surrounding molecules (if the medium is water, the electron is called hydrated).

The activity of a radioactive source is the number of decays per second from the unstable nuclei present in the source. The simplest unit of activity is the Becquerel (Bq). A source that emits one particle per second has an activity of one Bq.

The ionization density - number of ions per unit of path length produced by ionizing radiation.

The path of an ionizing particle in a substance is called **a track**.

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 так же 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 ЯФиТ (О) НИЯУ МИФИ,
кандидат химических наук

Рецензенты:

С.В. Белкина

заведующая лабораторией исследования
комбинированных воздействий МРНЦ им. А.Ф. Цыба
- филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава
России, кандидат биологических наук

Л.П. Полякова

доцент отделения ЯФиТ (О) НИЯУ МИФИ,
кандидат химических наук, доцент