

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.11.2023 16:27:00  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«01» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ**

(Начало подготовки – 2021 год)

Специальность

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Специализация

**Радиационная химия и радиационное материаловедение**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **радиационной технологии**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Профессор Юдин И.В.

Рабочая программа дисциплины «Радиационная химия» обсуждена на заседании кафедры радиационной технологии  
протокол от «\_17» февраля 2021 № 2\_  
Заведующий кафедрой

И.В. Юдин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от «25» февраля 2021 № 5

Председатель

А.П. Сусла

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология материалов современной энергетики»		И.В. Юдин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

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

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<b>ПК-5</b> Способность оценивать радиационные эффекты взаимодействия излучения высокой энергии с веществом, использовать или минимизировать последствия этого взаимодействия	<b>ПК-5.1</b> Проведение радиационно-химических исследований	<b>Знать:</b> радиационно-химические процессы и методы регулирования радиационной устойчивости в различных веществах и материалах (З-1); <b>Уметь:</b> использовать методы изучения радиационно-химических процессов (У-1); устанавливать механизмы радиационно-химических реакций, выбирать радиационные протекторы (У-2) <b>Владеть:</b> физико-химическими методами исследования радиационно-химических реакций (Н-1)

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам специализации (Б1.В.09.01) и изучается на 4 -5 курсах в 8, 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики», «Релаксационные методы исследования радиационно-химических процессов», «Основы ядерной физики и дозиметрии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Радиационная химия» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр	
		8	9
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)</b>	<b>8/ 288</b>	<b>3/108</b>	<b>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>174</b>		
занятия лекционного типа	32	32	
занятия семинарского типа, в т.ч.	106	16	
семинары, практические занятия	16	16	
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	90 (27)		90 (27)
курсовое проектирование (КР или КП)	18		18
КСР			
другие виды контактной работы			
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>78</b>	<b>24</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>	-	Инд. задание	Отчеты по лаб. работам
<b>Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)</b>	Экзамен, 36, КР, зачет	Экзамен, 36	КР, зачет

## 4. Содержание дисциплины.

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа, академ. часы	Самостоятельная	Формируемые компетенции

			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение	2		-	1	ПК-5.1
2.	Воздействие ИИ на вещества, приводящее к химическим превращениям	1	2	-	6	ПК-5.1,
3.	РХП в газах	1	1	-	6	ПК-5.1
4.	Химические превращения при взаимодействии ИИ с конденсированным веществом	2	1	12	6	ПК-5.1
5.	Радиолиз воды и водных растворов неорганических веществ	4	2	18	6	ПК-5.1
6.	Химические аспекты дозиметрии ионизирующего излучения	4	2	24	10	ПК-5.1
7.	Радиолиз углеводов	2	1	12	6	ПК-5.1
8.	РХП в органических соединениях с элементами <b>N, O, S</b>	2	1	12	6	ПК-5.1
9.	Цепные радиационно-иницированные процессы	4	1	6	8	ПК-5.1
10.	Радиационная химия полимеров	4	1	6	7	ПК-5.1
11.	Радиационные гетерогенные процессы	4	2	--	8	ПК-5.1
12.	Биологические аспекты радиационной химии	2	2	---	8	ПК-5.1
	<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<b>Введение</b> Понятийный аппарат радиационной химии (РХ). Основные термины единицы измерений. Исторические этапы развития РХ, ее значимость и перспективы развития. Связь РХ с другими науками, движущие силы её развития. Виды ионизирующих излучений (ИИ), используемых для иницирования радиационно-химических превращений (РХП).	2	Лекция- визуализация

2.	<b>Воздействие ИИ на вещества, приводящее к химическим превращениям</b> Временная последовательность первичных процессов, химические реакции промежуточных продуктов. Превращения возбужденных молекул. Химические реакции свободных радикалов. Реакции ионов. Ион - молекулярные реакции.	1	Лекция-визуализация
3.	<b>Радиационно-химические превращения в газах.</b> Общая характеристика процессов при радиолизе газов. Радиолиз водорода, кислорода, паров воды. Оценка предельных выходов РХП при не цепных процессах. Данные о радиолизе других газов: метана, других алканов, непредельных углеводородов, озона, окислов углерода и азота, аммиака.	1	Лекция-визуализация
4.	<b>Химические превращения при взаимодействии ИИ с конденсированным веществом</b> Экспериментальные данные о химических превращениях при взаимодействии ИИ с конденсированным веществом. Первичные процессы, структура областей ионизации. Вторичные процессы. Образование радикалов, ионные процессы. Пространственное распределение радикалов, их локальные концентрации в твердом теле. Ионные продукты радиолиза. Стабилизированные электроны. Химические реакции стабилизированных частиц. Общие характеристики РХП в конденсированных веществах.	2	Лекция-визуализация
5.	<b>Радиолиз воды и водных растворов неорганических веществ</b> Основные продукты радиолиза воды. Уравнения материального баланса. Влияние на радиолиз воды собственных молекулярных продуктов радиолиза. Влияние величины рН, линейной передачи энергии, агрегатного состояния на РХВ продуктов. Радиолиз воды в присутствии кислорода, кислорода и водорода, кислорода и перекиси водорода. Радиолиз воды, содержащей ( $Fe^{2+}$ и $H_2SO_4$ ), ( $Ce^{4+}$ и $H_2SO_4$ ) ( $HCOOH$ и $O_2$ ), ( $HCOOH$ и $Fe^{3+}$ ). ( $Fe^{2+}$ , $H_2SO_4$ и этанол). Роль акцепторов при радиолизе воды. Радиолиз других разбавленных водных растворов. Концентрированные водные растворы. Методические приемы, используемые в радиационно-химических исследованиях. Конверсия первичных продуктов радиолиза.	4	Лекция-визуализация
6.	<b>Химические аспекты дозиметрии ионизирующего излучения</b> Физические методы дозиметрии ИИ. Ионизационный, калориметрический, спектрофотометрический, термолюминесцентный, люминесцентный методы. Цветовые индикаторы дозы. Химическая дозиметрия ИИ. Дозиметр Фрикке, ферросульфатно-медный и цериевый дозиметры. Влияние различных факторов на радиационно-химические выходы продуктов радиолиза.	4	Лекция-визуализация

7.	<b>Радиолиз углеводов</b> Радиолиз алканов, цикло-алканов, ароматических углеводов. Влияние структуры молекулы и условий облучения на РХВ продуктов РХП.	2	Лекция-визуализация
8.	<b>РХП в органических соединениях, содержащих кислород, азот и серу</b> РХП в кислородсодержащих, галогеносодержащих, серусодержащих органических соединениях и аминах. Радиолиз спиртов, простых эфиров, альдегидов и кетонов сложных эфиров, карбоновых кислот. Радиолиз галогенпроизводных, алифатических аминов, аминокислот и серусодержащих органических соединений.	2	Лекция-визуализация
9.	<b>Цепные радиационно-иницированные процессы</b> Радиационная полимеризация (РП). Влияние условий реализации РП: температуры, поглощенной дозы ИИ, мощности поглощенной дозы, растворителя, сенсибилизаторов. Установление механизма РП. Признаки свободнорадикальной и ионной РП. Твердофазная РП. Ее прикладные и научные аспекты. Радиационная сополимеризация, теломеризация, низкотемпературная РП. Другие цепные радиационно-иницированные процессы. Радиолиз водных растворов хлористого холина. Цепные реакции в облученных твердых углеводах.	4	Лекция-визуализация
10.	<b>Радиационная химия полимеров</b> Радиационное модифицирование (РМ) полимерных материалов - основной не цепной процесс, используемый в промышленности. Классификация высокомолекулярных процессов по преобладанию различных видов РХП. РМ полистирола, полиметилметакрилата, тефлона, каучука и вулканизаторов. Радиационная стойкость полимеров. Сенсибилизация и защита. Эффект «памяти» облученного полиэтилена. Другие РХП, реализованные в промышленных масштабах.	4	Лекция-визуализация
11.	<b>Радиационные гетерогенные процессы</b> Радиолиз коллоидных систем. Радиационно-стимулированная адсорбция. Радиолиз адсорбированных веществ. Радиационный гетерогенный катализ. Радиационно-электрохимические процессы. Лиохимические реакции свободных радикалов.	4	Лекция-визуализация, мастер-класс
12.	<b>Биологические аспекты радиационной химии</b> Действие ионизирующего излучения на биологические объекты. Радиационная обработка пищевых продуктов. Радиационная стерилизация продукции медицинского назначения. РХ проблемы ядерной медицины	2	Лекция-визуализация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.



№	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час)	Инновационная форма
1	1-3	Основные термины единицы измерений. Расчет распределения поглощенной энергии бета-излучения по глубине образцов Определение радиационно-химического выхода по результатам химического анализа продуктов радиолиза.	3	-
2	4	Термическая и временная стабильность продуктов радиолиза веществ в конденсированном состоянии; Кинетические параметры пострадиационных процессов	1	-
3	5, 6	Влияние условий облучения на результаты химической дозиметрии ИИ; Определение поглощенной дозы по результатам измерений	4	Тренинг
4	7, 8	Промышленно значимые и биологически важные продукты радиолиза органических соединений	2	Слайд-презентация
5	9	Механизмы и кинетические параметры цепных процессов	1	
6	10	Механизмы процессов, приводящих к практически значимым эффектам РХ модификации полимеров	1	
7	11	Практические аспекты РХ гетерогенных процессов	2	Дискуссия
8	12	Радиационно-химические аспекты радиационной диагностики и терапии	2	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем, академ. час	
			Всего	В том числе на практич. подготовку
1.	№ 1, 2, 4	Определение энергии образования F – центра в щелочно – галоидных кристаллах Распределение поглощенной энергии бета-излучения по глубине образца	<b>12</b>	
2.	5	Определение радиационно-химического выхода перекиси водорода при радиолизе воды Определение радиационно-химического выхода перекисей при радиолизе растворов глицерина	<b>18</b>	<b>6</b>

3	6	Радиолиз водных растворов нитратов Ферросульфатный дозиметр Исследование ферросульфатно-медного дозиметра	24	12
4	8	Радиолиз воды, насыщенной хлороформом Радиолиз хлороформа Определение радиационно-химического выхода свободных радикалов при радиолизе CCl <sub>4</sub> Радиолиз растворов глюкозы	12	
5	9	Радиационная полимеризация метилметакрилата Определение степени радиационной деструкции полиметил-метакрилата вискозиметрическим методом	12	9
6	11	Изучение влияния поглощенной образцом дозы на квантовую эффективность люминесценции	12	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма текущего контроля
1	История становления радиационной химии и радиационной технологии	2	---
2	Основные достижения радиационной химии и их значение для смежных областей науки	20	Письменный опрос №1
3	Дозиметрия ионизирующего излучения в радиационной химии.	10	--
4	Современные достижения в области радиационной химии полифункциональных соединений.	22	--
5	Успехи радиационной химии в создании новых лекарственных препаратов	10	Письменный опрос №2
6	Радиационная химия и радиационная медицина	14	

#### 4.5. Темы курсовых работ

Тематика и содержание курсовых работ по дисциплине формируются с учетом специфики научного направления.

Курсовые работы по направлению «Изучение механизмов радиолиза растворов углеводов и многоатомных спиртов» требует выполнения необходимых радиационно-химических экспериментов при варьировании параметров величины поглощенной дозы и

её мощности, расчетов РХВ молекулярных продуктов радиолиза и заканчивается оформлением соответствующего отчета, подготовки презентации и публичного выступления – защиты работы.

Курсовая работа по направлению «Разработка полимерных композиций для инкапсулирования РАО» требует выполнения экспериментальных исследований по радиационному отверждению полимерных композиций различного состава в различных условиях радиационной обработки и испытаний полученных образцов. Работа заканчивается оформлением соответствующего отчета, подготовки презентации и публичного выступления – защиты работы.

Курсовая работа по направлению «Выживаемость эндометаллических фуллеренов при реакторном облучении» требует проведения плазмохимического синтеза объектов исследования, облучения их в ядерном реакторе ПИЯФ им. Б.П. Константинова и определения процента оставшихся неповрежденными молекул.

#### **Типовые темы курсовых работ:**

- Радиационная предпосевная обработка семян.
- Радиационно-химическая водоподготовка.
- Радиационно-химические процессы радиационной обработке сточных вод.
- Радиационно-химическая нейтрализация выбросных газов промышленных предприятий.
- Проблемы и современное состояние ядерной медицины в РФ.

#### **Типовые индивидуальные задания:**

##### *Вариант 3*

- 3.1 Сравнить массовый и электронный коэффициенты поглощения фотонов с энергией 3,5МэВ для жидкого аммиака и СС<sub>4</sub>.
- 3.2 Оксид трития ( $T_{1/2} = 12,3\text{г}$ ,  $E_{\text{макс}} = 0,018\text{МэВ/расп.}$ ) с активностью 350мкКи растворили в 200мг С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН. Рассчитать интегральную дозу, поглощенную спиртом за неделю.
- 3.3 Во сколько раз изменится радиационно-химический выход и скорость образования продукта присоединения РС<sub>13</sub> к гексену-1 при увеличении мощности поглощенной дозы излучения в 10 раз?

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в 8-ом семестре, курсовой работы и зачета в 9-ом семестре.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант № 1

1. Сформулируйте основные исторические этапы в развитии науки радиационной химии.
2. Составьте алгоритм экспериментальной оценки величины радиационно-химического выхода.
3. Выберите способ оценки РХВ при радиолизе полиметилметакрилата.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все предусмотренные планом лабораторные работы.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

- 1 Экспериментальные методы химии высоких энергий: учебное пособие /Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова ; Под общ. ред. М.Я.Мельникова. – Москва : МГУ, 2009. – 824 с.- ISBN 978-5-211-05561-2
- 2 Акатов, А.А. Определение мощности дозы от источника гамма-излучения: Практикум/ А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019.-28с.
- 3 Чумак, Н.В. Спектрофотометрия в радиационной химии органических соединений: учебное пособие / Н.В.Чумак, И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. – СПбГТИ(ТУ), 2008.- 30 с.
- 4 Чумак, Н.В. Лиолюминесцентный метод исследования радиационных дефектов: методические указания / Н.В.Чумак, И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. - СПбГТИ(ТУ), 2009.- 14 с.
- 5 Астапенко, В.А. Взаимодействие излучения с атомами и наночастицами / В. А. Астапенко . – Долгопрудный : Интеллект, 2010 . – 492 с.- ISBN 978-5-91559-083-9
- 6 Юдин, И.В. Радиационная химия полигидроксильных соединений: Задачи и перспективы / Учебное пособие/ И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. – СПбГТИ(ТУ), 2007.- 42 с.

### **б) электронные учебные издания<sup>5</sup>:**

- 1 Юдин И.В. Радиоллиз растворов многоатомных спиртов. Образование непереломных карбонильных продуктов : учебное пособие / И.В. Юдин, Ж.Б. Лютова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. - 62 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
- 2 Акатов, А.А. Определение мощности дозы от источника гамма-излучения: Практикум/ А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019.-28с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
- 3 Чумак, Н.В. Лиолюминесцентный метод исследования радиационных дефектов: методические указания / Н.В.Чумак, И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. -СПбГТИ(ТУ),

---

<sup>5</sup> В т.ч. и методические пособия

2009.- 14 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

1. С. А. Кабакчи, Г. П. Булгакова. Радиационная химия в ядерном топливном цикле. Режим доступа - <http://www.chemnet.ru/rus/teaching/kabakchi/welcome.html>
2. [www.rosatom.ru](http://www.rosatom.ru), [www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru), [www.tvel.ru](http://www.tvel.ru), [www.rosenergoatom.ru](http://www.rosenergoatom.ru),
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа - <http://www.gpntb.ru>.
4. Научно-техническая библиотека springerlink . Режим доступа - <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа - <http://elibrary.ru>
6. Библиотека публикаций по прикладной радиационной химии. Режим доступа - [http://mitr.p.lodz.pl/biomat/pub\\_main.html](http://mitr.p.lodz.pl/biomat/pub_main.html)
7. Электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Радиационная химия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение<sup>6</sup>.**

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>7</sup>.**

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных и практических занятий используются видеоматериалы.

Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью, оснащены лабораторным оборудованием: комплект радиоспектрометрической аппаратуры, спектрофотометры СФ-26, СФ-2000, Specord, рН-метры, хроматограф «Милихром-6», спектрометр ЭПР.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду СПбГТИ(ТУ).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

---

<sup>6</sup>В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>7</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Радиационная химия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-5	способностью оценивать радиационные эффекты взаимодействия излучения высокой энергии с веществом, использовать или минимизировать последствия этого взаимодействия	начальный



## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.1 Проведение радиационно-химических исследований	<b>Перечисляет основные</b> радиационно-химические процессы и методы регулирования радиационной устойчивости в различных веществах и материалах (3-1)	Правильные ответы на вопросы №1-11 и 31-39 к экзамену и № 15-19 к зачету	Имеет представление об основных радиационно-химических процессах и путях регулирования радиационной устойчивости веществ и материалов, но путается в деталях	Может привести примеры использования или минимизации последствий взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно изложить принципы и привести реальные примеры использования или минимизации последствий взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Правильно выбирает</b> способ оценки радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1-11 к экзамену и № 1-3 и 6 на вопросы к зачету	Перечисляет принципы выбора способов оценки радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом	Перечисляет принципы выбора способов оценки радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом, но путается в конкретных примерах	Перечисляет принципы выбора способов оценки радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом, хорошо ориентируется в реальных примерах. Может применить эти знания для решения исследовательских задач
	<b>Описывает алгоритм</b> установления механизмов радиационно-химических реакций и выбора радиационных протекторов и сенсibilизаторов (У-2)	Правильные ответы на вопросы №27-35 к экзамену и 6-20 на вопросы к зачету	Излагает алгоритм, но ошибается в последовательности операций при описании проведения эксперимента	Описывает алгоритм проведения экспериментальных измерений с небольшими подсказками преподавателя	Самостоятельно описывает все стадии проведения экспериментального определения взаимодействия

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Умеет экспериментально оценивать результат взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом с использованием конкретных физико-химических методов исследования (Н-1)</b>	Правильные ответы на вопросы №10-31 к экзамену и № 2-6 на вопросы к зачету, успешная защита курсовой работы	Описывает алгоритм экспериментального определения взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом с использованием физико-химических методов исследования, но путается в изложении их принципов	Описывает алгоритм экспериментального определения взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом с использованием конкретных физико-химических методов исследования с помощью наводящих вопросов	Описывает алгоритм экспериментального определения взаимодействия радиационных эффектов взаимодействия излучения с веществом с использованием конкретных физико-химических методов исследования

**3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**3.1 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**в форме экзамена.**

**а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:**

1. Связь радиационной химии с другими науками. Движущие силы развития радиационной химии.
2. Исторические этапы развития радиационной химии.
3. Физические основы радиационной химии. Три основные стадии радиолиза.
4. Основные единицы измерений в радиационной химии. Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы.
5. Пространственная и временная картина взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Первичные и вторичные процессы.
6. Радиолиз жидкой воды. Радикальные и молекулярные продукты радиолиза.
7. Радиационно-химические выходы продуктов радиолиза воды. Уравнения материального баланса.
8. Сольватированный электрон, акватированный электрон, F-центр.
9. Влияние условий облучения на радиолиз воды (ЛПЭ, рН, температура, мощность дозы).
10. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения. Радиолиз концентрированных растворов.
11. Радиолиз газов.
12. Радиационные гетерогенные процессы. Радиолиз коллоидных систем.
13. Радиационные гетерогенные процессы. Радиационно-стимулированная адсорбция. Радиолиз адсорбированных веществ.
14. Радиационные гетерогенные процессы. Радиационный гетерогенный катализ.
15. Радиационные гетерогенные процессы. Лиохимические реакции свободных радикалов.
16. Радиолиз кислородсодержащих органических соединений.
17. Методические приемы, применяемые в радиационной химии. Конверсия свободнорадикальных продуктов радиолиза.
18. Основные характеристики радиационно-химических процессов. Поглощенная доза, мощность дозы, радиационно-химический выход и др.
19. Физические методы дозиметрии. Ионизационный, калориметрический и ТСЛ методы дозиметрии.
20. Ферросульфатная дозиметрическая система. Основные радиационно-химические реакции.
21. Химические методы дозиметрии. Ферросульфатный и ферросульфатно-медный дозиметры.
22. Радиолиз алифатических и ароматических углеводов. Влияние кислорода.
23. Радиолиз галогенсодержащих органических соединений.
24. Радиолиз кислородсодержащих органических соединений.
25. Радиолиз спиртов и органических кислот. Основные реакции. Влияние условий облучения.
26. Радиолиз органических азотсодержащих и серусодержащих соединений.
27. Радиолиз органических соединений в присутствии кислорода
28. Радиационная полимеризация ненасыщенных органических соединений в зависимости от условий облучения.

29. Кинетика и механизмы радиационной полимеризации. Радикальная и ионная полимеризация.
30. Радиационная сополимеризация, теломеризация, твердофазная полимеризация.
31. Действие ионизирующего излучения на полимеры. Сшивка и деструкция. Эффект памяти облученного полиэтилена.
32. Радиационная модификация полимеров путем прививочной полимеризации
33. Радиационно-инициированные цепные процессы в твердых органических соединениях.
34. Сопоставление радиационной стабильности веществ различных классов. Радиационно-химические выходы разрушения.
35. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы.
36. Радиационная стойкость полимеров различных классов.
37. Действие ионизирующего излучения на биологические объекты.
38. Радиационная обработка пищевых продуктов.
39. Радиационная стерилизация продукции медицинского назначения.

**б) Индивидуальные задания для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:**

*Вариант 1*

- 1.1 Рассчитать минимальное значение длины волны рентгеновского излучения трубки с напряжением 75кВ.
  - 1.2 Рассчитать дозу, поглощенную CsI, при облучении  $\gamma$ -квантами  $^{60}\text{Co}$ , если  $\Delta A$  составило 0,2 (н.у.,  $l = 1$  см) по ферросульфатному дозиметру.
  - 1.3 При радиоллизе  $\text{CCl}_4$  найдено, что радиационно-химический выход  $\text{C}_2\text{C}_16$  равен 0,6. Найти стационарную концентрацию  $\bullet\text{CCl}_3$ , если  $k_p = 10^{10}$  л/с•моль, а мощность поглощенной дозы -  $6 \cdot 10^{20}$  эВ/(см<sup>3</sup>•с).
- 

*Вариант 2*

- 2.1 Рассчитать массовый и атомный коэффициенты поглощения  $\gamma$  – излучения с энергией 1,7МэВ для фторида аммония ( $\rho = 1,01$  г/см<sup>3</sup>).
  - 2.2 Какова мощность поглощенной дозы  $\text{T}_2\text{O}$  с удельной активностью 5мкКи/г? Какое количество трития выделится в 5мл  $\text{T}_2\text{O}$  за 1 минуту саморадиолиза ( $pH = 1,0$ )?
  - 2.3 Следует синтезировать 50г 2,3-диоксибутана при облучении этанола быстрыми электронами с энергией 1,5МэВ при токе 20мкА. Как долго следует облучать этанол, если в нем поглощается вся энергия электронов, а  $G_{\text{прод}} = 2,0$ ?
- 

*Вариант 3*

- 3.1 Сравнить массовый и электронный коэффициенты поглощения фотонов с энергией 3,5МэВ для жидкого аммиака и  $\text{CCl}_4$ .
  - 3.2 Оксид трития ( $T_{1/2} = 12,3$ г,  $E_{\text{макс}} = 0,018$ МэВ/расп.) с активностью 350мкКи растворили в 200мг  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Рассчитать интегральную дозу, поглощенную спиртом за неделю.
  - 3.3 Во сколько раз изменится радиационно-химический выход и скорость образования продукта присоединения  $\text{PCl}_3$  к гексену-1 при увеличении мощности поглощенной дозы излучения в 10 раз?
-

#### Вариант 4

- 4.1 Рассчитать тормозное число для дейтронов с энергией 12МэВ, движущихся в хлороформе.
- 4.2 Найти стационарную концентрацию радикальных продуктов радиолитического разложения воды ( $G=6$ ) при мощности поглощенной дозы излучения 1Гр/с ( $k_p = 2 \cdot 10^{10}$  л/(с·моль)).
- 3.21. Найти радиационно-химический выход водорода при радиолитическом разложении бензола в толуоле (1 : 8 по объему).  $G$  равен 0,035 и 0,15, соответственно для бензола и толуола,  $\rho_b=0,88$ г/см<sup>3</sup>,  $\rho_t=0,86$ г/см<sup>3</sup>.
- 

#### Вариант 5

- 5.1 Рассчитать  $dE/dx$  для  $\alpha$ -частиц с энергией 5,3МэВ в жидком бутане ( $\rho=0,58$ г/см<sup>3</sup>).
- 5.2 Рассчитать дозу, поглощенную за год циклооктаном, меченным <sup>3</sup>H (удельная активность 0,05Ки/моль,  $T_{1/2}=12,3$ г,  $E_{\max}=0,018$ МэВ/расп.).
- 5.3 Рассчитать  $k_p$  скорости реакции рекомбинации радикалов по уравнению Смолуховского, принимая  $D_{\text{диф}} = 0,7 \cdot 10^{-5}$ см<sup>2</sup>/с,  $\rho=2,5$  Å.
- 

#### Вариант 6

- 6.1 Рассчитать максимальную глубину проникновения в жидкий декан ( $\rho=0,73$  г/см<sup>3</sup>) пучка электронов с энергией 3МэВ.
- 6.2 10см<sup>3</sup> насыщенного воздухом дозиметрического раствора Фрикке облучали 40 минут  $\gamma$ -квантами <sup>60</sup>Со. Оптическая плотность в кювете толщиной 1см изменилась от 0,003 до 0,230 при  $\lambda=305$  нм. Чему равна поглощенная раствором доза?
- 6.3. Найти электронную долю каждого компонента смеси 50мл воды и 100мл этилового спирта ( $\rho_{\text{сп}}=0,8$ г/см<sup>3</sup>).
- 

#### Вариант 7

- 7.1 Рассчитать  $dE/dx$  и пробег для протонов с энергией 8МэВ в графите ( $\rho=1,6$  г/см<sup>3</sup>), если их пробег в воде равен 0,08 см.
- 7.2 Найти концентрацию  $\text{Fe}^{+3}$ , образовавшихся в дозиметрическом растворе Фрикке, облученном в течение одного часа дейтронами ( $E=5$ МэВ) с мощностью поглощенной дозы 1Гр/мин.
- 7.3 Найти электронную долю хлороформа в растворе, составленном из равнообъемных количеств метилацетата ( $\rho=0,93$ г/см<sup>3</sup>) и хлороформа ( $\rho=1,5$ г/см<sup>3</sup>).
- 

#### Вариант 8

- 8.1 Определить пробег протонов с энергией 2МэВ в SO<sub>2</sub> ( $\rho=2,7 \cdot 10^{-3}$  г/см<sup>3</sup>), если пробег этих частиц в воздухе равен 5,5см.

- 8.2 Имеется источник  $^{35}\text{S}$  ( $E_{\text{макс}} = 0,16\text{МэВ}$ ,  $T_{1/2} = 87,4\text{сут.}$ ) с активностью  $15\text{мкКи}$ . Через 2 недели источник растворили в 20 мл дозиметрического раствора Фрикке. Рассчитать дозу, поглощенную раствором за одни сутки, и концентрацию образовавшихся ионов Fe.
- 8.3 При радиоллизе метанола стационарная концентрация радикалов  $\bullet\text{CH}_2\text{OH}$  равна  $5 \cdot 10^{13}$  при мощности поглощенной дозы  $5 \cdot 10^{18}\text{эВ/см}^3 \cdot \text{с}$ . Найти константу рекомбинации этих радикалов ( $G = 2,5$ ). Считать рекомбинацию единственным путем исчезновения радикалов.
- 

#### Вариант 9

- 9.1 Рассчитать массовый и атомный коэффициенты поглощения  $\gamma$ -излучения с энергией  $2,5\text{МэВ}$  для хлороформа ( $\rho = 1,5\text{ г/см}^3$ ).
- 9.2 Рассчитать дозу, поглощенную дозиметрическим раствором Фрикке при облучении  $\beta$ -частицами  $^3\text{H}$ , если  $\Delta S$  составило  $0,1$  (н.у.,  $l = 2\text{ см}$ ).
- 9.3  $G$  образования гексохлорэтана при радиоллизе  $\text{CCl}_4$  равен  $0,6$ . Найти стационарную концентрацию  $\text{CCl}_3$ , если  $K_p = 2 \cdot 10^{10}\text{ л/моль} \cdot \text{с}$ , а мощность поглощенной дозы излучения составляет  $10^{17}\text{ эВ/см}^3 \cdot \text{с}$ .
- 

#### Вариант 10

- 10.1 Рассчитать тормозное число для  $\alpha$ -частиц с энергией  $5,5\text{МэВ}$  в  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- 10.2 Чему равна концентрация продукта радиолиза  $\text{H}_2\text{O}$ , образующегося в кювете  $1 \times 1 \times 6\text{ см}^3$  под действием импульсов электронного ускорителя ( $E_e = 2\text{МэВ}$ )  $I = 20\text{ мА}$ ,  $\tau = 1\text{ мкс}$ ,  $G = 6$ .
- 10.3 Циклогексан в количестве  $20\text{ см}^3$  облучали на источнике  $^{60}\text{Co}$  в течении 3 часов. Мощность поглощенной дозы  $60\text{ к рад} \cdot \text{час}^{-1}$ . Рассчитать объем образовавшегося водорода (при н.у.), если  $G_{\text{H}_2} = 5,4$ .
- 

#### Вариант 11

- 11.1. Найти  $f_p$  от дозиметра Фрикке к  $\text{NaCl}$  для  $^{60}\text{Co}$ :
- 11.2. Найти концентрацию продуктов радиолиза и  $D_{\text{погл.}}$  системой, если  $\Delta A_{\text{онт}} = 1,2$ ;  $l = 2\text{ см}$ ;  $\varepsilon = 2,1 \cdot 10^4 \frac{\text{л}}{\text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}$ ;  $G = 4$ ;  $\rho = 1\text{ г/см}^3$
- 11.3. Четыреххлористый углерод ( $\rho = 1,595\text{ г/см}^3$ ) в количестве  $80\text{ мл}$ , насыщенный этиленом ( $57\%$ ), облучали в автоклаве в течение  $\tau = 2\text{ час}$  на  $\gamma$ -установке  $^{60}\text{Co}$  с  $R_D = 2,0\text{ Гр/с}$  (по ферросульфатному дозиметру). Рассчитать дозу, поглощенную реакционной смесью.
- 

#### Вариант 12

- 12.1. Найти электронную долю ( $f_e$ ) хлороформа в растворе, составленном из  $100\text{ мл}$  метилцетата ( $\rho = 0,93\text{ г/см}^3$ ) и  $50\text{ мл}$  хлороформа ( $\rho = 1,5\text{ г/см}^3$ ).
- 12.2. Циклогексан ( $\rho = 0,78\text{ г/см}^3$ ) в количестве  $10\text{ см}^3$  облучали на  $^{60}\text{Co}$  в течение  $4,5\text{ часов}$ . Мощность поглощенной дозы  $R_{\text{погл.}} = 52,7\text{ Гр/час}$  (по ферросульфатному дозиметру). В результате радиолиза получено  $0,25\text{ см}^3$  водорода при н.у. Рассчитать  $G_{\text{H}_2}$ .
- 12.3 Рассчитать константу скорости реакции рекомбинации этильных радикалов по уравнению Смолуховского принимая  $D_{\text{диф}} = 0,75 \cdot 10^{-5}\text{ см}^2/\text{с}$ ;  $\rho_e = 2,0\text{ \AA}$ .
- 

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачета:

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного ниже.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин. промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

**а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5 к зачету:**

1. Напишите схему радиационно-химических превращений и пострадиационных изменений, приводящих к образованию наблюдаемых в облученном полиэтилене функциональных групп.

2. Какие карбонильные группы образуются при радиационном окислении полиэтилена? Объясните характер их накопления в зависимости от дозы облучения и продолжительности выдержки образца после облучения.

3. Оцените радиационно-химический выход транс-виниленовых связей, предположив, что молярный коэффициент поглощения в максимуме соответствующей полосы при  $965\text{ см}^{-1}$  равен  $170\text{ л/моль.см}$ . Поглощенная доза -  $10\text{ кГр}$ , толщина образца  $0,4\text{ мм}$ ,  $A=1$ .

4. Какой функцией аппроксимируется зависимость мощности дозы от расстояния от границы окна источника ИИ до образца при облучении на бета-источнике? В чем её физический смысл?

5. Как определить величину поглощенной образцом полиэтилена дозы, если он помещен в такую же ампулу, что и дозиметрический раствор и на таком расстоянии от выходного окна бета-источника? Проведите такую оценку для  $R=1\text{ см}$ .

6. О чем свидетельствует изменение формы спектра оптического поглощения частиц, образующихся в процессе импульсного радиолитического разложения по мере увеличения времени задержки регистрации сигнала?

7. Как различается радиационная стойкость полимеров различных классов?

8. Что такое радиационные гетерогенные процессы.

9. В чем заключаются особенности радиационных гетерогенных процессов при радиолитическом разложении коллоидных систем?

10. Чем отличаются радиационно-стимулированная адсорбция и радиолитическое разложение адсорбированных веществ.

11. Радиационные гетерогенные процессы. Радиационный гетерогенный катализ.

12. В чем специфика лиохимических реакций свободных радикалов

13. Что характеризует сила осциллятора оптического перехода?

14. Какими основными реакциями гидратированного электрона определяется время его жизни в чистой воде?

15. Перечислите способы повышения радиационной устойчивости полиэтилена.

16. Как проводится деаэрация растворов перед облучением и как она сказывается на результатах радиолитического разложения органических соединений?

17. Как и с какой целью производят деаэрацию растворов КОН, предназначенных для изучения образования в них сольватированных электронов при импульсном радиолитическом разложении?

18. Каковы пути уменьшения вредного воздействия ионизирующего излучения на организм человека?

19. В чем заключается радиационная модификация полимеров путем прививочной полимеризации

20. Приведите примеры радиационно-инициированных цепных процессов в твердых органических соединениях и способы изменения их эффективности.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.



#### **4. Темы курсовых работ:**

1. Радиационная предпосевная обработка семян.
2. Радиационно-химическая водоподготовка.
3. Радиационно-химические процессы радиационной обработке сточных вод.
4. Радиационно-химическая нейтрализация выбросных газов промышленных предприятий.
5. Проблемы и современное состояние ядерной медицины в РФ.
6. Радиационно-химические процессы при радиоллизе растворов углеводов.

#### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы, экзамена или зачёта.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

**Тесты для проведения текущего контроля**

Письменный опрос № 1

1. Первичными процессами в радиационной химии являются:  
 а) ионизация б) реакции свободных радикалов в) возбуждение молекул  
 ОТВЕТ 1 \_\_\_\_\_; 2 \_\_\_\_\_; 3 \_\_\_\_\_.
- 2 В других областях науки используются следующие данные, полученные в результате радиационно-химических экспериментах:  
 а) потенциалы ионизации молекул;  
 б) константы скоростей радикальных реакций;  
 в) константы кислотно-основной диссоциации;  
 г) энергии диссоциации.
- 3 К ионизирующим излучениям относятся:  
 а) рентгеновское излучение;  
 б) ультрафиолетовое излучение;  
 в) видимый свет;  
 г) поток нейтронов.
- 4 Радиационная химия позволяет решать следующие задачи:  
 а) создавать новые материалы;  
 б) повышать механическую прочность материала;  
 в) получать стерильную продукцию;  
 г) утилизировать промышленные отходы.
- 5 Продуктами радиолиза окиси углерода являются:  
 а) углерод; б) формальдегид; в)  $C_3O_2$ ; г) полимер.
- 6 Первичными продуктами радиолиза жидкой воды являются:  
 а) катион-радикал  $H_2O^+$ ; б) озон в) «сухой» электрон;  
 г) акватированный электрон; д) перекись водорода.
- 7 Сольватная «шуба» появляется у электрона на стадии радиолиза воды –  
 а) химической: б) физико-химической; в) химической
- 8 Максимальный радиационно-химический выход разложения воды равен:  
 а) 0,6 молекул/100 эВ ; б) 1,2 молекул/100 эВ в) 6 молекул/100 эВ ;  
 г) 12 молекул/100 эВ); д) ) 24 молекул/100 эВ.
- 9 Для конверсии сольватированного электрона в гидроксильные радикалы используют вещества:  
 а) перекись водорода; б) гипосульфит натрия в) кислород; г) закись азота.
- 10 Для создания восстановительных условий в облучаемый раствор добавляют:  
 а) перекись водорода; б) гипосульфит натрия в) водород; г) спирт.
- 11 При облучении разбавленных растворов веществ преобладает –  
 а) прямой радиолиз; б) косвенный радиолиз; в) гидролиз.
- 12 При облучении концентрированных растворов веществ преобладает –  
 а) прямой радиолиз; б) косвенный радиолиз; в) пиролиз.
- 13 При анализе результатов радиолиза концентрированных растворов необходимо учитывать-  
 а) электронную долю растворенного вещества;  
 б) мольную долю растворенного вещества;  
 в) активность ионов.
- 14 Установите соответствие между методами дозиметрии, используемыми в конкретной области науки:

Область науки	Метод дозиметрии
Радиационная химия	Термолюминесцентная

Радиационная технология	Химическая
Индивидуальная дозиметрия	Твердотельная (пленочная)

15 В дозиметре Фрикке используются:

а) нитрат меди; б) сульфат железа; в) соль Мора.

16 Радиационно-химический выход ионов  $Fe^{+3}$  в дозиметре Фрикке равен:

а) 0,5 молекул/100 эВ ; б) 1,5 молекул/100 эВ в) 15,5 молекул/100 эВ ;  
г) 17,4 молекул/100 эВ); д) ) 24 молекул/100 эВ.

## Письменный опрос № 2

17 Диапазон поглощенных доз ИИ, измеряемых дозиметром Фрикке:

а) 0,04/0,4 кГр; б) 0,04/4 кГр; в) 0,4/40 кГр;

18 При радиоллизе алифатических углеводородов образуются:

а) алкены; б) димеры; в) цикло-алканы; г) спирты.

19 При радиоллизе алканов добавки ароматических веществ приводят к:

а) ингибированию разрушения; б) катализу разрушения; в) проявляют эффект «жертвы»; в) проявляют эффект «губки».

20 Присутствие кислорода в облучаемом растворе углеводорода приводит к преимущественному образованию такого продукта радиоллиза как:

а) карбоновых кислот; б) перекисей; в) непредельных соединений.

21 Основными продуктами радиоллиза спиртов являются:

а) карбоновые кислоты; б) водород; в) непредельные соединения; г) диолы.

22 Сольватация электронов в спиртах происходит за время:

а) 5 – 50 нс; б) 5 – 50 пс; в) 5 – 50 мкс; г) 5 – 50 фс.

23 Радиоллиз четыреххлористого углерода в присутствии кислорода приводит к образованию:

а) фосгена; б) водорода; в) хлора; г) иприта.

24 Сольватированные электроны в спиртах поглощают свет в области:

а) ВС; б) ИК; в) УФ.

25 Основными продуктами радиоллиза карбоновых кислот являются:

а) окись углерода; б) водород; в) двуокись углерода; г) углеводороды.

26 При радиоллизе водных растворов органических соединений, основной вклад в косвенное действие ИИ осуществляется следующими радикалами:

а)  $H\cdot$ ; б)  $OH\cdot$ ; в)  $HO_2\cdot$ ; г)  $e_s^-$ .

27 При радиоллизе водных растворов спиртов основным типом органических радикалов являются частицы с локализацией неспаренного электрона в положении по отношению к функциональной группе.

а)  $\alpha$ - ; б)  $\beta$ -; в)  $\gamma$ -; г)  $\delta$ -.

28 При радиоллизе водных растворов аминокислот преобладает реакция:

а) декарбоксилирования; б) дезаминирования; в) дегидратации;  
г) дегидрирования.

29 При радиоллизе водных растворов серусодержащих аминокислот местом атаки гидроксильного радикала является атом:

а) серы; б) водорода; в) азота; г) углерода.

30 При радиоллизе водных растворов углеводов, основной вклад в косвенное действие ИИ осуществляется следующими радикалами:

а)  $H\cdot$ ; б)  $OH\cdot$ ; в)  $HO_2\cdot$ ; г)  $e_s^-$ .

31 При радиоллизе водных растворов углеводов РХВ их разрушения составляет примерно:

а) 0,5 молекул/100 эВ; б) 5 молекул/100 эВ; в) 10 молекул/100 эВ ;  
г) 20 молекул/100 эВ; д) 100 молекул/100 эВ.

32 При облучении непредельных мономеров протекают реакции четырех видов:

1. \_\_\_ 2. \_\_\_ 3. \_\_\_ 4. \_\_\_

- 33 Перечислите преимущества радиационной полимеризации: \_\_\_\_\_
- 34 Схематично изобразите вид регулярных, статистических и блок-сополимеров.
- 35 Радиационная полимеризация может протекать по двум механизмам: \_\_\_\_\_
- 36 Перечислите четыре основных различия между радикальной и ионной радиационной полимеризацией: \_\_\_\_\_
- 37 Теломеризация это \_\_\_\_\_
- 38 Прививочная сополимеризация заключается в том, \_\_\_\_\_
- 39 Радиационную прививочную полимеризацию проводят чтобы:
- улучшить физико-механические свойства полимера;
  - увеличить сорбционную емкость поверхности полимера;
  - увеличить плотность сшивки;
  - увеличить «липкость» поверхности полимера.
- 40 При низкотемпературной твердофазной радиационной полимеризации критическим расстоянием между реакционными центрами составляет:
- 40 нм;
  - 2 Å;
  - 20 Å;
  - 4 Å.
- 41 РХВ молекулярных продуктов радиолиза кристаллических углеводов составляют: а) единицы молекул/100 эВ; б) десятки молекул/100 эВ; в) сотни молекул/100 эВ ; г) тысячи молекул/100 эВ.
- 42 Основные химические процессы, протекающие при облучении полимера:
- \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
- 43 Опишите последовательность процедур облучения, нагревания и охлаждения образца в опыте, иллюстрирующем эффект «памяти» полиэтилена:
- \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
- 44 Расположите в ряд убывания радиационной стойкости следующие полимеры: целлюлоза, нейлон, полистирол, ПФЭ.
- \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
  - \_\_
- 45 Перечисленные ниже вещества («антирады») отнесите к одной из групп – «Жертва» или «Губка» : коллоидная сера, амины, фенолы, I<sub>2</sub>, антрацен, нафталин.
- 46 Для повышения радиационной чувствительности полимера (сенсбилизации) можно:
- уменьшить степень его кристалличности;
  - увеличить степень его кристалличности;
  - ввести в него мономер;
  - ввести в него коллоидную серу.
- 47 Силикагель, облученный гамма-излучением, повышает свою сорбционную емкость потому, что:
- образуются атомы смещения;
  - образуются свободные радикалы;
  - образуются группы =Si=O;
  - происходит модификация кристаллической структуры силикагеля.
- 48 При радиолизе различных веществ в адсорбированном состоянии РХВ их разрушения увеличивается за счет:
- образования дополнительных активных центров в сорбенте;
  - образования свободных радикалов сорбента;
  - миграции электронов к поверхности сорбента;
  - миграции энергии рекомбинации зарядов к поверхности сорбента.
- 49 Гетерогенный радиационно-стимулированный катализ наблюдается:
- с предварительно облученным катализатором;
  - при облучении всей каталитической системы;
  - при облучении адсорбируемого вещества;
  - при использовании радиоактивного катализатора.
- 50 Радиационная коагуляция коллоидных систем может наблюдаться при поглощенных дозах порядка:

- а) 10 Гр; б) 10 кГр; в) 10 МГр; г) 10 мГр.
- 51 Радиационная обработка приводит к коагуляции отрицательно или положительно заряженных зольей?
- 52 Какие химические процессы протекают при растворении облученного органического кристалла?
- 53 Изучая влияние скорости растворения облученного кристалла на выход молекулярных продуктов можно установить:
- а) их химическую структуру; б) их рКа; в) константу скорости реакции их образования; г) порядок реакции, в которой они образуются.
- 54 Перечислите три типа облучения организма, различающихся по их физиологическим последствиям. 1. \_\_ 2. \_\_ 3. \_\_
- 55 Летальная эквивалентная доза ИИ для человека составляет:
- а) 6 Зв; б) 6 кЗв; в) 6МЗв; г) 6 мЗв.
- 56 Минимальная эквивалентная доза, оказывающая отрицательное физиологическое, генетическое или биохимическое действие:
- а) 0,1 Зв; б) 0,1 кЗв; в) 0,5 Зв; г) 20 мЗв.
- 57 Для уменьшения отрицательных последствий аварийного облучения организма используют: а) этанол; б) аскорбиновую кислоту; в) спиртовой раствор йода; г) бром.