

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 16.10.2023 13:00:35  
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

«20» декабря 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Специализация

**№ 5 «Радиационная химия и радиационное материаловедение»**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **Инженерно-технологический**

Кафедра **радиационной технологии**

Санкт-Петербург

2016

Б1.Б.27.03

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
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 .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

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

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

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОК-13</b>	пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования основных нормативных документов в области охраны окружающей среды и рационального природопользования;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров технологического процесса с учетом требований охраны окружающей среды и рационального природопользования и РБ;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать и сравнивать различные варианты технологических схем с позиций охраны окружающей среды и рационального природопользования и РБ</li> </ul>
<b>ПК-8</b>	готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные требования нормативных документов в области радиационной безопасности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров технологического процесса с учетом требований РБ;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать и сравнивать различные варианты технологических схем с позиций РБ;</li> </ul>
<b>ПК-18</b>	способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные алгоритмы анализа ТЗ на проектирование;</li> <li>- основы международного и национального ядерного законодательства</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров технологического процесса;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать и сравнивать различные варианты ТЗ с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства</li> </ul>
<b>ПК-20</b>	способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные алгоритмы разработки новых технологических схем;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета параметров технологического процесса;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать и сравнивать различные варианты технологических схем</li> </ul>
<b>ПСК-5.2</b>	способностью к безопасному проведению, контролю,	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценить возможные последствия воздействия ионизирующего излучения на различные материалы (объекты) в зависимости от поглощенной дозы и мощности дозы.</li> </ul>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	усовершенствованию и разработке радиационно-химических технологических процессов с получением новых или модифицированных материалов с улучшенными свойствами	<b>Владеть:</b> - методами расчета радиационных аппаратов, исследования радиационно-химических реакций, методами расчета дозовых полей от источников облучения различной конфигурации; <b>Знать:</b> - основные направления современной радиационной технологии: радиационно-химические, радиационно-физические и радиационно-биологические. Как выбирается источник излучения для конкретного радиационно-химического технологического процесса. Исходя из заданной поглощенной дозы облучения рассчитать оптимальные параметры установки.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации базовой части (Б1.Б.27.03) и изучается на 5 курсе в 9 и 10 семестрах.

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», «Радиационное материаловедение».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты радиационно-химической технологии» 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	Семестры	
		9	10
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)</b>	<b>8/ 288</b>	<b>4/ 144</b>	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>144</b>	<b>54</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	36	36	
занятия семинарского типа, в т.ч.	18	18	
семинары, практические занятия	18	18	
лабораторные работы	90		90
курсовое проектирование (КР или КП)			
КСР			
другие виды контактной работы			

Вид учебной работы	Всего, академи- ческих часов	Семестры	
		9	10
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)			
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>54</b>	<b>экзамен (54)</b>	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Виды радиационных процессов. Основы международного и национального ядерного законодательства	4			4	ОК-13, ПСК-5.2 ПК-18
2.	Источники излучения, используемые в радиационной технологии	4	2			ПСК-5.2
3.	Радиационно-химические производства, использующие в качестве источника излучения ядерный реактор	4				ПСК-5.2
4.	Изотопные радиационно-химические установки	4	8	42	22	ПСК-5.2
5.	Радиационно-химические процессы, использующие в качестве источника излучения ускорители электронов	4	4	14	10	ПСК-5.2
6.	Этапы проектирования и расчет экономических показателей радиационно-химических аппаратов	2			30	ОК-13, ПСК-5.2, ПК-20
7.	Радиационная очистка сточных вод, водоподготовка	4	1			ПСК-5.2
8.	Радиационная стерилизация медицинских изделий и фармацевтических препаратов	4	1	20		ПСК-5.2
9.	Радиационная обработка пищевых продуктов	2	1			ПСК-5.2
						ОК-13,

10.	Безопасность радиационно-химических процессов	2	1			ПСК-5.2
11.	Технологическая дозиметрия	2		14	24	ПСК-5.2, ПК-8

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Основные направления радиационных процессов	4	Слайд-презентация
2	Источники излучения, используемые в радиационной технологии	4	Слайд-презентация
3	Радиационно-химические производства, использующие в качестве источника излучения ядерный реактор	4	Слайд-презентация
4	Изотопные радиационно-химические установки	4	Слайд-презентация
5	Радиационно-химические процессы, использующие в качестве источника излучения ускорители электронов	4	Слайд-презентация
6	Этапы проектирования и расчет экономических показателей радиационно-химических аппаратов	2	Слайд-презентация
7	Радиационная очистка сточных вод, водоподготовка	4	Слайд-презентация
8	Радиационная стерилизация медицинских изделий и фармацевтических препаратов	4	Слайд-презентация
9	Радиационная обработка пищевых продуктов	2	Слайд-презентация
10	Безопасность радиационно-химических процессов	2	Слайд-презентация
11	Технологическая дозиметрия	2	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
Источники излучения, используемые в радиационной технологии (раздел № 2)	Инфракрасная спектроскопия облученного полиэтилена	2	
Изотопные радиационно-химические установки (раздел №4)	Конструктивные особенности и определение неравномерности дозного поля гамма-установки МРХ-γ-20	2	
Изотопные радиационно-химические установки (раздел №4)	Количественное определение продуктов радиолитического распада углеводородов методом газосорбционной хроматографии	2	
Изотопные радиационно-химические установки (раздел №4)	Масс-спектрометрическое определение продуктов радиолитического распада полимерных материалов	2	Слайд-презентация
Изотопные радиационно-химические установки (раздел №4)	Определение степени сшивки (гель-, золь анализ) структурированных ионизирующим излучением эпоксиакриловых композиций	2	
Радиационно-химические процессы, использующие в качестве источника излучения ускорители электронов (раздел №5)	Идентификация свободных радикалов в облученных полимерах методом электронного парамагнитного резонанса	4	
Радиационно-химические процессы (разделы 7 -10)	Расчет производительности установки и дозного поля для производства различных радиационно-обработанных веществ.	4	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем, акад. часы	Примечание
1.	4	Золь-, гель анализ сшитых под действием ионизирующего излучения полимерных материалов	21	
2	4	Получение древесно-полимерных и бетон-полимерных материалов радиационным способом	21	

3.	5	Радиационное отверждение лакокрасочных покрытий на различных основах	14	
4	8	Радиационная стерилизация фармпрепаратов	20	
6	11	Технологическая дозиметрия	14	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Становление радиационной технологии в России, мире	4	---
4	Изотопные радиационно-химические установки	22	Письменный опрос №1
5	Установки с использованием электронного ускорителя	10	--
6	Проектирование промышленных гамма-стерилизаторов	30	--
11	Технологическая дозиметрия	24	Письменный опрос №2

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- посещение отраслевых выставок и семинаров, проводимых в Санкт-Петербурге;
- подготовку к экзамену.

#### 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: <http://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 9-ом семестре и зачета в 10-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 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

**Вариант № 1**

1. Расчет дозного поля линейного гамма-источника для точки лежащей на некотором расстоянии и ниже конца источника.
2. Системы защиты от излучения на промышленных гамма-установках.
3. Основные элементы радиационного контура.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие лабораторные работы и другие формы текущего контроля.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

**Вариант № 1**

1. Хемоядерный реактор.
2. Реальный радиационный контур.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Персинен, А.А. Радиационные процессы и аппараты: учебное пособие /А.А. Персинен. - СПб.: СПбГТИ(ТИ), 2011.-124 с. (ЭБ)
2. Персинен, А.А. Атомы для мира: прошлое, настоящее, будущее: учебное пособие /А.А. Персинен. - СПб.: СПбГТИ(ТИ), 2012.-184 с. (ЭБ)

#### **б) дополнительная литература:**

1. Экспериментальные методы химии высоких энергий: учебное пособие / Под общей редакцией М.Я.Мельникова.- М.: Изд-во МГУ, 2009 г. - 824 с.
2. Копырин А.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива: Учеб. Пособие для вузов/ А.А. Копырин, А.И. Карелин, В.А. Карелин.-М.: ЗАО «Атомэнергоиздат», 2006.-576 с.

#### **в) вспомогательная литература:**

1. Бугаенко, Л.Т. Химия высоких энергий.// Л.Т. Бугаенко, М.Г. Кузьмин, Л.С. Полак. М.: Химия. 1988. - 320 с.
2. Ярошенко, С.П. Радиобиология человека и животных// С.П. Ярошенко, А.А., Вайсон.- М.: Высшая школа. 2004. - 550 с.
3. Практикум по радиационной химии: учебное пособие/ М.Ю. Журих, И.Н. Мельникова, А.А. Персинен, Н.В. Чумак, И.В. Юдин.- СПб.: «ИК Синтез», 2002.- 143 с.
4. Радиационно-химические превращения в неорганических и органических материалах. Сб. докладов.- СПб.: СПбГТИ(ТУ). 2000.-151 с.
5. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы./ А.К.Пикаев. М.: Наука. 1985. - 375 с.
6. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Радиолит жидкостей и газов./ А.К.Пикаев .М. :Наука. 1986. 440 с.
7. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты./ А.К.Пикаев М.: Наука. 1987. - 448 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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 ««Процессы и аппараты радиационно-химической технологии»» преподаватели должны проводить в соответствии с требованиями следующих СТП:

- СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;
- СТП СПбГТИ 018-02. КС УКВД. Виды учебных занятий. Практические и семинарские 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 048-2003. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463).

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных и лабораторных занятий использовать наглядные пособия. К ним можно отнести:

- рекламную информацию ВО «Изотоп»;
- комплект документации и техническое описание гамма-установки МРХ-γ-20;
- образцы облученных материалов;
- макеты промышленных гамма-источников.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. Рекомендуется проведение экскурсии в научный образовательный центр ГРОЦ.

## **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;  
видеоматериалы Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты и социальных сетей.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы (Microsoft Office), MatCad, лицензионная антивирусная программа.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Информационно-поисковая система «РОСАТОМ»: <http://www.rosatom.ru/sitemap/>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

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 и учебные фильмы.

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

Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью, оснащены лабораторным оборудованием, включая облучательное устройство БОУ/4 стронций-90.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащены специализированной мебелью и техническими средствами.

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Процессы и аппараты радиационно-химической технологии»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ОК-13</b>	пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования и для развития и сохранения цивилизации	промежуточный
<b>ПК-8</b>	готовностью использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности	промежуточный
<b>ПК-18</b>	способностью к проведению анализа технических заданий на проектирование и проектов с учетом существующего международного и национального ядерного законодательства	промежуточный
<b>ПК-20</b>	способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ	промежуточный
<b>ПСК-5.2</b>	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке радиационно-химических технологических процессов с получением новых или модифицированных материалов с улучшенными свойствами	промежуточный

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

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение разделов № 1, 2	Знает требования основных нормативных документов в области охраны окружающей среды и рационального природопользования; основные направления РХП. Умеет выбрать источник ионизирующего излучения для конкретного радиационно-химического процесса. Владеет методологией оценки РХВ.	Правильные ответы на вопросы №1-7, 60 к экзамену и № 9-14 к зачету. Отчеты по лабораторным работам.	ОК-13, ПК-20, ПСК-5.2
Освоение разделов № 3-5	Знает изотопные источники ионизирующего излучения, используемые в радиационно-химических производствах. Умеет выбрать радиационно-	Правильные ответы на вопросы №8-20 к экзамену, к зачету. Отчеты по лабораторным	ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	химическую установку для конкретного радиационно-химического процесса. Владеет идеологией оценки поглощенной дозы.	работам.	
Освоение разделов № 6	Знает виды электронных ускорителей, используемых в РХП. Умеет правильно оценивать и сравнивать различные варианты технологических схем с позиций охраны окружающей среды и рационального природопользования и РБ, выбирать электронный ускоритель: низкоэнергетический, ускоритель высокой энергии для конкретного РХП. Владеет навыками выбора источника излучения для конкретного РХП.	Правильные ответы на вопросы №21-45 к экзамену и зачету № 1- 8. Отчеты по лабораторным работам.	ОК-13, ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2
Освоение раздела № 7-9	Знает основные внедренные радиационно-химические процессы: стерилизаций медицинской продукции и фармпрепаратов, очистка сбросных вод, радиационная обработка пищевых продуктов. Умеет использовать действие ионизирующего излучения для получения практически полезных свойств объектов исследования. Умеет оценить мощность установки для проведения конкретного производства. Владеет навыками анализа оценки производительности процесса.	Правильные ответы на вопросы №46-55 к экзамену, к зачету. Отчеты по лабораторным работам.	ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2
Освоение раздела № 10,11	Знает основные эффекты действия ионизирующего излучения на биологические объекты. Умеет рассчитать поглощенную дозу, используя для процесса гамма-установку, электронный ускоритель. Владеет навыками практической промышленной дозиметрии, методами расчета параметров технологического процесса с учетом требований охраны окружающей среды и рационального природопользования и РБ. Умеет использовать действующие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности	Правильные ответы на вопросы №56-60 к экзамену, к зачету. Отчеты по лабораторным работам.	ОК-13, ПК-8; ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная, и зачета (результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»).

### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### 3.1 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена. Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОК-13, ПК-8, ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2:

- 1) Наиболее перспективные радиационно-химические процессы. Проблемы радиационной и ядерной безопасности, охраны окружающей среды и рационального природопользования.
- 2) Взаимодействие быстрых электронов с веществом.
- 3) Место радиационной технологии в общем химическом производстве.
- 4) «Эффект памяти» облученных материалов.
- 5) Технологическая схема предприятия по связыванию азота.
- 6) Источники излучения в радиационной технологии. Проблемы охраны окружающей среды и рационального природопользования.
- 7) Энергорadiационно-технологические производства
- 8) Ядерный реактор – как источник излучения в радиационной технологии.
- 9) Классификация ядерных реакторов.
- 10) Использование газообразных продуктов деления для создания облучательных установок.
- 11) Классификация и требования к гамма-установкам. Промышленные и полупромышленные гамма-установки.
- 12) Гамма-установки класса ИН-1.
- 13) Ускорители электронов прямого действия.
- 14) Гамма-установки класса ИП-1.
- 15) Конструктивные особенности мощных гамма-установок для облучения блочных изделий.
- 16) Конструктивные особенности радиационного сульфохлоратора.
- 17) Классификация ускорителей электронов.
- 18) Радиационная модификация полиэтиленовых труб.
- 19) Хемоядерный реактор.
- 20) Хемоядерные процессы.
- 21) Этапы проектирования радиационно-химических производств с использованием электронных ускорителей.
- 22) Принцип расчета дозного поля от излучателя типа «беличье колесо».
- 23) Этапы проектирования радиационно-химических производств с использованием гамма-установок.
- 24) Принцип расчета дозного поля плоского гамма-излучателя.
- 25) Расчет дозного поля точечного гамма-источника без учета фактора накопления
- 26) Расчет дозного поля линейного гамма-источника для точки, лежащей на перпендикуляре от конца источника.
- 27) Расчет дозного поля линейного гамма-источника для точки, лежащей на перпендикуляре от центра источника.
- 28) Расчет дозного поля линейного гамма-источника для точки, лежащей на некотором расстоянии и ниже конца источника.
- 29) Расчет дозного поля от линейного гамма-источника с учетом фактора накопления.
- 30) Принцип расчета дозного поля полого цилиндрического излучателя.
- 31) Распределения мощности дозы от облучателя состоящего из одной или двух плоскостей.
- 32) Коэффициент использования гамма-излучения.

- 33) Транспортировка и зарядка источниками гамма-установок.
- 34) Радиационный контур.
- 35) Основные элементы радиационного контура.
- 36) Выбор гамма-носителя для радиационного контура.
- 37) Реальный радиационный контур.
- 38) Расчет идеального радиационного контура.
- 39) Определение мощности дозы идеального контура с постоянной кратностью.
- 40) Использование отработанных твэлов в гамма-установках.
- 41) Использование изотопных бета-излучателей в радиационной технологии.
- 42) Радиационно-химические установки для отверждения покрытий.
- 43) Линейные ускорители для радиационно-химических производств.
- 44) Ускорители трансформаторного типа.
- 45) Установка для модификации полиэтиленовой пленки.
- 46) Радиационная водоподготовка.
- 47) Включение стадии радиационной обработки воды в цикл водоподготовки.
- 48) Радиационная обработка сточных вод.
- 49) Озоно-радиационный способ очистки сточных вод.
- 50) Радиационная стерилизация.
- 51) Радиационная стерилизация изделий медицинской промышленности.
- 52) Радиационная обработка медикаментов и косметических препаратов.
- 53) Радиационная деконтаминация таблетизированных лекарственных форм.
- 54) Радиация в сельском хозяйстве.
- 55) Радиационная обработка пищевых продуктов.
- 56) Технологическая дозиметрия в РХ производственных процессах.
- 57) Техника безопасности и вопросы охраны окружающей среды и рационального природопользования на радиационно-химических производствах, использующих гамма-установки.
- 58) Системы защиты от излучения на промышленных гамма-установках.
- 59) Дозиметрическая аппаратура и виды технологических дозиметров.
- 60) Содержание действующих нормативных документов в области радиационной и ядерной безопасности, охраны окружающей среды и рационального природопользования.

### **3.2 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачета. Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОК-13, ПК-18, ПК-20, ПСК-5.2**

К зачету допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы и формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного ниже. Могут также, учитывая приобретенные знания и умения, включаться вопросы из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 20 мин. промежуточная аттестация проводится в форме зачета, Результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

1. Какой активности изотопного источника соответствует электронный ускоритель с постоянным током  $1 \text{ мА/см}^2$ ?
3. Рассчитать допустимое время работы с  $\gamma$ - источником активностью 1 г-экв. радия на расстоянии 0,5 м без защиты.
4. Какой активности необходимо взять источник цезия-137, чтобы излучаемая им мощность соответствовала 1 Вт?
5. Определить коэффициент использования ионизирующего излучения гамма-установки (источник кобальт-60), на которой облучают блочный материал до

поглощенной дозы  $3 \cdot 10^5$  рад с производительностью 80 кг/час. Активность источника  $2 \cdot 10^4$  г-экв. радия.

6. Определить коэффициент использования ионизирующего излучения гамма-установки (источник цезий-137), на которой облучают блочный материал до поглощенной дозы  $3 \cdot 10^5$  рад с производительностью 80 кг/час. Активность источника  $2 \cdot 10^4$  г-экв. радия.

7. Какой активности необходимо взять источник кобальта-60, чтобы излучаемая им мощность соответствовала 1 Вт?

8. Рассчитать допустимую активность гамма-источника при работе с ним в течение всего рабочего дня на расстоянии 0,5 м.

9. До какой температуры нагреется вода (удельная теплоемкость  $0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) при облучении пучком ускоренных электронов с  $E = 2 \text{ МэВ}$  и током  $1 \text{ мА/см}^2$ ?

10. Какие сенсibilизаторы косвенного действия Вы знаете? Опишите их поведение при радиационном структурировании полимеров.

11. Почему радиационно-обработанные полимеры в ряде случаев нужно стабилизировать.

12. Объясните, почему нейтронное или смешанное (нейтронное + гамма-) излучение не применяют в прикладной радиационной химии.

13. Укажите рабочие вещества, применяемые для радиационных контуров.

14. Что входит в понятие первичных и вторичных радиационно-химических процессов?

15. Что понимают под термином «сенсibilизация» радиационной полимеризации?

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.