

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

образовательная программа

Радиоэкология и радиационная безопасность

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Радиационная химия» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Радиационная химия» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

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

1.1. В результате освоения ОП 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.
--	--	--

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 2 семестр			
1.	Раздел 1	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	Задачи
2.	Раздел 2	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	Доклад с презентацией
3.	Раздел 3	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	Задачи
4.	Раздел 1-4	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	Тест
Промежуточная аттестация, 2 семестр			
	Экзамен	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	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

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>Задачи</i>	7	9	15
<i>Доклад с презентацией</i>	8	9	15

Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Задачи</i>	15	9	15
<i>Тест</i>	16	9	15
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный билет</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.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

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

Направление	<u>14.04.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Радиоэкология и радиационная безопасность»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия</u>

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Актуальные задачи радиационной химии газов.
2. Влияние полярности среды на характер радиолитических превращений соединений. Радиус Онзагера.
3. При облучении ионизирующим излучением мощностью 4,4 Рад/с 10 мл водного раствора фенола с концентрацией 10,0 мг/л, концентрация фенола снизилась в течении 1 часа до 2,7 мг/л. Плотность фенола 1,07 г/мл. Рассчитать РХВ и степень разложения фенола.

Составитель		Т.В. Мельникова
	(подпись)	
Руководитель ООП		А.А. Удалова
	(подпись)	

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

Направление	<u>14.04.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Радиоэкология и радиационная безопасность»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия</u>

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

а) типовые вопросы (задания):

1. Радиационная химия как междисциплинарный предмет: ее связь с химией, физикой, биологией и инженерией.
2. Основные термины и определения.
3. Используемые в радиационной химии экспериментальные методы исследования и источники ионизирующих излучений.
4. Временная шкала процессов взаимодействия излучений с водой.
5. Структура трека, реакции в шпорах.
6. Свойства радикальных продуктов радиолиза воды.
7. Выходы радикальных и молекулярных продуктов радиолиза воды.
8. Зависимость выходов этих частиц от температуры, pH раствора, ЛПЭ, мощности излучения, концентрации и природы растворенных в воде веществ.
9. Актуальные задачи радиационной химии газов.
10. Мономолекулярные реакции распада ионов.
11. Особенности радиолиза газов.
12. Временная шкала радиолиза газов.
13. Вклад ионного и радикального механизмов в конверсию орто/пара-водород.
14. Радиолиз кислорода, азота и их смесей.
15. Радиолиз аммиака и смесей водорода с азотом, оксидов азота.
16. Радиационная химия метана.
17. Радиационная химия этана, этилена, ацетилена: особенности радиолитических превращений непредельных соединений.
18. Влияние полярности среды на характер радиолитических превращений соединений.
19. Зависимость выхода сольватированного электрона от строения углеводорода.
20. Радиолиз n-гексана.
21. Ионные и радикальные продукты радиолиза спиртов: выходы, механизм образования, основные реакции.
22. Молекулярные продукты радиолиза алифатических спиртов.
23. Радиационная химия метанола, этанола, n-пропанола, изо-пропанола, n-бутанола и трет-бутанола, бензилового спирта.
24. Радиационная химия галогенсодержащих ароматических и алифатических соединений.
25. Реакция галогенорганических соединений с сольватированным электроном.

26. Механизмы формирования радиационно-индуцированных повреждений в твердом теле. Эффект клетки.
27. Радиационное дефектообразование: кристаллические и электронные дефекты.
28. Зависимость повреждений от типа излучения и его энергии, а также температуры и степени кристалличности твердого тела.
29. Поведение ядерного топлива в условиях эксплуатации ядерной энергетической установки.
30. Практическое использование результатов радиационной химии твердого тела.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- свободное владение теоретическим материалом по дисциплине;
- правильное применение специальной терминологии;
- владение и практическое применение межпредметных связей;
- иллюстрирование теоретических положений конкретными примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка «Отлично» (36-40 баллов) ставится, если:

- Полно раскрыто содержание материала билета;
- Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
- Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, картами, применять их в новой ситуации;
- Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «Хорошо» (30 – 35 баллов) ставится, если:

ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

- В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
- Допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора;

Оценка «Удовлетворительно» (25-29 баллов) ставится, если:

- Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- При неполном знании теоретического и практического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «Неудовлетворительно» (24 и меньше баллов) ставится, если:

- Не раскрыто основное содержание вопросов в билете;
- Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, касающегося вопросов в билете;
- Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

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

Направление	<u>14.04.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Радиоэкология и радиационная безопасность»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия</u>

Комплект тестовых заданий

Выносятся основные теоретические вопросы по дисциплине, которые представлены в виде теста из 40 вопросов.

Пример тестовых вопросов

Радиационная химия – это наука

- изучающая химические и физико-химические превращения веществ под действием ионизирующих излучений – фотонных и корпускулярных.
- изучающая химию радиоактивных изотопов, элементов и веществ, законы их физико-химического поведения, химию ядерных превращений и сопутствующих им физико-химических процессов.
- изучающая действие ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты.
- изучающая особенности существования живых организмов и их сообществ в условиях наличия естественных радионуклидов или техногенного радиоактивного загрязнения.

Основные разделы радиационной химии (РХ)

- общая РХ, РХ объектов воздействия излучения, РХ гетерогенных систем, химическая дозиметрия, радиационные технологии.
- общая РХ, РХ гетерогенных систем, химическая дозиметрия, радиационные технологии.
- РХ объектов воздействия излучения, РХ гетерогенных систем, химическая дозиметрия, радиационные технологии.
- общая РХ, РХ объектов воздействия излучения, РХ гетерогенных систем, химическая дозиметрия, радиационные технологии, РХ полимеров.

Радиолиз – это (укажите все верные ответы)

- любое химическое или физико-химическое превращение вещества под действием ионизирующего излучения.
- химические процессы деструктивного характера, протекающие при поглощении веществом энергии ионизирующего излучения.
- способ разрыва ковалентной связи, в результате которого каждый из атомов, участвующих в ее образовании, сохраняет один электрон.
- любое физическое превращение вещества под действием ионизирующего излучения.

Радиационно-химический выход - это

- число образовавшихся, распавшихся или каким-либо иным образом изменившихся молекул или других частиц в облученном веществе на 100 эВ поглощенной энергии.
- изменение концентрации исследуемых веществ в растворах, до и после их облучения.
- число образовавшихся молекул или других частиц в облученном веществе на 100 эВ поглощенной энергии.
- число образовавшихся, распавшихся или каким-либо иным образом изменившихся молекул или других частиц в облученном веществе на единицу эквивалентной дозы.

Радиационно-химический выход измеряется в (укажите все верные ответы)

- молекул/100эВ
- (мкг/мл)/100эВ
- моль/100эВ
- (моль/л)/100эВ
- (мкг/мл)/Зв
- (моль/л)/Зв

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- свободное владение теоретическим материалом по дисциплине;
- правильное применение специальной терминологии;
- владение и практическое применение межпредметных связей.

в) описание шкалы оценивания:

- **Оценка «зачтено» (10-20 баллов)** ставится, если отвечено верно на 10-20 тестовых вопросов.
- **Оценка «не зачтено» (меньше 10 баллов)** ставится, если отвечено верно на 1-9 тестовых вопросов.

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

Направление	14.04.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Радиозэкология и радиационная безопасность»
Дисциплина	Радиационная химия

Комплект задач

Задача 1. При облучении ионизирующим излучением мощностью 4,4 Рад/с 10 мл водного раствора фенола с концентрацией 10,0 мг/л, концентрация фенола снизилась в течении 1 часа до 2,7 мг/л. Плотность фенола 1,07 г/мл. Рассчитать РХВ и степень разложения фенола.

Задача 2. Рассчитать РХВ и степень разложения молекул α -ГХЦГ в 1 л экстракта из рыбы, облученного в дозе 5 кГр. За время поглощения излучения концентрация уменьшилась на 0,01 мкг/мл на 1 л экстракта.

Задача 3. Оценить и объяснить влияние на радиационно-химический выход разложения и степень разложения хлорорганических пестицидов их исходной концентрации по данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Радиационно-химические выходы превращенных ХОП при облучении в дозе 10 кГр с мощностью дозы 0,43 Гр/с)

Название Пестицида	Гексан				2-пропанол			
	Концентрация, мкг/мл		$G \cdot 10^3$, молек/100эВ	Р, %	Концентрация, мкг/мл		$G \cdot 10^3$, молек/100эВ	Р, %
	$C_{до}$	$C_{после}$			$C_{до}$	$C_{после}$		
α-ГХЦГ	0,010	0,002			0,010	0,0004		
	0,100	0.043			0,100	0.003		
	1,00	0,85			1,00	0.827		
γ-ГХЦГ	0,010	0,005			0,010	0,0009		
	0,100	0.052			0,100	0.013		
	1,00	0.68			1,00	0.116		
4,4-ДДЕ	0,010	0,005			0,010	0,0008		
	0,100	0.049			0,100	0.012		
	1,00*	0,77			1,00*	0,592		
4,4-ДДТ	0,010	0,002			0,010	0,0006		
	0,100	0.034			0,100	0.023		
	1,00*	0.46			1,00*	0.392		

* данные приведены для мощности дозы 1,35 Гр/с

Задача 4. Изучить кинетику радиационного разложения пестицидов (мощность дозы 1,72 Гр/с)

по данным, представленным в таблице 2. Построить графики зависимости $C(t)$ и $\ln \frac{C_{до}}{C_{после}}$ от времени воздействия γ -излучения для всех пестицидов. Определить порядок реакции разложения, константу скорости разложения и время полуразложения.

Таблица 2 - Степень разложения ХОП в зависимости от дозы γ -излучения (мощность дозы 1,72 Гр/с)

Пестицид	Гексан						2-пропанол					
	Доза, кг/г											
	0,78	3,69	8,94	24,88	45,20	55,55	0,78	3,69	8,94	24,88	45,20	55,55
	С, мкг/мл											
$C_0 = 1 \text{ мкг/мл}$												
α-ГХЦГ	0,93	0,68	0,55	0,34	0,16	0,11	-	0,92	0,55	0,35	0,15	0,03
γ-ГХЦГ	0,95	0,68	0,57	0,37	0,16	0,11	0,99	0,95	0,58	0,32	0,001	-
ДДЕ	0,97	0,92	0,63	0,52	0,27	0,26	0,97	0,87	0,71	0,43	0,19	0,02
ДДТ	0,92	0,89	0,56	0,17	0,06	0,03	-	0,80	0,50	0,13	0,07	0,01
$C_0 = 0,1 \text{ мкг/мл}$												
α-ГХЦГ	0,087	0,066	0,050	0,016	0,009	0,007	0,088	0,084	0,051	0,024	0,005	0,004
γ-ГХЦГ	0,087	0,065	0,055	0,027	0,012	0,007	0,097	0,057	0,056	0,019	0,001	-
ДДЕ	0,093	0,084	0,079	0,061	0,029	0,026	0,097	0,060	0,033	0,019	0,001	-
ДДТ	0,091	0,057	0,034	0,015	0,001	-	-	0,067	0,051	0,005	0,001	-

Задача 5. Используя материал лекции «Радиолиз газов напишите реакции радиолиза газов C_3H_6 и C_4H_8 :

- 1) Ионно-молекулярные реакции:
 - ✓ Реакцию переноса гидрида;
 - ✓ Реакцию переноса H_2^- ;
 - ✓ Реакцию переноса H;
 - ✓ Реакцию переноса H_2 ;
 - ✓ Реакцию переноса протона (H^+);
 - ✓ Реакции конденсации;
- 2) Реакции фрагментации;
- 3) Диссоциации возбужденных молекул;
- 4) Реакции нейтрализации.

Задача 6. 200 см³ этилбензола (0,87 г/см³) облучали в течение 19080 секунд. Мощность поглощенной дозы 0,73 крэд/мин. Радиационно-химический выход газообразного C_2H_2 составил 0,06 молекул/100 эВ. Рассчитайте объем образовавшегося C_2H_2 (см³):

- 1) При стандартных условиях;
- 2) При температуре 40 °С и давлении 500 кПа;
- 3) При температуре 0 °С и давлении 500 кПа;
- 4) При температуре 40 °С и давлении 100 кПа.

Вычисления выполните в таблице Excel. Сделайте вывод. Для обоснования своего вывода постройте диаграммы.

Задача 7. Оценить размер шпоры. Для решения использовать формулу

$$\langle r_{th}^2 \rangle = \int_0^{t_{th}} 4\pi r^2 \cdot P(r, t_{th}) dr = 6 \int_0^{t_{th}} D dt = \frac{2\hbar t_{th}}{m_e}$$

$P(r, t)$ – вероятность найти в момент времени t в точке r электрон, испущенный в момент $t=0$ из $r=0$

$$P(r, t) = \frac{\exp[-r^2/4Dt]}{(4\pi Dt)^{3/2}}$$

D – коэффициент диффузии, $D = \frac{\hbar}{3m_e}$

t_{th} – время термализации электронов. Это значение примерно равно 10^{-13} с.

Задача 8. Оценить тормозную способность α -частицы ($E=5$ МэВ) в воде.

Задача 9. Как можно использовать процедуру титрования для определения поглощенной в течение времени t дозы ионизирующего излучения в водном растворе FeSO_4 заданного объема (т.е., с помощью химического дозиметра Фрикке)?

Задача 10. Описать способность перехода различных молекул хлорорганических пестицидов в возбужденное состояние по данным электронных спектров поглощения (Рисунок 1-2).

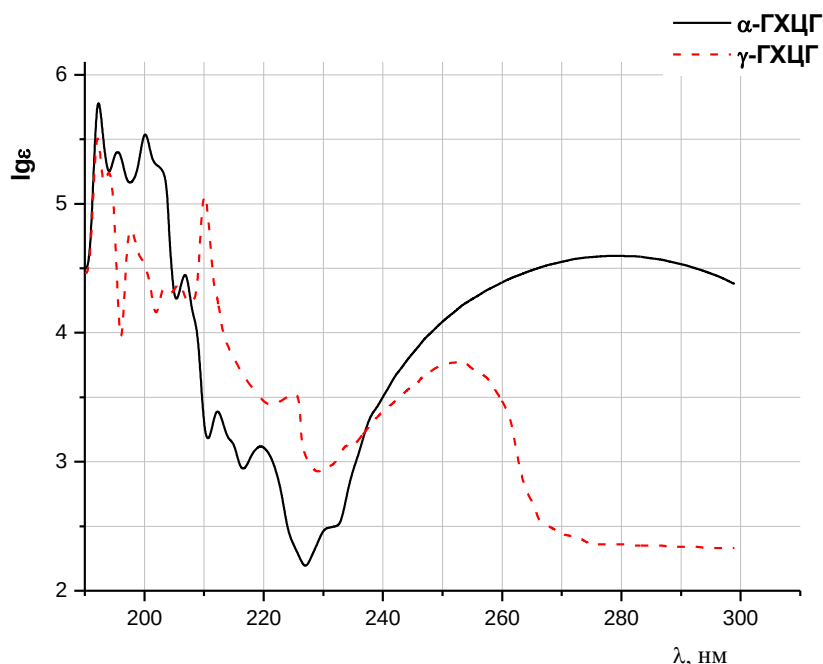


Рисунок 1 - Электронные спектры поглощения гексановых растворов α -, γ -ГХЦГ

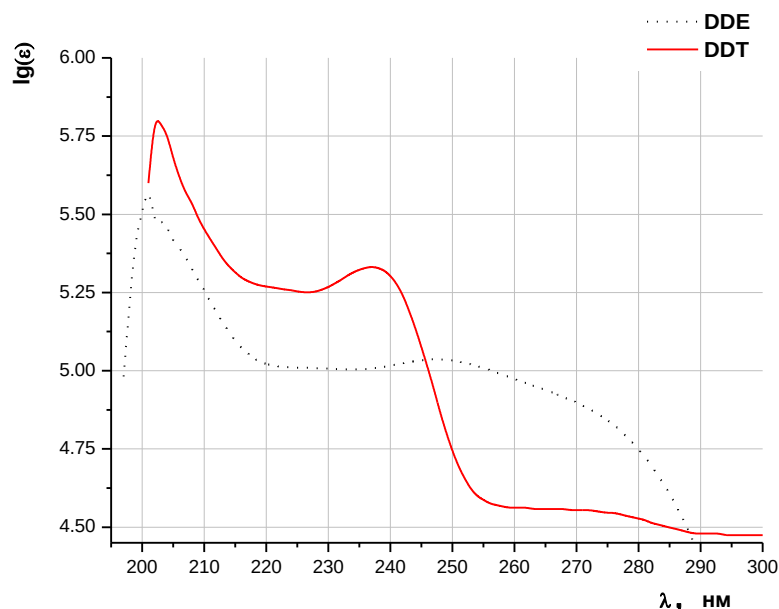


Рисунок 2 - Электронные спектры поглощения гексановых растворов ДДТ и ДДЕ

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Система проверки представляет собой перечень критериев, по которым оценивается решение задачи и последующая защита задачи. Каждому критерию соответствует процентное отношение от номинального количества баллов за задачу (см. таблицу).

Оцениваемые элементы знаний, умений, навыков	Процент
1. Ознакомление с условием задачи. В том числе:	25
– Краткая запись условия.	5
– Использование физической символики.	5
– Запись единиц измерения и перевод их в СИ.	5
– Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи.	5
– Нахождение и запись необходимых табличных и дополнительных данных.	5
2. Составление плана решения. В том числе:	25
– Обоснование выбора физических формул для решения.	10
– Рациональный способ решения.	10
– Запись формул.	5
3. Осуществление решения. В том числе:	25
– Вывод расчетных(ой) формул(ы).	15
– Умение решить задачу в общем виде.	10
4. Проверка правильности решения задачи. В том числе:	25
– Вычисления.	5
– Математические операции с единицами измерения физических величин.	5

– Краткое объяснение решения.	5
– Оригинальный способ решения.	5
– Анализ полученных результатов.	5

Описание шкалы оценивания:

За полностью выполненный этап решения студенту начисляется 25% от номинальной оценки задачи, в противном случае (этап реализован не полностью или совсем не рассматривался) студенту начисляются проценты только за выполненные пункты данного этапа.

Таким образом, чтобы оценить решение задачи необходимо сложить все начисленные студенту проценты, а затем перевести их в баллы.

Максимальное количество баллов, которое может студент получить за решение задач – 7 (первая контрольная точка) и 8 (вторая контрольная точка) баллов.

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

Направление	<u>14.04.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Радиоэкология и радиационная безопасность»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия</u>

Доклад с презентацией

Темы докладов:

- Влияние мощности дозы на радиолиз веществ;
- Влияние дозы излучения на радиолиз веществ;
- Влияние кислорода на радиолиз органических веществ;
- Особенности радиолиза неорганических веществ;
- Действие излучения на концентрационные растворы;
- Радиационно-химический синтез (цепные и нецепные реакции);
- Особенности радиолиза хлорорганических соединений в различных агрегатных состояниях;
- Радиационно-химические превращения веществ, растворенных в воде.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- Содержание темы должно быть полностью раскрыто;
- Уровень понимания основных терминов «Радиационная химия»;
- Умение анализировать ситуацию и умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для уточнения ситуации;
- Правильное оформление работы;
- Сдача практической работы в установленные сроки.
- Содержание презентации;
- подача материала проекта – презентации;
- Графическая информация;
- Графический дизайн;
- Эффективность применения презентации в учебном процессе.

Практическое задание оценивается по 20-балльной шкале.

Описание шкалы оценивания:

Оценивание практических заданий проводится по принципу «зачтено» (от 10 до 20 баллов) / «не зачтено» (меньше 10 баллов).

Практическое задание считается принятой (оценка «зачтено») при условии выполнения всех необходимых критериев оценивания компетенций, а также успешном прохождении процедуры защиты (ответы на предложенные вопросы).