

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.06.2022 12:24:03  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
**СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (часть 2)**  
(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность  
**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**  
Специализация:  
**№ 01 Химическая технология материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ)**  
**№ 03 Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок**  
**№ 05 Радиационная химия и радиационное материаловедение**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **технологии редких элементов и наноматериалов на их основе**

Санкт-Петербург

2016

Б1.В.08

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик доц. каф. ТРЭНМ		ст. н. с. М.А. Афонин

## Содержание

1	Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2	Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста.....	4
2.1	Цели освоения дисциплины .....	4
3	Объем дисциплины.....	6
4	Содержание дисциплины.....	6
4.1.	Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2.	Занятия лекционного типа. ....	7
4.3.	Занятия семинарского типа. ....	9
4.3.1.	Семинары, практические занятия. ....	9
4.3.2.	Лабораторные занятия. ....	9
5.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине. ....	10
6	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов .....	11
7.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	12
9	Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины. ....	14
10.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	14
10.1.	Информационные технологии.....	14
10.2.	Программное обеспечение.....	14
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	14
12.	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	15

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения дисциплине
<b>ПК-2</b>	способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расхода сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	<p style="text-align: center;">Знание методов оптимизации химико-технологических процессов получения редких элементов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей;</p> <p style="text-align: center;">Владение методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;</p>
<b>ПК-20</b>	способность разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	<p style="text-align: center;">Умение применять математические методы при решении типовых профессиональных задач рассчитывать основные характеристики химического процесса; выбирать рациональную схему производства заданного продукта; оценивать технологическую эффективность производства; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса;</p> <p style="text-align: center;">Владение пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов; методами анализа эффективности работы химических производств;</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

### 2.1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) «Технология основных материалов современной энергетики (часть 2)» является приобретение навыков по разработке, проектированию и эксплуатации технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, и при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения, овладение знаниями в области химии и технологии редких элементов, изучения эффективных технологических схем переработки минерального и вторичного с целью получения индивидуальных редких элементов, применение теоретических знаний к решению практических задач по производству и применению материалов на различных этапах ЯТЦ.

Курс направлен на развитие способности использовать основные законы естественно научных дисциплин в профессиональной деятельности, использовать современное технологическое и аналитическое оборудование для проведения научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов, использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, осуществлять безопасное проведение, контроль, усовершенствование технологических процессов производства основных материалов ЯТЦ, в том числе с использованием радиоактивных материалов (ПК-2, ПК-20)

Для достижения цели решаются следующие задачи:

организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, чистых веществ, их соединений; обеспечение эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов, освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем; анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; осуществление технического контроля в производстве материалов современной энергетики; разработка новых технологических схем, расчет технологических параметров, расчет и выбор оборудования

Дисциплина «Технология основных материалов современной энергетики (часть 2)» относится к вариативной части, изучается в 9 семестре и семестре А V курса.

Изучение дисциплины основывается на знании студентами материалов дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Основы ядерной физики и дозиметрии» «Радиохимия», «Экстракционные процессы в технологии редких и радиоактивных элементов», «Ионообменные процессы в технологии редких и радиоактивных элементов», «Оборудование производств редких элементов», «Химия и технология редких благородных и тугоплавких металлов».

Для изучения дисциплины студент должен:

уметь использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики, физики, общей химии;

обладать математической и естественнонаучной культурой, как частью профессиональной и общечеловеческой культуры;

понимать роль физических закономерностей для активной и безопасной работы с радиоактивными веществами и для обеспечения радиационной безопасности населения.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК– 2, ПК –20.

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр	
		9	А
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216	3/108	3/108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	88	36	52
занятия лекционного типа	36	36	--
занятия семинарского типа, в т.ч.	--	--	--
семинары, практические занятия	--	--	--
лабораторные работы	52	--	52
курсовое проектирование (КР или КП)	--	--	--
КСР	--	--	--
другие виды контактной работы	--	--	-
<b>Самостоятельная работа</b>	83	27	56
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	--	--	--
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен, Зачет (45)	Экзамен (45)	зачет

### 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 за- нятия	Лабораторные ра- боты		
1.	Введение. Основные определения и понятия	2			2	ПК-2 ПК-20
2.	Химия и технология литья	4		7	12	ПК-2 ПК-20

3.	Химия и технология рубидия и цезия	6		9	15	ПК-2 ПК-20
4.	Химия и технология бериллия	6		9	15	ПК-2 ПК-20
5.	Химия и технология редкоземельных элементов	6		9	12	ПК-2 ПК-20
6.	Химия и технология циркония, гафния	6		9	15	ПК-2 ПК-20
7.	Химия и технология ниобия и тантала	6		9	12	ПК-2 ПК-20
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>		52	83	

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Введение. Редкие элементы в современной энергетике</b> Основные закономерности распространения элементов в природе. Связь распространенности элементов со свойствами их атомных ядер. Рассеянное состояние некоторых элементов и его причины. Современное содержание понятия "редкие элементы" и его эволюция. Классификация редких элементов. Особенности химической технологии редких элементов	2	Слайд-презентация
2	<b>Химия и технология лития</b> Строение атомов и общая характеристика химических свойств щелочных металлов. Литий. Основные физические и химические свойства лития. Основные формы нахождения лития в природе и его промышленные минералы. Обогащение литиевых руд. Способы переработки литиевого сырья - кислотные, солевые, щелочные. Электрохимический и металлотермические способы получения металлического лития и его рафинирование. Области применения лития и его соединений	4	Слайд-презентация
3	<b>Химия и технология рубидия и цезия</b> Физические и химические свойства рубидия и цезия. Формы нахождения в природе и минералы - концентраты рубидия и цезия. Перспективные источники сырья для получения рубидия и цезия, рапа соляных озер и др. Принципиальные технологические схемы переработки поллуцита для получения цезия известково - хлоридным, солянокислотным и сернокислотным методами. Выделение рубидия и цезия из радиоактивных отходов. Экстракция. Характеристика основных экстрагентов, используемых для извлечения и разделения рубидия и цезия. Методы получения особо чистых соединений рубидия и цезия. Получение металлических рубидия и цезия металлотермическим методом. Области применения рубидия и цезия	6	Слайд-презентация

4	<p><b>Химия и технология бериллия</b>          Основные физические и химические свойства бериллия. Состояние бериллия в водных растворах. Сырьевые источники бериллия: берилл, берtrandит, фенакит, хризоберилл. Основные методы обогащения руд. Технология извлечения бериллия из минерального сырья. Технологическая схема производства оксида бериллия фторидным способом. Сульфатный метод переработки берtrandита. Технология получения высокочистых соединений бериллия (оксида, фторида, хлорида). Получение металлического бериллия металлотермическим методом. Магнийтермическое восстановление фторида бериллия. Электролитическое производство бериллия. Основные области применения бериллия</p>	6	Слайд-презентация
5	<p><b>Химия и технология редкоземельных элементов</b>          Особенности электронного строения редкоземельных элементов и иттрия. Расположение их в Периодической системе Д.И. Менделеева. Лантаноидное сжатие. Физические и химические свойства редкоземельных элементов и их соединений. Общие закономерности комплексообразования редкоземельных элементов с лигандами различных классов. Распространение редкоземельных металлов в земной коре и основные виды редкоземельного сырья. Технология переработки редкоземельного сырья. Переработка лопарита. Обогащение лопаритовых руд. Сернокислотный способ переработки лопаритового концентрата. Переработка монацита. Обогащение монацита. Сернокислотный и щелочной методы вскрытия монацита. Выделение редкоземельных концентратов в процессе переработки апатита. Применение комплексонов в экстракционной технологии редкоземельных металлов. Электрохимическое окисление церия, разделение церия(IV) и лантанидов(III) экстракционным методом. Использование цинковой пыли и амальгамы натрия для разделения европия и самария. Металлотермические способы получения редкоземельных металлов (кальций-, литий- и лантанотермия). Основные области применения редкоземельных металлов</p>	6	Слайд-презентация
6	<p><b>Химия и технология циркония и гафния</b>          Физические и химические свойства циркония и гафния. Формы существования циркония и гафния в водных растворах, склонность ионов циркония и гафния к образованию полимерных форм, процессам старения растворов и образованию осадков. Минералы и руды циркония, методы их обогащения. Способы переработки рудного сырья на соединения циркония - спекание со щелочными реагентами и кремнефторидом, хлорирование и др. Получение металлического циркония электрохимическим и металлотермическим методами. Области применения циркония и гафния</p>	6	Слайд-презентация
7	<p><b>Химия и технология ниобия и тантала</b>          Физические и химические свойства ниобия и тантала. Строение атомов, возможные степени окисления, способность тантала и ниобия к процессам комплексообразования.</p>	6	Слайд-презентация

	<p>Оксиды и гидратированные оксиды. Ниобаты и танталаты. Простые и комплексные фториды, сульфаты и другие соединения. Формы существования ниобия и тантала в растворе, образование полимерных форм, процессы старения осадков и растворов, комплексные соединения ниобия и тантала с органическими лигандами. Нахождение ниобия и тантала в природе, важнейшие минералы, комплексное сырье. Способы обогащения руд. Переработка концентратов сплавлением со щелочами, разложением плавиковой кислотой, хлорированием и сульфатизацией. Получение ниобия и тантала в металлическом виде. Области применения ниобия и тантала</p>		
--	---	--	--

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Не предусмотрено.

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	2	Процессы электролиза в технологии редких металлов (получение лития электролизом расплавленных солей)	9
2	3	Ферроцианидный метод выделения цезия	9
3	4	Переработка редкометаллического сырья сульфатизацией (сподумена или монацита)	8
4	5	Щелочные методы вскрытия рудных концентратов (циркона или колумбита)	8
5	6	Экстракционное разделение РЗЭ ТБФ	9
6	7	Применение цементации в технологии РЭ	9
		Итого	52

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Редкие элементы в современной энергетике	Особенности и основные передовые рудные технологии редких элементов.	2	Устный опрос №1
2	Химия и технология лития	Сравнительная характеристика различных технологических схем получения лития.	12	Устный опрос №2
3	Химия и технология рубидия и цезия	Сравнительная характеристика различных технологических схем получения рубидия и цезия.	12	Устный опрос №3
4	Химия и технология бериллия	Техника безопасности и охрана окружающей среды в производстве бериллия.	12	Устный опрос №4
5	Химия и технология редкоземельных элементов	Сравнительная характеристика различных методов разложения концентратов и получения химических соединений РЗЭ. Особенности химической технологии получения соединений иттрия.	23	Устный опрос №5
6	Химия и технология циркония и гафния	Сравнительная характеристика различных методов разложения концентратов и получения химических соединений циркония и гафния. Особенности химической технологии получения соединений титана.	10	Устный опрос №6
7	Химия и технология ниобия и тантала	Сравнительная характеристика различных методов разложения концентратов и получения химических соединений ниобия и тантала.	12	Устный опрос №7
	ИТОГО:		83	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов, по результатам лабораторных работ.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, 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 текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

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 и зачета.

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

Экзамен и зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуются вопросами (заданиями): теоретический вопрос (для проверки знаний).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 60 мин. Фонд оценочных средств представлен в приложении 1.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Литий. Общие сведения. Физико-химические свойства лития.
2. Технологическая схема переработки бертрандита экстракционным методом.
3. Основные области применения РЗЭ.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Принципиальная схема переработки циркониевого концентрата спеканием с мелом.
2. Принципиальная схема переработки сподумена на карбонат лития сернокислотным способом.

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

### **а) основная литература:**

7.1 Мурашкин, Ю.В. Расчет материальных балансов и оборудования для выщелачивания руд и концентратов: учебное пособие/ Ю.В. Мурашкин, А.А. Блохин. – СПб.: – СПбГТИ(ТУ), 2013. –51 с. (ЭБ).

7.2 Мурашкин, Ю.В. Расчет материальных балансов и основных параметров ионообменной установки по извлечению редких элементов из водных растворов. Аппаратурное оформление: учебное пособие/ Ю.В. Мурашкин, А.А. Блохин. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 68 с. (ЭБ).

7.3 Российское редкоземельное сырьё и основные способы его переработки: учебное пособие / В.А. Кескинов, А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин, А.В. Нечаев, М.А. Афонин. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 68 с. (ЭБ).

7.4 Химия и технология скандия: учебное пособие/ А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин, В.А. Кескинов, М.А. Афонин, А.В. Нечаев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 52 с. (ЭБ).

7.5 Пяртман, А.К. Процессы расслоения в трехкомпонентной жидкой системе / А.К. Пяртман.- СПб.: – СПбГТИ(ТУ), 2012. – 20 с.

7.6 Пяртман, А.К. Определение изотерм экстракции нитрата уранила(VI) при использовании полимерных композиционных материалов с три-н.-бутилфосфатом / А.К. Пяртман.- СПб.: – СПбГТИ(ТУ), 2012. – 21 с. (ЭБ).

7.7 Прояев, В. В. Использование радионуклидов стронций-90 и иттрий-90 для изучения экстракции стронция и иттрия ди-(2-этилгексил) фосфорной кислотой: Методические указания к лабораторной работе / В. В. Прояев; СПбГТИ(ТУ). - СПб.: 2013. - 23 с. (ЭБ).

7.8 Пяртман, А.К. Функциональные и многофункциональные наноматериалы и нанокompозиты на основе редких элементов: учебное пособие/ А.К. Пяртман, А.А. Копырин. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 162 с.

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

7.9 Блохин, А.А. Кристаллизация из растворов как метод очистки неорганических веществ: учебное пособие/ А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин, А.А. Копырин. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009. - 26 с. (ЭБ)

7.10 Копырин, А.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива/ А.А. Копырин, А.И. Карелин, В.А. Карелин.- М. Атомэнергоиздат, 2006 – 576 с.

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

7.11 Копырин, А.А. Жидкостная экстракция редкоземельных элементов: учебное пособие/ А.А. Копырин, М.А. Афонин, А.А. Фомичев, М. С. Бахарев. - СПбГТИ(ТУ) .- СПб.: 2007,- 86 с.

7.12 Химия и технология редких и рассеянных элементов /Под ред. Коровина С.С./ Т. 1. М. МИСИС. 1996.

7.13 Михайличенко, Редкоземельные металлы / А.И Михайличенко, Е.Б. Михлин, Ю.Б. Патрикеев.- М. Metallургия. 1987.

7.14 Цирконий и гафний. / Г.С. Скиба , В.А. Маслобоев , Н.Б. Воскобойников , А.М. Калинин .- М.: Наука, 2002. 272 с.

7.15 Ягодин, Г.А. Технология редких металлов в атомной технике / Г.А. Ягодин , О.А. Синегрибова, А.М. Чекмарев.- М. Атомиздат. 1974. 344 с.

7.16 Николаев, А.И. Экстракция ниобия и тантала / А.И. Николаев, С.Г. Майоров.- Апатиты. Кольский научный центр. 1995. 210 с.

7.17 Копырин, А.А. Комплексообразование и экстракция редкоземельных элементов: Уч. пособие / А.А. Копырин, Э.В. Прудникова.- ЛТИ им. Ленсовета. Л. 1980. 88 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

8.1 ЭБ «Библиотех»

8.2 <http://e.lanbook.com> – сайт Электронно-библиотечной системы "Лань"

8.3 <http://lib.wwer.ru> - электронная библиотека по атомной энергетике

8.4 <http://www1.fips.ru> - сайт Федерального института промышленной собственности Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Режим доступа - полный доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.5 <http://www.rosatom.ru> - сайт государственной корпорации по атомной энергии "Росатом"

8.6 <http://rosrao.ru> - сайт ФГУП "Предприятие по обращению с радиоактивными отходами "РосРАО". Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.7 <http://noraao.ru> - сайт ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами». Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.8 <http://ep.espacenet.com> - сайт Европейского патентного ведомства.

8.9 <http://www.icnirp.de> - сайт Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения. Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института.

8.10 <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/default.shtm> - химическая энциклопедия: в 5 т. Электронная версия для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов. Содержит около 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области - биохимию, геохимию и другие.

8.11 <http://www.elibrary.ru> - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 13 млн научных статей и публикаций.

8.12 <http://www.diss.rsl.ru> - электронная библиотека диссертаций РГБ. Диссертации и авторефераты из фонда Российской государственной библиотеки (РГБ) по всем отраслям знания. Глубина полнотекстового доступа — с 1998 г.

8.13 <http://www.viniti.ru> - база данных всероссийского института научно-технической информации. Рефераты и библиографические описания статей из периодических изданий, книг, материалов конференций, патентов, депонированных научных работ по проблемам физико-математических, естественных и технических наук. Режим доступа - полнотекстовой доступ со всех зарегистрированных компьютеров института - с 1981 г.

8.14 <http://www.chemport.ru> - химический портал. Крупнейший и самый посещаемый химический ресурс Рунета.

8.15 <http://www.biblioclub.ru> - университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система учебных материалов для вузов.

8.16 World Nuclear Association: WNA Report: The Global Nuclear Fuel Market: Supply and Demand 2005 – 2030. <http://www.world-nuclear.org/wgs/report/>.

8.17 <http://www.sciencedirect.com> - ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций, обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Помимо этого, с помощью системы CrossRef можно перейти по ссылкам к содержанию работ в области науки, техники и медицины, опубликованных более 1000 других издательств.

8.18 <http://www.chemweb.com> - крупнейший онлайн-химический портал в мире. С 2003 года владелец - компания Elsevier Ltd. Содержит информацию по исследованиям в области химии и химической промышленности. Тематика: аналитическая химия, биохимия, катализ, электрохимия, топливо, неорганическая химия, химические материалы

8.19 <http://www.pubs.acs.org> - American Chemical Society (ACS) Научные и научно-практические журналы по химии Американского химического общества на английском языке. Ресурс содержит журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Полные тексты в формате html и PDF. Глубина полнотекстового доступа - с 1996 года. Коллекции ретроспективных выпусков с 1879 по 1995 гг.

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

Все виды занятий по дисциплине «Технология основных материалов современной энергетики (часть 2)» 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.

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.

## **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 и учебные фильмы;
- взаимодействие с обучающимися студентами посредством электронной почты.

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

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы (Microsoft Office).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Комплект презентаций по тематике лекций и практических занятий.

Персональный компьютер (ноутбук), мультимедийный проектор.

Имеющийся на кафедре ТРЭНМ комплекс учебных и учебно-научных и подсобных помещений достаточен для обеспечения учебного процесса, предусмотренного учебным планом.

На кафедре имеется 8 компьютеризированных рабочих мест с доступом в Интернет. Кроме того, используются и другие институтские площади: лекционные залы, учебные

аудитории, компьютерные классы: кафедры вычислительной техники, информационно-вычислительного центра, помещения библиотеки.

**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 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Технология основных материалов  
современной энергетики (часть 2)»**

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

Компетенции		
Индекс	Формулировка <sup>1</sup>	Этап формирования <sup>2</sup>
ПК-2	способностью принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды	промежуточный
ПК-20	способностью разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<b>Знать</b> химические свойства редких и радиоактивных элементов различных групп Периодической системы и их важнейших соединений; строение и свойства координационных соединений; <b>уметь</b> применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; работать в качестве пользователя персонального компьютера; использовать внешние носители информации для обмена данными между; использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач; <b>владеть</b> методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;	Правильные ответы на вопросы №1-6 к экзамену	<b>ПК-2 ПК-20</b>
Освоение	<b>Уметь</b> работать в качестве пользо-	Правильные ответы на	<b>ПК-2</b>

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>2</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
раздела № 2	<p>вателя персонального компьютера; использовать внешние носители информации для обмена данными между вычислительными системами; использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач; работать с программными средствами общего назначения; выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов; применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;</p> <p><b>Владеть</b> методами проведения физических измерений; методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента;</p> <p><b>Знать</b> методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</p> <p><b>Уметь</b> применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов;</p> <p><b>Владеть</b> методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов; методами математической статистики; экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений;</p>	<p>вопросы №7-12 к экзамену</p> <p>Правильные ответы на вопросы №13-18 к экзамену</p>	<p><b>ПК-20</b></p> <p><b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b></p>
Освоение раздела № 3	<p><b>Знать</b> термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных реакций; методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей;</p> <p><b>Уметь</b> использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей; выполнять основные химические</p>	Правильные ответы на вопросы №19-24 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>операции; определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;  <b>Владеть</b> методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов; методами расчета констант равновесия химических реакций при заданной температуре;</p> <p><b>Знать</b> основные принципы организации химического производства; его иерархическую структуру; методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов; основные химические производства; ядерный топливный цикл (ЯТЦ) и его основные стадии;</p> <p><b>Уметь</b> подготовить отчет по результатам работы, вести научную и деловую переписку; применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; работать с программными средствами общего назначения;</p> <p><b>Владеть</b> лексическим минимумом в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера, методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №25-30 к экзамену</p>	<p><b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b></p>
Освоение раздела № 4	<p><b>Знать</b> особенности аналитического контроля в отрасли; стандартные физико-химические методы анализа.</p> <p><b>Уметь</b> использовать основные химические законы; термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач</p> <p><b>Владеть</b> методами математической статистики для обработки результатов активных экспериментов;</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №31-37 к экзамену</p>	<p><b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b></p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p><b>Знать</b> радиометрические спектрометрические; способы оценки погрешности методов;</p> <p><b>Уметь</b>; провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических и физико-химических методов анализа;</p> <p><b>Владеть</b> методами математической статистики для обработки результатов пассивных экспериментов;</p>	Правильные ответы на вопросы №38-42 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>
Освоение раздела № 5	<p><b>Знать</b> сырьевые источники редких элементов,</p> <p><b>Уметь</b> выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений;</p> <p><b>Владеть</b> пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;</p> <p><b>Знать</b> особенности производства редких элементов, химию и технологию производства лития, рубидия, цезия, бериллия, редкоземельных элементов и бора.</p> <p><b>Уметь</b> проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;</p> <p><b>Владеть</b> методами моделирования химико-технологических процессов;</p>	Правильные ответы на вопросы №43-49 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>
Освоение раздела № 6	<p><b>Знать</b> Эффективные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов для получения особо чистых веществ и наноматериалов на их основе.</p> <p><b>Уметь</b> грамотно использовать нормативно правовые акты при работе с экологической документацией; выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов; использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей;</p>	Правильные ответы на вопросы №56-63 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<b>Владеть</b> современной компьютерной базой патентных данных по технологии редких элементов.		
	<p><b>Знать</b> Эффективные методы выделения, концентрирования и разделения редких элементов для получения чистых веществ и наноматериалов на их основе.</p> <p><b>Уметь</b> осуществлять оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природных климатических условий;</p> <p><b>Владеть</b> современной компьютерной базой патентных данных по технологии редких элементов.</p>	Правильные ответы на вопросы №64-70 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>
Освоение раздела № 7	<p><b>Знать</b> Основные области применения редких элементов в современной энергетике;</p> <p><b>Уметь</b> выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химического процесса; выбирать рациональную схему производства заданного продукта; оценивать технологическую эффективность производства; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; использовать действующие российские «Нормы радиационной безопасности» и другие нормативные документы в области радиационной и ядерной безопасности; рассчитывать коэффициенты распределения при сокристаллизации; ионном обмене и жидкостной экстракции и характеристики процессов ионного обмена;</p> <p><b>Владеть</b> современными физико-химическими методами для получения особо чистых редких элементов</p>	Правильные ответы на вопросы №71-76 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>
	<p><b>Знать</b> Основные области применения редких элементов в современной технике;</p> <p><b>Уметь</b> применять стандартные и специ-</p>	Правильные ответы на вопросы №77-83 к экзамену	<b>ПК-2</b> <b>ПК-20</b>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	физические методы физико-химического анализа для решения практических задач; организовывать технологический процесс получения индивидуальных редких элементов в соответствии с требованиями ГОСТов и технических заданий, обосновывать применение современных физико-химических методов для получения особо чистых редких элементов, выявлять перспективные малоотходные технологии получения редких элементов <b>Владеть</b> современными физико-химическими методами для получения чистых редких элементов		

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

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**  
**а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции**  
**ПК-2; ПК-20:**

1. Чем обусловлено отличие свойств лития от свойств остальных щелочных элементов?
2. Какие количественные характеристики отличают поведение иона лития в водных растворах от ионов других щелочных элементов?
3. Почему литий очень редко бывает центральным атомом комплексных соединений и практически никогда внешнесферным ионом?
4. Какие свойства обуславливают применение лития и его соединений в традиционных и перспективных областях?
5. Какая разница и почему имеется во взаимодействии а- и b-сподумена с различными реагентами?
6. Сопоставьте сернокислотный и известковый способы переработки сподумена (число операций, расход и стоимость реагентов, энергозатрат, конечные продукты, использование отходов, проблемы экологии).
7. В чем заключаются достоинства и недостатки электрохимического получения металлического лития?
8. Каковы перспективы развития литиевой промышленности (сырье, применение, технология)?
9. Свойства каких соединений рубидия и цезия наиболее сильно отличаются от свойств аналогичных соединений остальных щелочных элементов?
10. В состав каких комплексных соединений входят рубидий и цезий, каков характер химической связи в них?
11. Почему рубидий не образует собственных минералов, имеющих промышленное значение, в отличие от цезия, хотя его кларк почти в 10 раз меньше?
12. Какие свойства рубидия и цезия определяют их главные области применения?

13. Какие способы могут быть использованы для разложения поллуцита? Сопоставьте кислотные методы и методы спекания.
  14. От каких примесей и почему наиболее трудно очистить рубидий и цезий? Какие способы наиболее эффективны?
  15. Какие способы могут быть использованы для получения соединений рубидия и цезия квалификации ОСЧ?
  16. Как изменяются свойства элементов II A подгруппы по группе? В чем причина этих изменений?
  17. Что такое бериллаты и как их можно получить?
  18. Назовите важнейшие минералы бериллия и дайте им характеристику (состав, физико-химические свойства).
  19. Назовите основные области применения бериллия. Какие физико-химические свойства определяют его использование в этой или иной области? Каковы масштабы производства бериллия?
  20. Охарактеризуйте основные принципы технологии переработки берилла сульфатным и фторидным способами. Каковы достоинства и недостатки обоих методов?
  21. Какие методы можно использовать для получения металлического бериллия?
  22. В чем причина сложности получения металлического бериллия с высокими конструкционными свойствами?
  23. На основании какого фундаментального свойства выделяется группа лантаноидов? Каковы особенности электронного строения атомов элементов этой группы?
  24. Объясните причины, приводящие к уменьшению атомных радиусов лантаноид («лантаноидное сжатие») при увеличении  $Z$ . К каким следствиям оно приводит?
  25. Как изменяются свойства лантаноидов и их соединений при увеличении  $Z$ ? Объясните различия в ходе кривых  $\epsilon=f(Z)$ . Обоснуйте разделение РЗЭ на две подгруппы.
  26. Исходя из электронного строения атомов лантаноидов объясните, какие из них могут иметь степени окисления, кроме основной +3? С возможностью каких электронных переходов они связаны?
  27. Охарактеризуйте ядерные свойства РЗЭ. Исходя из данных по эффективным сечениям захвата тепловых нейтронов дайте рекомендации по применению Sm, Eu и Gd в ядерной энергетике.
  28. Назовите важнейшие минералы РЗЭ и дайте им характеристику (состав, структура, физико-химические свойства, происхождение, «селективность»). Охарактеризуйте важнейшие месторождения, концентраты и их получение.
  29. Охарактеризуйте основные принципы технологии переработки монацитового концентрата щелочным и сернокислотным способами. Каковы достоинства и недостатки обоих методов.
  30. Какие способы используются в промышленности для разделения РЗЭ на группы и для получения индивидуальных РЗЭ?
  31. Металлические РЗЭ получают восстановлением фторидов или хлоридов, самарий (также Eu, Yb) – только восстановлением оксидов. Почему? Выберите и количественно обоснуйте наиболее подходящий восстановитель и определите условия проведения процесса получения самария.
  32. Назовите основные области применения РЗЭ. Какие физико-химические свойства определяют использование их в той или иной области? Каковы масштабы производства РЗЭ и каково распределение их по областям применения?
- Вопросы по теме «Химия и технология циркония и гафния»*
33. Цирконий и гафний. Общие сведения. Основные физико-химические свойства.
  34. Соединения циркония и гафния с неорганическими лигандами.
  35. Органические соединения циркония и гафния.
  36. Основные минералы и руды циркония. Методы обогащения руд.

37. Принципиальная схема переработки цирконового концентрата спеканием с содой.
38. Принципиальная схема переработки цирконового концентрата спеканием с мелом.
39. Принципиальная схема переработки цирконового концентрата спеканием.
40. Методы разделения циркония и гафния.
41. Получение металлических циркония и гафния.
42. Основные области применения циркония и гафния.
43. Основные физико-химические свойства ниобия и тантала.
44. Минералы и руды ниобия и тантала. Обогащение руд.
45. Принципиальная схема переработки титанотанталониобатов сульфатизацией.
46. Методы разделения ниобия и тантала.
47. Разделение ниобия и тантала методом жидкостной экстракции из фторидных сред.
48. Получение металлических ниобия и тантала.
49. Основные области применения ниобия и тантала.
50. Понятие "редкий" элемент. Сырьевые источники для получения редких элементов.
51. Литий. Общие сведения. Физико-химические свойства.
52. Принципиальная схема переработки сподумена на карбонат лития сернокислотным способом.
53. Принципиальная схема переработки сподумена на гидроксид лития спеканием с известью.
54. Рубидий и цезий. Общие сведения. Физико-химические свойства.
55. Принципиальная схема переработки поллуцита на хлорид цезия известково-хлоридным методом.
56. Принципиальная схема переработки поллуцита на хлорид цезия кислотными методами.
57. Бериллий. Общие сведения. Физико-химические свойства.
58. Принципиальная схема переработки бериллового концентрата на оксид бериллия фторидным способом.
59. Принципиальная схема переработки бериллового концентрата на оксид бериллия сернокислотным способом.
60. РЗЭ. Общие сведения. Особенности строения атомов РЗЭ.
61. Основные физико-химические свойства РЗЭ.
62. Принципиальная схема переработки лопаритового концентрата сернокислотным методом для получения РЗЭ.
63. Принципиальная схема переработки монацита щелочным способом для получения РЗЭ.
64. Принципиальная схема переработки монацита сернокислотным способом для получения РЗЭ.
65. Принципиальная схема переработки итросинхизитового концентрата с получением суммы РЗЭ.
66. Принципиальная схема переработки апатита с извлечением РЗЭ.
67. Разделение РЗЭ методом окисления-восстановления.
68. Разделение РЗЭ ионообменным методом.
69. Разделение РЗЭ экстракционным методом.
70. Цирконий и гафний. Общие сведения. Физико-химические свойства.
71. Принципиальная схема переработки циркониевого концентрата спеканием с мелом.
72. Принципиальная схема переработки циркониевого концентрата спеканием с  $K_2SiF_6$ .
73. Методы разделения циркония и гафния.
74. Ниобий и тантал. Общие сведения. Физико-химические свойства.
75. Принципиальная схема переработки титанотанталониобатов сульфатизацией.
76. Методы разделения ниобия и тантала.
77. Молибден и вольфрам. Общие сведения. Физико-химические свойства.

78. Обжиг концентратов молибденов. Получение оксида молибдена возгонкой и гидрометаллургическим методом.
79. Разложение концентрата молибдена азотной кислотой.
80. Схема переработки вольфрамовых концентратов.
81. Рений. Общие сведения. Физико-химические свойства.
82. Технология получения соединений рения.
83. Основные области применения молибдена, вольфрама и рения.

**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 СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов