

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
«28» января 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.
ЧАСТЬ 1

(Начало подготовки – 2021 год)

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализации

**Химическая технология теплоносителей и
радиоэкология ядерных энергетических установок,
Радиационная химия и радиационное материаловедение,
Химическая технология редких и редкоземельных металлов**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.02

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Румянцев А.В.

Рабочая программа дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 1» обсуждена на заседании кафедры инженерной радиоэкологии и радиохимической технологии
протокол от «12» 01 2021 № 1

И.о. зав. кафедрой ИРРТ

А.В. Румянцев

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «25» 01 2021 № 4

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.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа	12
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	12
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа	12
4.5. Типовые вопросы для текущего контроля	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	14
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	16
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	16
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации....	18

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 ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-4 Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	ПК-4.1 Понимание общей структуры и отдельных стадий первичных ядерных топливных циклов	Знать: структуру атомной энергетики, типы ядерных топливных циклов и их сырьевую базу (З-1); методы получения и применения основных соединений урана (З-2); технологии изготовления тепловыделяющих элементов (З-3). Уметь: выбирать рациональную схему производства заданного продукта, производить оценку радиационной и ядерной безопасности с использованием действующих документов (У-1). Владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, методами экономической оценки деятельности предприятия (Н-1).

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

² 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

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
	<p>ПК-4.2 Понимание технологий переработки облучённого ядерного топлива</p>	<p>Знать: основные типы ядерных реакторов, схемы образования продуктов деления и трансурановых элементов (З-4); основные принципы организации радиохимических производств (З-5); PUREX-процесс (З-6).</p> <p>Уметь: использовать различия в химии актинидов для их разделения (У-2); рассчитывать основные характеристики радиохимического процесса; оценивать дозовую нагрузку (У-3).</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых процессов (Н-2), методами снижения воздействия радиохимических предприятий (Н-3).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 1» (Б1.В.02) относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на 4 курсе, в 7 и 8 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Основы ядерной физики и дозиметрии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 1» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 2», прохождении производственной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы, государственной итоговой аттестации и в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр	
		7	8
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	7 / 252	2 / 72	5 / 180
Контактная работа с преподавателем:	150	36	114
занятия лекционного типа	68	36	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	64	--	64
семинары, практические занятия	--	--	--
лабораторные работы (в т.ч. практическая подготовка)	64 (20)	--	64 (20)
курсовое проектирование (КР или КП)	--	--	--
КСР	18	--	18
другие виды контактной работы	--	--	--
Самостоятельная работа	66	36	30
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	--	--	--
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36), зачёт	Зачёт	Экзамен (36)

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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Основные определения и понятия	2	-	-	2	ПК-4	ПК-4.1
2.	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория	4	-	-	5	ПК-4	ПК-4.1
3.	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива	4	-	-	7	ПК-4	ПК-4.1
4.	Выщелачивание урана из руд	6	-	-	2	ПК-4	ПК-4.1
5.	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория	4	-	32	2	ПК-4	ПК-4.1
6.	Экстракционные методы концентрирования и очистки урана и тория	4	-	-	4	ПК-4	ПК-4.1
7.	Аффинажная очистка урана	4	-	8	4	ПК-4	ПК-4.1
8.	Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений	4	-	-	2	ПК-4	ПК-4.1
9.	Общая характеристика ядерного топлива и основы реакторных процессов	6	-	-	4	ПК-4	ПК-4.1
10.	Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ	8	-	-	4	ПК-4	ПК-4.2
11.	Гидрометаллургические технологии переработки ОЯТ. Осадительные и сорбционные методы переработки ОЯТ	4	-	12	2	ПК-4	ПК-4.2
12.	Экстракционные методы переработки ОЯТ	4	-	12	4	ПК-4	ПК-4.2
13.	Аффинажная очистка плутония. Получение и применение соединений плутония и металлического плутония	6	-	-	6	ПК-4	ПК-4.2

14.	Неводные методы переработки ОЯТ	4	-	-	6	ПК-4	ПК-4.2
15.	Производство и применение смешанного оксидного (МОХ) уран-плутониевого топлива	2	-	-	4	ПК-4	ПК-4.2
16.	Производство и применение в атомной энергетике неядерных материалов	2	-	-	8	ПК-4	ПК-4.2
	ИТОГО	68	-	64	66		

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Введение. Основные определения и понятия: История становления и развития атомной промышленности и атомной энергетики. Понятие о ЯТЦ. Типы ЯТЦ. Основные технологические переделы ЯТЦ. Современное состояние и перспективы развития ядерного комплекса в Российской Федерации и за рубежом.	2	ЛВ
2.	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория: Природные радионуклиды и природные радиоактивные элементы. Радиоактивные ряды. Основные минералы урана и тория. Типы месторождений урана и тория и их промышленное значение. Минерально-сырьевые ресурсы урана и тория. Общая характеристика физических и химических свойств урана и тория. Степени окисления. Состояние урана и тория в растворах. Комплексообразование. Гидролиз. Характеристика окислительно-восстановительных свойств.	4	ЛВ
3.	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива: Основные стадии процесса получения ядерного топлива на основе урана. Обоснование необходимости и последовательности проведения отдельных технологических операций (переделов). Примеры типовых промышленных схем. Техничко-экономическая оценка отдельных переделов и схем в целом.	4	ЛВ
4.	Выщелачивание урана из руд: Классификация руд. Рудоподготовительные операции и оборудование. Дробление и измельчение руд. Обогащение руд: классификация технологий, принцип их реализации, оборудование. Классификация и суть различных технологий выщелачивания урана из руд (вскрытия урановых руд). Физико-химические основы процессов, условия проведения, оборудование, контроль процессов. Выбор и обоснование технологии вскрытия урановых руд.	6	ЛВ
5.	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Основы осадительного концентрирования урана. Выбор	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	осадителя и условий проведения осаждения. Общие принципы и примеры построения технологических схем. Осадительное оборудование. Основные понятия, закономерности и характеристики сорбционных (ионообменных) процессов. Непрерывный ионный обмен. Классификация и характеристика свойств ионитов и сорбентов, применяемых в технологии ядерного топлива. Сорбционное извлечение урана из растворов: организация процесса, оборудование. Сорбционное извлечение урана из рудных пульп (сорбционное выщелачивание урана): организация процесса, оборудование.		
6.	Экстракционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Общая характеристика применения экстракционных процессов в технологии ядерного топлива. Основные понятия, характеристики и закономерности экстракционных процессов. Классификация экстрагентов и механизмов экстракции. Характеристика экстрагентов, разбавителей и высаливателей, применяемых в технологии ядерного топлива. Экстракционное оборудование: смесители отстойники, экстракционные колонны, центробежные экстракторы и др. Примеры организации экстракционных схем.	4	ЛВ
7.	Аффинажная очистка урана: Цели и задачи аффинажной очистки урана. Осадительный (пероксидный, оксалатный, карбонатный) аффинаж урана. Сорбционный аффинаж урана. Экстракционный аффинаж урана. Принцип разработки и примеры организации промышленных технологий аффинажной очистки урана.	4	ЛВ
8.	Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений: Общая характеристика оксидов урана и их свойств. Способы получения оксидов урана. Аппаратурное оформление процессов получения оксидов урана. Применение оксидов урана. Общая характеристика фторидов урана и их свойств. Способы получения фторидов урана. Аппаратурное оформление процессов получения фторидов урана. Применение фторидов урана. Обогащение урана по нуклиду уран-235. Общая характеристика и принципы организации методов разделения нуклидов. Разделительное оборудование. Свойства металлического урана. Методы получения металлического урана. Электрохимические методы. Металлотермические методы: кальциетермия и магниетермия. Рафинирование металла. Применение металлического урана.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Общая технологическая схема получения ядерного топлива на основе тория и его соединений. Вскрытие ториевых руд. Гидрометаллургические процессы получения ториевых концентратов. Аффинажная очистка тория. Получение промышленно значимых соединений тория и металлического тория.		
9.	Общая характеристика ядерного топлива и основы реакторных процессов: Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) и сборки (ТВС). Характеристика материалов сердечников и оболочек ТВЭЛ. Особенности конструкций ТВЭЛ и ТВС, предназначенных для реакторов различного типа. Примеры технологических схем изготовления ТВЭЛ и ТВС. Физические основы реакторных процессов. Ядерные реакции, протекающие в активной зоне реактора. Воспроизводство ядерного топлива. Накопление плутония, других трансураниевых элементов. Глубина выгорания ядерного топлива. Продукты деления. Управление цепной ядерной реакцией деления ядерного топлива. Общая характеристика отработавшего ядерного топлива.	6	ЛВ
10.	Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ: Основные концепции обращения с ОЯТ. Целесообразность переработки отработавшего ядерного топлива. Организация хранения и транспортирования ОЯТ. Подготовительные процессы переработки отработавшего ядерного топлива. Удаление оболочек ТВЭЛ. Растворение топливных сердечников. Волоксияция топлива. Аппаратурное оформление процессов разделения материалов оболочек и сердечников ТВЭЛ.	8	ЛВ
11.	Гидрометаллургические технологии переработки ОЯТ. Осадительные и сорбционные методы переработки ОЯТ: Общие принципы построения осадительных технологических схем. Примеры осадительных схем (лантан-сульфатная, ацетатная и другие схемы) Сорбционные методы переработки ОЯТ: общие принципы, иониты и сорбенты, оборудование. Условия применения сорбционных методов.	4	ЛВ
12.	Экстракционные методы переработки ОЯТ: Общие принципы построения экстракционных схем переработки ОЯТ. Типы применяемых экстрагентов и разбавителей. Механизмы и эффективность экстракционного разделения урана, плутония, трансураниевых элементов, продуктов деления при использовании различных типов экстрагентов. Двухцикловые и трехцикловые экстракционные схемы. ПУРЕКС-процесс: принцип организации процесса,	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	технологическая схема, эффективность. Дальнейшие пути совершенствования ПУРЕКС-процесса. Экстракционная переработка ОЯТ с использованием гексона, бутекса, аминов и других экстрагентов.		
13.	Аффинажная очистка плутония. Получение и применение соединений плутония и металлического плутония: Методы аффинажной очистки плутония. Осадительный, экстракционный и сорбционный аффинаж плутония. Свойства, применение и получение оксидов, галогенидов плутония и металлического плутония.	6	ЛВ
14.	Неводные методы переработки ОЯТ: Классификация неводных методов переработки ОЯТ. Пирометаллургические методы. Галогенидно-возгоночные методы. Перспективы применения неводных методов. Построение технологических схем галогенидно-возгоночной переработки ОЯТ.	4	ЛВ
15.	Производство и применение смешанного оксидного (МОХ) уран-плутониевого топлива: Общая характеристика и области применения МОХ-топлива. Технология получения смешанного оксидного топлива. Состояние и перспективы развития производства МОХ топлива.	2	ЛВ
16.	Производство и применение в атомной энергетике неядерных материалов: Графит: применение, свойства, методы получения, объемы производства. Цирконий: применение, свойства, методы получения, объемы производства. Материалы, используемые в системах управления и защиты ядерных энергетических установок и для обеспечения ядерной безопасности на объектах ядерного топливного цикла: соединения бора, гадолиния, других элементов; примеры и масштабы использования, методы получения.	2	ЛВ
	ИТОГО:	68	

Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

Практические занятия/семинары учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	
		Всего	В том числе на практ. подгот.
5.	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Комплексное лабораторное исследование по извлечению урана из руды и его очистке от примесей.	20	5
	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Сорбционное извлечение урана из сернокислых растворов на анионообменных смолах АВ-17-8 и АМП.	12	4
7.	Аффинажная очистка урана: Пероксидный осадительный аффинаж урана. Карбонатный аффинаж урана.	8	3
11.	Гидрометаллургические технологии переработки ОЯТ. Осадительные и сорбционные методы переработки ОЯТ: Лантан-сульфатная схема разделения урана и плутония и их очистки от радионуклидов – продуктов деления ядерного топлива.	12	4
12.	Экстракционные методы переработки ОЯТ: Экстракционное выделение урана из азотнокислых растворов и его очистка от радионуклидов – продуктов деления ядерного топлива.	12	4
	ИТОГО:	64	20

По результатам выполнения лабораторных работ студенты подготавливают отчеты по установленной форме.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Введение. Основные определения и понятия: Понятие ядерного топливного цикла	2	Опрос
2.	Природные радионуклиды. Уран и торий в природе. Общая характеристика свойств урана и тория: Составляющие природного радиационного фона	5	
3.	Общие принципы построения технологических схем получения ядерного топлива: Критерии выбора оптимальных технологических схем	7	Опрос

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Форма контроля
4.	Выщелачивание урана из руд: Аппаратурное оформление процесса выщелачивания	2	Опрос
5.	Осадительные, сорбционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Преимущества и недостатки осадительных и сорбционных методов	2	
6.	Экстракционные методы концентрирования и очистки урана и тория: Аппаратурное оформление экстракционных процессов	4	
7.	Аффинажная очистка урана: Требования к показателям очистки	4	Опрос
8.	Получение соединений урана и металлического урана. Обогащение урана по урану-235. Технология тория и его соединений: Преимущества и недостатки ториевого топливного цикла	2	Опрос
9.	Общая характеристика ядерного топлива и основы реакторных процессов: Роль реакторов на быстрых нейтронах в формировании топливной базы ЯТЦ	4	Опрос
10.	Проблема ОЯТ и основные направления ее решения. Главные стадии процесса обращения с ОЯТ: ОЯТ как сырьевой ресурс	4	
11.	Гидрометаллургические технологии переработки ОЯТ. Осадительные и сорбционные методы переработки ОЯТ: Достоинства и недостатки осадительных и сорбционных методов переработки ОЯТ	2	
12.	Экстракционные методы переработки ОЯТ: Обращение с радиоактивными отходами переработки ОЯТ	4	
13.	Аффинажная очистка плутония. Получение и применение соединений плутония и металлического плутония: Особенности поведения металлического плутония при повышенных температурах	6	Опрос
14.	Неводные методы переработки ОЯТ: Достоинства и недостатки неводных методов переработки ОЯТ	6	Опрос
15.	Производство и применение смешанного оксидного (МОХ) уран-плутониевого топлива: Международное сотрудничество в производстве МОХ	4	Опрос
16.	Производство и применение в атомной энергетике неядерных материалов: Производство циркония и сплавов на его основе, производство графита, производство бериллия.	8	Опрос
	ИТОГО:	66	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов на занятиях, а также в процессе защиты отчетов по лабораторным работам.

4.5 Типовые вопросы для текущего контроля

Типовые вопросы для проведения текущего контроля:

1. Дайте понятие ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Какие типы вы знаете?
2. Основные преимущества и недостатки ториевого топливного цикла.
2. Расшифруйте составляющие природного радиационного фона.
3. Каковы критерии выбора оптимальных технологических схем в ЯТЦ?
4. Аппаратурное оформление процесса выщелачивания.
5. Аппаратурное оформление экстракционных процессов.
6. Требования к показателям очистки урана.
7. Роль реакторов на быстрых нейтронах в формировании топливной базы ЯТЦ.
8. Каковы достоинства и недостатки неводных методов переработки ОЯТ?

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>

Перечень методических указаний к лабораторным занятиям приведен в списке литературы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта в 7-м семестре и экзамена в 8-м семестре.

К сдаче зачёта допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

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

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля и выполнившие все предусмотренные планом лабораторные работы.

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

Билет № 1

1. Типы ядерных топливных циклов (ЯТЦ).
2. Энергетический эффект реакции деления. Выход продуктов деления.
3. Трехцикловая схема экстракционного разделения урана, плутония и продуктов деления.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Копырин, А. А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива : учеб. пособие для вузов по спец. "Химическая технология материалов современной энергетики" / А. А. Копырин, А. И. Карелин, В. А. Карелин. – Москва : Атомэнергоиздат, 2006. – 573 с. – ISBN 5-98532-004-9.

б) электронные учебные издания⁵:

2. Сорбция урана из сернокислых сред и его очистка от примесей с использованием высокоосновных анионитов : Учебное пособие / В. А. Винницкий, А. С. Чугунов, А. В. Румянцев, В. А. Доильницын ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 36 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 03.12.2020). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

3. 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 радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 28 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.11.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Винницкий В. А. Осадительные методы очистки жидких радиоактивных отходов : методические указания к лабораторной работе / В. А. Винницкий, А. А. Акатов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 16 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.11.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Экстракционные и сорбционные процессы радиохимической технологии / В. А. Винницкий, А. Ф. Нечаев, В. В. Прояев, А. С. Чугунов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерной радиозологии и радиохимической технологии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 69 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.11.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы размещены на медианортале СПбГТИ(ТУ). – Режим доступа: <http://media.technolog.edu.ru>.

2. www.rosatom.ru, www.gosnadzor.ru, www.tvcl.ru, www.rosenergoatom.ru

⁴ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

⁵ В т.ч. и методические пособия

3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

4. Научно-техническая библиотека [springerlink](http://www.springerlink.com/home/main.mpx). Режим доступа: <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <http://elibrary.ru>

6. 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 «Технология основных материалов современной энергетики. Часть 1» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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.

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

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 обеспечение⁶

Microsoft Office (Microsoft Power Point);

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁷

Для проведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных занятий используются компьютерные презентации, видеоматериалы и учебные фильмы, демонстрируемые на экране при помощи персонального компьютера (ноутбука), мультимедийного проектора и аудиоколонок.

Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью, оснащены необходимым лабораторным оборудованием: комплектом радиометрической аппаратуры, включающим сцинтилляционные счетчики бета-частиц со свинцовыми домиками и пересчетными устройствами, а также стандартным набором лабораторного оборудования / посуды. Помещения, в которых выполняются лабораторные работы, включены в необходимые разрешительные документы (лицензию, санитарно-эпидемиологическое заключение), санкционирующие обращение с источниками ионизирующего излучения в открытом виде. Лаборатории оборудованы средствами контроля радиоактивного загрязнения (рук, спецодежды, рабочих поверхностей), аварийным постом и емкостями для сбора твердых и жидких радиоактивных отходов.

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

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 28.08.2014.

⁷ 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 «Технология основных
материалов современной энергетики. Часть 1»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-4	Способен разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	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-4.1 Понимание общей структуры и отдельных стадий первичных ядерных топливных циклов	Рассказывает о структуре атомной энергетики, типах ядерных топливных циклов и об их сырьевой базе (3-1)	Правильные ответы на вопросы №№1–6 к зачету, 62, 64, 65 к экзамену	Имеет общее представление о структуре атомной энергетики, типах ядерных топливных циклов и об их сырьевой базе, но путается в деталях	Перечисляет типы ядерных топливных циклов и рассказывает об их сырьевой базе с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно раскрыть структуру атомной энергетики, исчерпывающе перечислить типы ядерных топливных циклов и их сырьевую базу
	Рассказывает о методах получения и применения основных соединений урана (3-2)	Правильные ответы на вопросы №№7–28 к зачету	Перечисляет имеющиеся технологическое значение соединения урана	Перечисляет методы получения и применения имеющих важное технологическое значение соединений урана, но путается в конкретных примерах	Правильно выбирает методы получения и применения соединений урана, хорошо ориентируется в реальных примерах. Может применить эти знания для решения исследовательских задач
	Рассказывает о технологии изготовления тепловыделяющих элементов (3-3).	Правильные ответы на вопросы №№22, 25–28 к зачету, 59, 63 к экзамену	Перечисляет основные этапы изготовления тепловыделяющих элементов	Последовательно перечисляет этапы изготовления тепловыделяющих элементов, но упускает отдельные стадии	Способен самостоятельно изобразить полную схему изготовления тепловыделяющих элементов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Анализирует схему производства заданного продукта, радиационную и ядерную безопасность с использованием действующих документов (У-1).	Правильные ответы на вопросы №№6, 18–24 к зачету	В общих чертах объясняет схему производства заданного продукта с учётом требований радиационной и ядерной безопасности	Описывает схему производства заданного продукта с учётом требований радиационной и ядерной безопасности с небольшими подсказками преподавателя	Самостоятельно составляет схему производства заданного продукта с учётом требований радиационной и ядерной безопасности
	Составляет проекты по методам определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, решает задачи по экономической оценки деятельности предприятия (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №№16–19 к зачету	Демонстрирует общее представление о методах определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	С подсказками преподавателя демонстрирует способность к выбору методов оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	Разрабатывает методы оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, решает задачи по экономической оценки деятельности
ПК-4.2 Понимание технологий переработки облучённого ядерного топлива	Даёт определения основных типов ядерных реакторов, записывает схемы образования продуктов деления и трансурановых элементов (З-4)	Правильные ответы на вопросы №№29–38 к экзамену	Имеет общее представление об основных типах ядерных реакторов и схемах образования продуктов деления и трансурановых элементов	Записывает схемы образования продуктов деления и трансурановых элементов с небольшими ошибками в деталях	Приводит примеры основных типов ядерных реакторов, записывает подробные схемы образования продуктов деления и трансурановых элементов
	Рассказывает об основных принципах организации радиохимических производств (З-5)	Правильные ответы на вопросы №№39–42, 57 к экзамену	Имеет представление о принципах организации радиохимических производств	Рассказывает о принципах организации радиохимических производств с помощью наводящих вопросов	Правильно выбирает принципы организации радиохимических производств

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Рассказывает об PUREX-процессе (3-6).	Правильные ответы на вопросы №№46–49, 58 к экзамену	Называет стадии PUREX-процесса	Перечисляет схемы PUREX-процессов	Подробно рассказывает о PUREX-процессах, приводит примеры
	Сопоставляет и делает выводы в области химии актинидов для их разделения (У-2)	Правильные ответы на вопросы №№4, 5 к зачету, 45, 50, 54-56, 60 к экзамену	Формулирует общие закономерности в области химии актинидов с помощью наводящих вопросов	Самостоятельно формулирует общие закономерности в области химии актинидов	Сопоставляет и делает выводы в области химии актинидов с целью их разделения
	Анализирует основные характеристики радиохимического процесса и дозовую нагрузку (У-3).	Правильные ответы на вопросы №№42–45, 50–53 к экзамену	Имеет представление об основных характеристиках радиохимического процесса	С подсказками преподавателя проводит анализ основных характеристик радиохимического процесса	Делает выводы в области характеристик радиохимического процесса, анализирует дозовую нагрузку
	Решает задачи в области построения математической модели типовых процессов (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №№7–11 к зачету, 41–44 к экзамену	Демонстрирует представление о математической модели типовых процессов	Выполняет задания в области построения математической модели типовых процессов	Разрабатывает математические модели типовых процессов
	Разрабатывает методы снижения воздействия радиохимических предприятий (Н-3).	Правильные ответы на вопросы №6 к зачету, 39, 61 к экзамену	Демонстрирует представление о воздействии радиохимических предприятий	С подсказками преподавателя демонстрирует способность к выбору методов снижения воздействия радиохимических предприятий	Разрабатывает методы снижения воздействия радиохимических предприятий

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта и экзамена.

а) Вопросы к зачету для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:

1. Типы ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Замкнутый и разомкнутый ЯТЦ. Уран-плутониевый и торий-урановый ЯТЦ.
2. Распространенность урана и тория в природе. Радиоактивные ряды.
3. Классификация урановых руд и месторождений. Минералы урана.
4. Химические свойства урана.
5. Химические свойства тория.
6. Общая технологическая схема получения первичного ядерного топлива на основе урана.
7. Методы обогащения урановых руд.
8. Кислотное вскрытие урановых руд.
9. Карбонатное вскрытие урановых руд.
10. Сорбционное выщелачивание урановых руд.
11. Подземное выщелачивание урановых руд.
12. Концентрирование урана и тория методом ионного обмена.
13. Характеристика ионитов, применяемых в технологии урана.
14. Аппаратурное оформление сорбционных процессов в технологии урана.
15. Концентрирование урана и тория методом экстракции.
16. Характеристика экстрагентов, применяемых в технологии урана.
17. Аппаратурное оформление экстракционных процессов в технологии урана.
18. Пероксидный осадительный аффинаж урана.
19. Карбонатный осадительный аффинаж урана.
20. Сорбционный аффинаж урана.
21. Экстракционный аффинаж урана.
22. Получение, свойства и применение оксидов урана.
23. Тетрафторид урана, его свойства, получение, применение.
24. Гексафторид урана, его свойства, получение, применение.
25. Изотопное обогащение урана.
26. Методы получения металлического урана.
27. Кальциетермические и магниетермические методы получения урана.
28. Технология тория и его соединений.

б) Вопросы к экзамену для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:

29. Цепная реакция деления. Критическая масса. Ядерные реакции с участием нейтронов.
30. Энергетический эффект реакции деления.
31. Запаздывающие нейтроны и их роль в поддержании и регулировании процесса деления топлива в реакторе.
32. Общая характеристика продуктов деления ядерного топлива. Выход продуктов деления. Активность продуктов деления.
33. Топливные циклы в ядерных реакторах.
34. Ядерные реакции, протекающие в топливе на основе нуклида ^{235}U .
35. Ядерные реакции, протекающие в топливе на основе нуклида ^{238}U .
36. Ядерные реакции, протекающие в топливе на основе нуклида ^{239}Pu .
37. Степень (полнота) выгорания топлива и накопление продуктов ядерных реакций в топливе.
38. Зашлаковывание и отравление реактора.
39. Основные стадии технологического процесса переработки облученного ядерного топлива.

40. Подготовительные операции по переработке облученного ядерного топлива.
41. Механическая обработка тепловыделяющих элементов.
42. Растворение оболочек тепловыделяющих элементов.
43. Растворение ядерного топлива на основе урана, его сплавов и соединений.
44. Растворение ядерного топлива на основе плутония, его сплавов и соединений.
45. Осадительные методы переработки облученного ядерного топлива.
46. Экстракционные методы переработки облученного ядерного топлива с использованием трибутилфосфата.
47. Экстрагенты и оборудование, применяемые в экстракционной переработке отработавшего ядерного топлива.
48. Трехцикловая схема экстракционного разделения трибутилфосфатом урана, плутония, нептуния, продуктов деления.
49. Экстракционная схема с использованием трибутилфосфата для разделения урана, тория, протактиния, продуктов деления.
50. Общая схема аффинажа и металлургии плутония.
51. Экстракционный аффинаж плутония.
52. Сорбционный аффинаж плутония.
53. Осадительный аффинаж плутония.
54. Двухокись плутония. Получение, свойства, применение.
55. Фториды плутония: свойства, получение, применение.
56. Получение металлического плутония.
57. Неводные методы переработки отработавшего ядерного топлива.
58. Фторидно-возгонная переработка отработавшего ядерного топлива.
59. Изготовление и переработка МОХ-топлива.
60. Окислительно-восстановительные свойства урана, плутония и их значение для технологии переработки отработавшего ядерного топлива.
61. Экологические аспекты деятельности предприятий ядерного топливного цикла.
62. Реакторный графит: свойства, области применения, способы получения.
63. Цирконий и его сплавы: свойства, применение, способы получения.
64. Использование бериллия и его сплавов в ядерной технологии.
65. Технология материалов, применяемых для регулирования мощности реактора.

4. Темы курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта и экзамена.

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