

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 на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ
/ RADIATION CHEMISTRY

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

код и название направления подготовки

образовательная программа

Radiation technologies in life sciences

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Радиационная химия / Radiation chemistry» 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 / Radiation chemistry» 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 бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	З-ПК-1 Знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; У-ПК-1 Уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1 Владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области.
ПК-16.1	Способен к анализу и оценке воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды	З-ПК-16.1 Знать закономерности воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; У-ПК-16.1 Уметь проводить анализ воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды; В-ПК-16.1 Владеть методами оценки воздействия ионизирующих излучений на физические и химические системы, человека и объекты окружающей среды.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

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, 5 семестр			
1.	Section 1-2	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-16.1, У-ПК-16.1 В-ПК-16.1	Problem solving
2.	Section 3-4	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-16.1, У-ПК-16.1 В-ПК-16.1	Problem solving
Промежуточная аттестация, 5 семестр			
	Zachot (credit)	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 3-ПК-16.1, У-ПК-16.1 В-ПК-16.1	Test + problem solution

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 / Незачтено

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	
		Min*	Max
Семестр 5			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30

<i>Problem solving</i>		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Problem solving</i>		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Zachot (credit)	-		
Test	-	18	30
<i>Problem solution</i>	-	6	10
ИТОГО по дисциплине		60	100

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

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

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

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.

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 подготовки	<u>14.03.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Radiation technologies in life sciences»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия / Radiation chemistry</u>

TEST FOR CREDIT (ZACHOT)

The main theoretical questions on the discipline are presented, which are presented in the form of a test of 30 questions. For example:

1. Radiation chemistry is a science that studies

- A. chemical and physicochemical transformations of substances subjected to the influence of ionizing radiation that consists of photons and particles.
- B. the chemistry of radioactive isotopes, elements and substances, the laws of their physicochemical behavior, the chemistry of nuclear transformations and the accompanying physicochemical processes.
- C. the effect of ionizing and non-ionizing radiation on biological objects.
- D. the features of living organisms and their communities that exist in the presence of natural radionuclides or technogenic radioactive contamination.

2. Radiation chemistry (RCH) is divided into the following main branches:

- A. general RCH, RCH of objects exposed to radiation, RCH of heterogeneous systems, chemical dosimetry, radiation technologies.
- B. general RCH, RCH of heterogeneous systems, chemical dosimetry, radiation technologies.
- C. RCH of objects exposed to radiation, RCH of heterogeneous systems, chemical dosimetry, radiation technologies.
- D. general RCH, RCH of objects exposed to radiation, RCH of heterogeneous systems, chemical dosimetry, radiation technologies, RCH of polymers

3. Radiolysis is (select all correct answers)

- A. any chemical or physicochemical transformation of a substance subjected to the influence of ionizing radiation.
- B. chemical processes of destructive nature that occur when a substance absorbs the energy of ionizing radiation.
- C. a process of breaking a covalent bond, as a result of which each of the atoms participating in its formation retains one electron.
- D. any physical transformation of a substance subjected to the influence of ionizing radiation.

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology.

Description of the rating scale:

- The score "passed (zachot)" (18-30 points) is given if 18-30 test questions are answered correctly.
- The score “not passed (no zachot)” (less than 18 points) is given if 1-17 test questions are answered correctly.

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 подготовки	14.03.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radiation technologies in life sciences»
Дисциплина	Радиационная химия / Radiation chemistry

PROBLEMS FOR CREDIT (ZACHOT)

On the zachot, the student must solve one of thirty problems. For example:

№1	In a condensed medium, irradiation formed a track of a primary electron with an initial energy of 0.9 MeV. The energy of a non-ionizing electron is 10 eV. Irradiation temperature - 27 °C. Blob size – 850 Å. Calculate a_{sp} , $l_{ion}(W_{cyl})$, $l_{tr}(W_{bl})$ and t_{th} . All calculations must be performed in SI units.
№2	Calculate the radiation-chemical degradation yield (molecules /100eV) and the degree of degradation (%) of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxin (TCDD) dissolved in acetone. Initial data: $D = 10 \text{ kGy}$ $\dot{D} = 0.43 \text{ Gy/s}$ $C_{before} = 0.10 \text{ } \mu\text{g/ml}$ $C_{after} = 0.037 \text{ } \mu\text{g/ml}$ $V = 10 \text{ ml}$ $\rho_{acetone} = 0.7845 \text{ g/cm}^3 \text{ (25 } ^\circ\text{C)}$ Calculate: G , molecules /100eV P , %
№3	Chloroform ($V = 5 \text{ ml}$) was irradiated for 2 hours on a ^{60}Co unit (dose rate is 28 rad/sec). The resulting hydrogen chloride was extracted into the aqueous phase (5 ml). 0.28 ml of AgNO_3 (concentration 0.1 mol/l) was used for titration of the resulting acid. Calculate the radiation-chemical yield of hydrogen chloride. Chloroform – CHCl_3 , $\rho_{\text{Chloroform}} = 1.483 \text{ g/cm}^3 \text{ (25 } ^\circ\text{C)}$
№4	Write down the radiolysis reactions of Ethane (C_2H_6)

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology.

Description of the rating scale:

- The score "passed (zachot)" (6-10 points) is given if problem is solved correctly.
- The score “not passed (no zachot)” (less than 6 points) is given if problem is solved incorrectly.

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 подготовки	<u>14.03.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Radiation technologies in life sciences»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия / Radiation chemistry</u>

CHECKPOINT №1

When the first checkpoint is completed, each student solves 6 problems. For example:

№1	Write down the radiolysis reactions of Hexane (C ₆ H ₁₄)
№2	10 cm³ of cyclohexane (0.78 g/cm³) was irradiated for 4.5 hours. The absorbed dose rate is 52.7 krad/hour. As a result, 0.25 cm³ of hydrogen was obtained under standard conditions (STP). Calculate the radiation-chemical yield of hydrogen (molecules/100eV). Initial data: $\dot{D} = 52.7$ krad/hour $t_{\text{irradiation}} = 4.5$ hours $V(\text{irradiated system}) = 10$ cm³ $V(\text{the formed hydrogen}) = 0.25$ cm³ $\rho_{\text{cyclohexane}} = 0.78$ g/cm³ Calculate: G, molecules /100eV Cyclohexane – C₆H₁₂

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology;
- knowledge of SI units;
- each problem is worth 5 points.

Description of the rating scale:

- The score "passed (zachot)" (18-30 points) is given if problems are solved correctly.
- The score "not passed" (less than 18 points) is given if problems are solved incorrectly.

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 подготовки	<u>14.03.02 «Ядерная физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Radiation technologies in life sciences»</u>
Дисциплина	<u>Радиационная химия / Radiation chemistry</u>

CHECKPOINT №2

When the first checkpoint is completed, each student solves 6 problems. For example:

№1	Write down the reactions of gas radiolysis for C_5H_{10} : 1) Ion-molecular reactions: ✓ Hydride Transfer Reaction; ✓ H_2^- Transfer Reaction; ✓ H Transfer Reactions; ✓ H_2 Transfer Reactions; ✓ Proton Transfer Reactions; ✓ Condensation Reactions; 2) Fragmentation; 3) Dissociation of excited molecules; 4) Neutralization
№2	Write down the reactions of gas radiolysis for CO_2

Criteria for assessing competencies (results):

- fluency in theoretical material on the discipline;
- correct use of special terminology;
- knowledge of SI units;
- each problem is worth 5 points.

Description of the rating scale:

- The score "passed (zachot)" (18-30 points) is given if problems are solved correctly.
- The score "not passed" (less than 18 points) is given if problems are solved incorrectly.