

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 09.09.2021 22:57:59  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Приложение № 4  
к Положению о разработке основных профессиональных  
образовательных программ высшего образования –  
программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
СПбГТИ(ТУ)



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ А.В.Гарабаджиу  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЯ РЕДКИХ, РАССЕЯННЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Направление подготовки  
**18.06.01 Химическая технология**

Направленность программы аспирантуры  
**Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов**

Квалификация  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

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

Санкт-Петербург  
2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		профессор Блохин А.А.
Разработчик		доцент Доильницын В.А.

Рабочая программа дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» обсуждена на заседании кафедры (совместном заседании кафедр) технологии редких элементов и наноматериалов на их основе и инженерной радиэкологии и радиохимической технологии  
протокол от «7» апреля 2017 № 7

Заведующий кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе

Блохин А.А.

Заведующий кафедрой инженерной радиэкологии и радиохимической технологии

Доильницын В.А.

Одобрено учебно-методической комиссией факультета .....  
протокол от 14 апреля 2017 № 8

Председатель

Прояев В.В.

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		
Руководитель направленности подготовки «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.»		профессор А.А. Блохин
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник отдела аспирантуры и докторантуры		доцент О.Н.Еротько

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2	Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	5
3	Объем дисциплины .....	5
4	Содержание дисциплины	
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2	Занятия лекционного типа.....	7
4.3	Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	7
4.4	Самостоятельная работа.....	8
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	9
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1	Информационные технологии.....	13
10.2	Программное обеспечение.....	13
10.3	Информационные справочные системы.....	13
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14
Приложения:	1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	15

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-6</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии извлечения редких, рассеянных и радиоактивных элементов из рудного и вторичного сырья, их разделения, очистки и получения в виде чистых химических соединений.	<p><b>Знать:</b> химические свойства редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их состояние в растворах, технологические процессы, применяемые при извлечении редких, рассеянных и радиоактивных элементов и различных сырьевых источников, их разделения и очистки.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения конкретных практических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими знаниями в области химии редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их технологии, физико-химическими основами процессов извлечения редких, рассеянных и радиоактивных элементов из рудного и вторичного сырья, их разделения и очистки, современными методами исследования процессов и технологий извлечения, разделения и очистки редких, рассеянных и радиоактивных элементов.</p>
<b>ПК-7</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии переработки жидких и твердых радиоактивных отходов	<p><b>Знать:</b> известные и перспективные технологические процессы, лежащие в основе технологии переработки жидких и твердых радиоактивных отходов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения конкретных задач по переработке различных видов радиоактивных отходов.</p> <p><b>Владеть:</b> физико-химическими основами процессов переработки жидких и твердых радиоактивных отходов,</p>

		современными методами исследования процессов переработки радиоактивных отходов.
<b>ПК-8</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать технологическое оборудование для реализации процессов извлечения и получения материалов на основе редких, рассеянных и радиоактивных элементов	<p><b>Знать:</b> технологическое оборудование, используемое в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать технологическое оборудование для реализации тех или иных технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> информацией о современном технологическом оборудовании, используемом в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов, в том числе при переработке жидких и твердых радиоактивных отходов.</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.ОД.1) и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Методология научного исследования», «Инновационные направления химической технологии», «Информационные технологии в науке и образовании», «Защита интеллектуальной собственности»..

Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе аспиранта и при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

## 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	5/180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>78</b>
занятия лекционного типа	<b>39</b>
занятия семинарского типа, в т.ч. семинары, практические занятия	<b>39</b>

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
КСР	<b>36</b>
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>66</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)</b>	<b>реферат</b>
<b>Форма промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)</b>	<b>экзамен</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 (семинары и/или практические занятия)	Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
1.	Процессы выщелачивание ценных компонентов из рудного и вторичного сырья.	4	2	4	ПК-6, ПК-8
2.	Процессы кристаллизации, цементации, осаждения и соосаждения с коллекторами.	4	2	4	ПК-6
3.	Ионообменные и экстракционные процессы в технологии извлечения, разделения и очистки соединений редких, рассеянных, радиоактивных и сопутствующих элементов.	12	4	10	ПК-6, ПК-8
4.	Технология урана, редкоземельных элементов, редких щелочных металлов, бериллия, циркония, гафния, ниобия, тантала и др. молибдена, вольфрама, рения и других редких элементов.	9	20	20	ПК-6, ПК-8
5.	Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), радиохимическая переработка ОЯТ.	6	4	16	ПК-7, ПК-8
6.	Обращение с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла, физико-химические основы процессов дезактивации.	2	4	9	ПК-7
7.	Вывод из эксплуатации объектов	2	3	5	ПК-7

	использования атомной энергии. Реабилитация радиоактивнозагрязненных территорий.				
--	--	--	--	--	--

#### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные понятия и терминология. Гидрометаллургические и пирометаллургические процессы. Подготовка рудного сырья. Процессы выщелачивание, физико-химические основы, способы осуществления выщелачивания	4	Слайд-презентация
2	Физико-химические основы процессов кристаллизации, цементации, осаждения и соосаждения с коллекторами. Обзор методов получения высокочистых соединений редких элементов.	4	-
3	Физико-химические основы ионообменных и экстракционных процессов, равновесие, кинетика и динамика, аппаратное оформление.	12	Слайд-презентация
4	Основы технологии урана, редкоземельных элементов, редких щелочных металлов, бериллия, циркония, гафния, ниобия, тантала и др. молибдена, вольфрама, рения и других редких элементов.	9	Слайд-презентация
5	Основы процессов переработка отработавшего ядерного топлива.	6	Слайд-презентация
6	Обращение с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла, физико-химические основы процессов дезактивации.	2	Слайд-презентация
7	Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Реабилитация радиоактивнозагрязненных территорий.	2	Слайд-презентация

#### 4.3 Занятия семинарского типа (семинары и/или практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Процессы выщелачивание ценных компонентов из рудного и вторичного сырья. Избирательное выщелачивание и разложение. Сочетание пиро- и гидрометаллургических процессов. Применяемые реагенты. Аппаратура.	2	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	Поведение примесей при кристаллизации основного вещества. Понятие изоморфизма. Способы, позволяющие снизить содержание примесей в кристаллах. Влияние различных факторов на полноту выделения ценных и/или примесных компонентов в процессах цементации, осаждения и соосаждения с коллекторами	2	-
3	Ионообменные сорбенты и экстрагенты, используемые в технологии редких, рассеянных, радиоактивных и сопутствующих элементов. Процессы десорбции и реэкстракции.	4	Групповая дискуссия
4	Технология урана, редкоземельных элементов, тугоплавких редких металлов, благородных металлов.	20	Групповая дискуссия
5	Пурекс-процесс. Поведение осколочных элементов. Выделение плутония.	4	Групповая дискуссия
6	Процессы дезактивации. Переработка кубовых остатков на АЗС. Захоронение долгоживущих радионуклидов.	4	Групповая дискуссия
7	Последовательность действий при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Пути реабилитации загрязненных территорий.	3	-

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Способы проведения выщелачивания (агитация, перколяция, кучное выщелачивание, подземное выщелачивание. автоклавное выщелачивание). Аппаратура для выщелачивания. Каскады выщелачивания. Механическая переработка пульп (сгущение, отстаивание, декантация, гидроциклонирование).	4	Устный опрос
2	Применение методов кристаллизации, осаждения, цементации в технологии редких, рассеянных, радиоактивных и элементов и благородных металлов.	4	Устный опрос



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Применение ионообменных и экстракционных процессов в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов: урана, редкоземельных элементов, золота, молибдена, вольфрама, рения, ниобия и тантала, циркония и гафния.	10	Устный опрос, групповая дискуссия
4	Особенности технологии рассеянных редких элементов: галлия, германия, индия, таллия, рения.	20	Устный опрос, групповая дискуссия
5	Разделение урана, трансплутониевых и осколочных элементов в Пурекс-процессе.	16	Устный опрос.
6	Реагенты, используемые при дезактивации оборудования. Матрицы для захоронения радионуклидов.	9	Устный опрос
7	Способы реабилитации территорий, загрязненных радионуклидами.	5	Устный опрос

#### 4.4.1 Темы рефератов<sup>2</sup>

#### 4.4.2 Темы творческих заданий

Темы рефератов и творческих заданий будут определяться тематикой научно-исследовательской работы, выполняемой по теме диссертации

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <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.

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

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов:

<sup>2</sup>Пунктами 4.4.1-4.4.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д (если предусмотрено РПД).

теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета аспирант получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки аспиранта к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамена:

Вариант № 1

1. Кинетика процессов выщелачивания и влияние различных факторов на скорость и степень выщелачивания. Выбор реагентов для выщелачивания.
2. Классификация экстрагентов. Разбавители и их роль в экстракционных процессах. Обоснование выбора экстрагента. Аппаратурное оформление процессов экстракции.
3. Сорбционное извлечение урана. Выбор сорбента и условий проведения десорбции при переработки сульфатных и карбонатных растворов

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

**а) Основная литература:**

1. Российское редкоземельное сырьё и основные способы его переработки: учебное пособие /В.А. Кескинов, А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин, М.А. Афонин. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 68 с. (ЭБ).
2. Химия и технология скандия: учебное пособие /А.А. Блохин, Ю. В. Мурашкин, В.А. Кескинов, М.А. Афонин. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 52 с. (ЭБ).
3. 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), 2013. - 68 с.(ЭБ).
4. Блохин, А.А. Технология молибдена и вольфрама: текст лекций /А. А. Блохин, Ю. В. Мурашкин.-СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 93 с.(ЭБ).
5. 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).
6. Прояев, В.В. Технологии реабилитации загрязненных территорий и промышленных площадок: учебное пособие /В.В. Прояев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 164 с.
7. Технологии обеспечения радиационной безопасности на объектах с ЯЭУ/В. А. Василенко [и др.]; под общ. ред. В. А. Василенко; Гос. корпорация по атом. энергии "Росатом", ФГУП "НИТИ им. А. П. Александрова". - СПб.: Моринтех, 2010. - 575 с.: ил.
8. Булатов, М.И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: текст лекций /М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев, С.В. Харитонов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 207 с.(ЭБ).
9. Коряковский, Ю.С. Дезактивация: обеспечение радиационной безопасности на предприятиях ядерной отрасли: учебное пособие/Ю.С.Коряковский, В.А.Доильницын, А.А.Акатов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 151 с.
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила. СП 2.6.1.2523-09. Введ. С 01.09.2009. – М.: Роспотребнадзор, 2009. -100 с.

**б) дополнительная литература:**

11. Блохин, А.А. Кинетика ионного обмена: методические указания /А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин, А.А. Копырин.- С-Пб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. - 21 с.
12. 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.

**в) вспомогательная литература:**

13. Вольдман, Г.М., Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов /Г.М Вольдман, Зеликман А.Н.- М.: Интермет Инжиниринг, 2003.- 462 с.
14. Коровин, С.С. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: учеб. для вузов. Кн. 3 /С.С. Коровин, Д.В. Дробот, П.И. Федоров; Под общ. ред. С.С. Коровина. - М.: МИСИС, 2003. 440 с.
15. Копырин, А.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива /А.А Копырин, А.И.Карелин, В.А Карелин.- М.: Атомэнергоиздат, 2006. - 516 с.
16. Тимонин, А. С. Машины и аппараты химических производств : учеб. пособие для вузов / [и др.]; под ред. А. С. Тимонина. – Калуга : Изд-во Ф. Бочкаревой, 2008. - 871 с.
17. Блохин, А.А.. Ионообменный метод извлечения ванадия(V) из сульфатных растворов: практикум / А.А. Блохин, Ю.В. Мурашкин.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2017. - 30 с.
18. Вольдман, Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии /Г.М Вольдман.- М.: Металлургия, 1982.- 375с.
19. Галкин, Н.П. Основные процессы и аппараты технологии урана /Н.П. Галкин, В.В.Тихомиров.- М.: Атомиздат, 1961.- 219 с.
20. Громов, Б.В. Химическая технология облученного ядерного топлива. Учебник для вузов /Б.В.Громов, В.И.Савельева, В.Б. Шевченко.- М.: Энергоатомиздат, 1983. - 352 с.
21. Копырин, А.А. Переработка германиевого сырья [Текст] : Методические указания к лабораторным работам /А.А. Копырин, Ю.В. Мурашкин, А.И. Лоскутов.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2000. -34 с.
22. Михайличенко, А.И. Редкоземельные металлы /А.И. Михайличенко, Е.Б. Михлин, Ю.Б. Патрикеев - М.: Металлургия, 1987.- 232 с.
23. Николаев, А.И.Экстракция ниобия и тантала /А.И. Николаев, С.Г Майоров. - Апатиты.: Кольский научный центр. 1995. -210 с.
24. Скиба, Г.С.Цирконий и гафний /Г.С.Скиба , В.А.Маслобоев , Н.Б Воскобойников .- М.: Наука, 2002. 272 с.
25. Химия и технология редких и рассеянных элементов: в 3 томах /под ред. К.А. Большакова. – М.: Высшая школа, 1976. Ч. 1 – 368 с., Ч. 2 – 360 с., Ч. 3 – 320 с.
26. Хуснутдинов, В.А.Оборудование производств неорганических веществ /В.А. Хуснутдинов, Р.С. Сайфуллин., И.Г. Хабибуллин.- Л.: Химия, 1987.- 247 с.
27. Ягодин, Г.А. Технология редких металлов в атомной технике /Г.А Ягодин, О.А. Синегрибова, А.М Чекмарев.- М.: Атомиздат. 1974.- 344 с.
28. Девярых, Г. Г. Глубокая очистка : Учебное пособие для химических и химико-технологических спец. вузов / Г. Г. Девярых, Ю. Е. Еллиев. - М.: Наука .-1990. - 192 с.
29. Зеликман, А.Н. Металлургия редких металлов /А.Н. Зеликман , Б.Г Коршунов.- М.:Металлургия, 1991.- 432с.
30. Золотов, Ю. А. Экстракционное концентрирование /Ю.А. Золотов, Н.М. Кузьмин.- М.: Химия, 1971. -284с.
31. Кескинов, В.А. Переработка урансодержащего сырья: метод. указания /В.А Кескинов, Ю.В Мурашкин., А.К. Пяртман. - СПб.: -СПбГТИ(ТУ), 2003.-35с.

32. Степанов, С.И. Экстракция редких металлов солями четвертичных аммониевых оснований/ С.И.Степанов, А.М.Чекмарев.- М.: АТ, 2004.-345 с.
33. Пяртман, А.К. Фазовые равновесия «жидкость-жидкость» в системах, содержащих координационные сольваты лантаноидов и актиноидов: Учебное пособие /А.К. Пяртман, В.А. Кескинов.-СПб.:СПбГТИ(ТУ), 2005. - 101 с.
34. Чекмарев, А. М. Сольвометаллургия – перспективное направление металлургии редких и цветных металлов /А.М. Чекмарев. -М.: Атомэнергоиздат, 2004 .- 189 с.
35. Седов, В.М. Химическая технология теплоносителей ядерных энергетических установок /В.М. Седов, А.Ф. Нечаев, В.А. Доильницын, П.Г. Крутиков – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
36. Копырин, А. А. Жидкостная экстракция редкоземельных элементов. СПб. Учебное пособие /А.А.Копырин, М.А.Афонин., А.А. Фомичев.-СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007.- 89 с.
37. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Санитарные правила. СП 2.6.1.2612-10. Минздравсоцразвития России, 2010.

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

– электронно-библиотечная система: "БИБЛИОТЕХ" г. Москва  
<http://bibliotech.ru>;

– отечественные электронные библиотечные ресурсы:

<http://www.cnshb.ru/AKDiL/0048/default.shtm>;

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru);

[www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru);

[www.viniti.ru](http://www.viniti.ru);

[www.chemport.ru](http://www.chemport.ru);

[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://www.rusanalytchem.org>;

<http://www.anchem.ru>;

<http://www.chem.msu.ru>.

– зарубежные электронные библиотечные ресурсы:

[www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)

[www.reaxys.com](http://www.reaxys.com)

[www.chemweb.com](http://www.chemweb.com)

[www.pubs.acs.org](http://www.pubs.acs.org)

[www.doaj.org](http://www.doaj.org)

[www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp](http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp) RSC Publishing journals

[www.uspto.gov](http://www.uspto.gov)

[www.ieee.org](http://www.ieee.org)

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

Все виды занятий по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.

2. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 26.11.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 14 с.

3. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.

4. СТП СПбГТИ 016-99. Порядок проведения зачетов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2000.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2000.- 21 с.

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 обучающихся является:

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

На занятия аспирант должен приходить, имея багаж знаний и вопросов 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;
- видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2 Программное обеспечение.**

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);  
Adobe Acrobat;  
FineReader;  
OriginPro 8.1.

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для проведения лабораторных и практических [занятий по дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория на 20 посадочных мест;
- мультимедийный проектор;
- переносной проекционный экран;
- комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине;
- персональные компьютеры;
- программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для самостоятельной работы по дисциплине..

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»**

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

Компетенции		
Индекс	Формулировка <sup>3</sup>	Этап формирования <sup>4</sup>
<b>ПК-6</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии извлечения редких, рассеянных и радиоактивных элементов из рудного и вторичного сырья, их разделении, очистки и получения в виде чистых химических соединений.	промежуточный
<b>ПК-7</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать, совершенствовать и разрабатывать технологии переработки жидких и твердых радиоактивных отходов	промежуточный
<b>ПК-8</b>	Обладание способностью и готовностью выбирать технологическое оборудование для реализации процессов извлечения и получения материалов на основе редких, рассеянных и радиоактивных элементов	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	<p>Знает химические свойства редких, рассеянных и радиоактивных элементов, их состояние в растворах, технологические процессы, применяемые при извлечении редких, рассеянных и радиоактивных элементов и различных сырьевых источников, их разделения и очистки.</p> <p>Умеет применять полученные знания для решения конкретных практических задач.</p> <p>Владеет теоретическими</p>	Правильные ответы на вопросы № 1-15 к экзамену	ПК-6

<sup>3</sup> жирным шрифтом выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>4</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
	<p>знаниями в области химии редких, рассеянных и радиоактивных элементов и их технологии, физико-химическими основами процессов извлечения редких, рассеянных и радиоактивных элементов из рудного и вторичного сырья, их разделения и очистки, современными методами исследования процессов и технологий извлечения, разделения и очистки редких, рассеянных и радиоактивных элементов</p>		
Освоение раздела № 2	<p>Знает известные и перспективные технологические процессы, лежащие в основе технологии переработки жидких и твердых радиоактивных отходов.</p> <p>Умеет применять полученные знания для решения конкретных задач по переработке различных видов радиоактивных отходов.</p> <p>Владеет физико-химическими основами процессов переработки жидких и твердых радиоактивных отходов, современными методами исследования процессов переработки радиоактивных отходов.</p>	Правильные ответы на вопросы № 16-23 к экзамену	ПК-7
Освоение раздела № 3	<p><b>Знает</b> технологическое оборудование, используемое в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов.</p> <p>Умеет выбрать технологическое оборудование для реализации тех или иных технологических процессов.</p>	Правильные ответы на вопросы № 24-27 к экзамену	ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Владеет информацией о современном технологическом оборудовании, используемом в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов, в том числе при переработке жидких и твердых радиоактивных отходов		

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) зачета с оценкой, то шкала оценивания – балльная.

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:**

1. Классификация редких элементов. Роль редких и радиоактивных элементов в развитии важнейших направлений научно-технического прогресса. Области применения в народном хозяйстве. Задачи редкометалльной промышленности. Стоимость и объем производства редкометалльной продукции

2. Редкометальное сырье. Распространенность элементов в земной коре. Руды и минералы редких элементов. Рудные месторождения. Природные запасы и перспективы их увеличения. Вторичное сырье. Задачи комплексной переработки сырья.

3. Растворы соединений редких элементов. Комплексообразование в растворах. Константы устойчивости комплексных ионов. Ряды устойчивости комплексных соединений. Гидролиз и полимеризация. Окислительно-восстановительные реакции в растворах

4. Гидрометаллургия, пирометаллургия и сольвометаллургия. Выщелачивание и растворение. Способы осуществления выщелачивания. Кинетика выщелачивания. Реагенты, используемые при выщелачивании. Выбор и обоснование способа выщелачивания.

5. Ионообменная сорбция. Физико-химические основы метода. Классификация ионитов. Равновесие ионного обмена. Кинетика ионообменной сорбции. Динамика сорбции. Фронтальная и элюэнтная хроматография.

6. Жидкостная экстракция. Физико-химические характеристики метода. Классификация и строение экстрагентов. Механизмы экстракции. Равновесие в экстракционных системах, влияние разбавителей на равновесие. Высаливание. Синергетный эффект. Кинетика экстракционных процессов

7. Процессы кристаллизации, осаждения и соосаждения с коллектором. Закономерности процессов. Растворимость оксидов, гидроксидов и фторидов. Поведение примесей при кристаллизации основного вещества. Понятие изоморфизма. Способы, позволяющие снизить содержание примесей в кристаллах.

8. Технология урана. Особенности выщелачивания урана из руд и концентратов различного состава. Процессы сорбции при извлечении урана из растворов и пульп.



Выделения химических концентратов урана Аффинаж урана. Экстракционный способ аффинажа урана.

9. Химические свойства редкоземельных элементов (РЗЭ). Лантаноидное сжатие. Ядерно-физические свойства РЗЭ. Технология извлечение РЗЭ из рудного сырья. Экстракционные и ионообменные процессы редкоземельных металлов.

10. Химические свойства ниобия и тантала. Технология переработки рудного сырья содержащего ниобий и тантал. Экстракционные разделения ниобия и тантала.

11. Химические и ядерно-физические свойства циркония и гафния. Технология переработки рудного сырья, содержащего ниобий и тантал. Способы разделения циркония и гафния.

12. Химические свойства молибдена и вольфрама. Переработка руд, содержащих молибден и вольфрам. Экстракционные и сорбционные методы в технологии молибдена и вольфрама. Получение металлов. Основы порошковой металлургии. Дуговая, Электроннолучевая и плазменная плавка металлов.

13. Особенности технологии редких рассеянных элементов (на примере рения и германия). Попутное извлечение рассеянных элементов при переработке различных видов сырья. Сорбционные и экстракционные методы. Ректификация тетрахлорида германия. Кристаллофизические методы получения высокочистого германия: зонная плавка, направленная кристаллизация.

14. Гидрометаллургия золота. Физические и химические способы подготовки рудного сырья. Сорбционные способы извлечения золота из растворов и пульп. Явление прегг-робинга и способы его устраниения. Аффинаж золота.

15. Технология платиновых металлов. Концентрирование платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Аффинаж платиновых металлов.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-7:**

16. Редкие металлы в ядерной энергетике. Ядерный топливный цикл. Ядерное топливо на основе обогащенного урана и смеси оксидов урана и плутония (МОХ-топливо). Изменение изотопного состава урана, плутония при их рецикле.

17. Характеристика отработавшего ядерного топлива. Продукты деления ядерного топлива. Накопление трансурановых элементов. Переработка отработавшего ядерного топлива. Экстракционные процессы в технологии переработки а отработавшего ядерного топлива. Пурекс-процесс.

18. Радиоактивное загрязнение контуров ядерных энергетических установок (ЯЭУ) с водным теплоносителем. Классификация и краткая характеристика основных способов дезактивации. Окислительно-восстановительный способ дезактивации оборудования ЯЭУ. Дезактивация съемного контурного оборудования ЯЭУ: составы рецептур, режимы обработки, технические средства. Основные принципы и технология дезактивации контуров ЯЭУ в сборе.

19. Классификация радиоактивных отходов. Основные источники радиоактивных от-ходов. Характеристика радиоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла. Сбор, хранение и переработка жидких радиоактивных отходов низкого уровня активности. Сбор, хранение и переработка жидких радиоактивных отходов среднего уровня активности. Жидкие высокоактивные отходы: сбор, хранение, переработка, локализация. Хранение и окончательное захоронение радиоактивных отходов. Обращение с твердыми радиоактивными отходами. Обращение с газообразными отходами. Обращение с радиоак-тивными отходами атомных электростанций

20. Источники радиоактивных загрязнений: предприятия военно-промышленного комплекса, ядерного топливного цикла, топливно-энергетического (неядерного) комплекса, добывающей промышленности (включая нефте- и газодобывающую), испытания ядерного оружия, «мирные» ядерные взрывы, радиационные аварии, медицинские и научно-исследовательские учреждения, использующие радиоактивные

материалы; другие источники - строительные материалы, минеральные удобрения, промышленные устройства.

21. Общие подходы к разработке и созданию технологий и технических средств очистки загрязненных почв, грунтов и природных вод. Классификация существующих методов, очистки загрязненных почв, грунтов и природных вод.

22. Основные методы очистки водного теплоносителя ЯЭУ различного типа. Коррозия конструкционных материалов энергетических установок. Характеристика продуктов коррозии. Методы подавления и предотвращения коррозии.

23. Специфические особенности радиохимических производств и их учет при проектировании. Обоснование выбора технологической схемы производства. Расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования. Оценка радиационной опасности производства. Разработка компоновочных решений.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-8:**

24. Измельчение и обогащение руд. Принципы организации дробления и измельчения. Дробилки. Мельницы и диспергаторы. Гравитационное, флотационное, магнитное, электростатическое и радиометрическое обогащение. Аппаратура для обогащения. Химическое обогащение руд, автоклавное выщелачивание. Каскады выщелачивания. Механическая переработка пульп после выщелачивания - сгущение, отстаивание, декантация, гидроциклонирование.

25. Оборудование для реализации процессов сорбции из пульп и из осветленных растворов, типы ионообменных колонн, пачуки. Организация непрерывного процесса. Примеры применения сорбционных процессов. Их возможности для решения проблем защиты окружающей среды и переработки бедного сырья.

26. Основные типы экстракторов: смесители-отстойники, колонны, виброэкстракторы, центробежные экстракторы. Примеры применения экстракционных процессов.

27. Специфические особенности радиохимических производств и их учет при проектировании. Обоснование выбора технологической схемы производства. Расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования. Оценка радиационной опасности производства. Разработка компоновочных решений.

К зачету допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, аспирант получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки аспиранта к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

**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 СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.