

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шевчик Андрей Павлович
Должность: Врио ректора
Дата подписания: 23.06.2021 14:49:50
Уникальный программный ключ:
e1e4bb0d4ab042490a99c40e31641575580ad1a202c444b0f04635f280db7607



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
« _____ » _____ 2017 года

Рабочая программа дисциплины

**ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
В ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**
(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация:

№ 01 Химическая технология материалов ЯТЦ

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет
Кафедра

инженерно-технологический
технологии редких элементов и наноматериалов на их основе

Санкт-Петербург
2017

Б1.В.ДВ.03.01

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент ТРЭНМ		ст. н. с. Афонин М.А.

Содержание

1 Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста.....	5
3 Объем дисциплины.....	5
4 Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	6
4.2. Занятия лекционного типа.	6
4.3. Занятия семинарского типа.	8
4.3.1. Семинары, практические занятия.	8
4.3.2. Лабораторные занятия.	9
4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине.	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	16
Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины	17

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
ПК-1	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p align="center">Знание научных основ экстракционной технологии получения редких и радиоактивных элементов и материалов на их основе, особенности диаграмм состояния для бинарных и многокомпонентных систем с расслоением в широкой области независимых переменных состава, состояния ионов металлов в органической фазе с учетом процессов комплексообразования, гидратации и сольватации;</p> <p align="center">Умение организовывать технологический процесс получения индивидуальных редких и радиоактивных элементов в соответствии с требованиями ГОСТов и технических заданий,</p>
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов	<p align="center">Знание математических аспектов описания сложных экстракционных систем в широкой области параметров состояния; взаимосвязи теоретических основ экстракционной технологии редких и радиоактивных элементов с организацией технологических процессов.</p> <p align="center">Умение обосновывать применение метода жидкостной экстракции для получения особо чистых редких элементов, выявлять перспективные малоотходные технологии получения редких элементов и технологии переработки ОЯТ.</p> <p align="center">Владение современной компьютерной базой литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких элементов.</p>
ПСК-1.2	способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО	<p align="center">Знание классификации РАО, требований ОСПОРБ и НРБ к безопасному обращению с РАО, характеристик ВАО, образующихся в ПУРЕКС-процессе.</p> <p align="center">Умение выбирать оптимальные способы обращения и захоронения РАО в зависимости от природы, агрегатного состояния и радиоактивности РАО.</p>

		Владение методиками дезактивации оборудования, расчета материального баланса процессов остекловывания, битумирования и цементирования РАО.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

Дисциплина «Экстракционные процессы в технологии редких и радиоактивных элементов» к вариативной части дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.03.01), изучается на 4 курсе в 8 семестре и на 5 курсе в 9 и 10 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» «Радиохимия», «Оборудование производств редких элементов». Полученные в процессе изучения дисциплины знания и умения могут быть использованы при изучении последующих учебных дисциплин, прохождении практик, при выполнении выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации) и в дальнейшей трудовой деятельности.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр		
		8	9	А
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	12/432	2/72	4/144	6/216
Контактная работа с преподавателем:	229	50	76	103
занятия лекционного типа	32	32	--	--
занятия семинарского типа, в т.ч.				
семинары, практические занятия	16	16	--	
лабораторные работы	162	--	72	90
курсовое проектирование (КР или КП)	--	--	--	--
КСР	19	2	4	13
другие виды контактной работы			-	
Самостоятельная работа	203	22	68	113
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	--	--	--	--
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (3)	зачет	зачет	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 занятия	Лабораторные работы		
1.	Общие понятия и терминология процессов экстракции	4	2		16	ПК-1 ПСК-1.1
2.	Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	4	2	28	30	ПК-1 ПСК-1.1
3.	Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий	6	3	32	34	ПК-1 ПСК-1.1
4.	Кинетика экстракции и межфазные явления	6	3	32	34	ПК-1 ПСК-1.1
5.	Математическое моделирование процессов экстракции	6	3	32	34	ПК-1 ПСК-1.1
6.	Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ	6	3	38	55	ПК-1 ПСК-1.1 ПСК-1.2
	ИТОГО	32	16	162	203	

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные понятия химии экстракции. Экстрагирование. Экстрагент. Экстракционный реагент. Разбавитель. Экстракт. Рафинат. Равновесное состояние. Коэффициент распределения. Фактор разделения. Изотерма экстракции. Термодинамическая константа экстракции. Эффективная и концентрационная константы экстракции. Степень извлечения. Реэкстракция. Реэкстрагент. Реэкстракт. Коэффициент обогащения. Коэффициент очистки. Промывка. Промывной	4	Слайд-презентация

	раствор. Раствор от промывки.		
2	Нейтральные фосфорорганические соединения, их физико-химические свойства. Смешиваемость нейтральных фосфорорганических соединений с разбавителями различных классов, пожаро- и взрывобезопасность смесей на основе НФОС. Нейтральные кислородсодержащие экстрагенты, их физико-химические свойства. Высокомолекулярные спирты, эфиры, макроциклические полиэфиры (краун-эфиры), кетоны. Нейтральные серу- и азотсодержащие экстрагенты.. Катионообменные экстрагенты. Карбоновые и нафтеновые кислоты, их физико - химические свойства. Фосфорорганические кислоты, их физико - химические свойства. Анионообменные экстрагенты и органические основания, их физико - химические свойства. Четвертичные аммониевые основания. Первичные, вторичные и третичные амины. Бинарные экстрагенты и способы их приготовления. Хелатообразующие экстрагенты и их физико-химические свойства. Гидроксиоксими, 8-оксихинолин, β-дикетоны.	4	Слайд-презентация
3	Физическое распределение. Экстракция неорганических веществ. Экстракция кислот. Влияние природы реагентов на распределение. Экстракция нейтральными экстрагентами. Сольватный механизм. Гидратно - сольватный механизм. Экстракция органическими основаниями. Механизм экстракции. Взаимодействие аминов с кислотами. Ассоциация аммониевых соединений. Гидратация аммониевых соединений. Влияние модификаторов на экстракцию вещества аммониевыми солями. Равновесия при экстракции кислот аминами. Анионный обмен. Экстракция солей металлов аммониевыми основаниями. Экстракция органическими кислотами. Равновесия при катионообменной экстракции. Влияние природы реагентов на экстракцию. Экстракция смесями экстрагентов. Понятие о синергетической экстракции, антагонистический эффект. Коэффициент синергизма. Представления об экстракции смесями экстрагентов, как реакции образования смешаннолигандных сольватов и соединений в органической фазе. Уравнения материального баланса в водной и органической фазах. Термодинамическая и концентрационная константы фазовых равновесий и их взаимосвязь. Энтальпия и энтропия фазового равновесия. Математическое описание изотерм экстракции соединений металлов экстрагентами различных классов	6	Слайд-презентация
4	Массопередача в системе жидкость - жидкость. Массопередача в перемешиваемых системах. Массопередача с химическими реакциями. Молекулярная диффузия с химическими реакциями в фазах. Массопередача с объемными реакциями при перемешивании фаз. Массопередача с поверхностными реакциями. Молекулярная диффузия с поверхностными химическими реакциями. Массопередача с поверхностными реакциями при перемешивании в фазах. Кинетика реакций при образовании структурно - механического барьера. Молекулярная диффузия через неизменный струк-	6	Слайд-презентация

	турно - механический барьер. Экспериментальные методы изучения кинетики химических реакций при экстракции.		
5	Расчет равновесных характеристик экстракционных систем. Типовые модели структуры потоков. Определение параметров моделей структуры потоков. Расчеты процесса экстракции с учетом структуры потоков. Динамические методы экстракционного разделения. Способ полупротивотока. Метод полного орошения. Непрерывная полупротивоточная экстракция. Ячеечная модель квазиравновесных экстракционных процессов. Математическое описание и моделирование экстракционных процессов с учетом изменения коэффициентов распределения, факторов разделения на каждой из ступеней процесса.	6	Слайд-презентация
6	Экстракционное разделение и глубокая очистка редкоземельных металлов от контролируемых примесей соседних редкоземельных металлов. Использование НФОС в системах с высаливателями и теоретическое обоснование метода. Использование смесей на основе экстрагентов различных классов и теоретическое обоснование метода. Использование систем на основе экстрагентов различных классов, комплексонов, высаливателей и теоретическое обоснование метода. Разделение и глубокая очистка соединений циркония и гафния и теоретическое обоснование метода. Разделение и глубокая очистка соединений ниобия и тантала и теоретическое обоснование метода. Особенности очистки редкоземельного сырья и соединений от естественных радиоактивных примесей с использованием экстракционного метода. Использование экстракционных технологий для получения соединений урана и тория. Использование экстракционных технологии в переработке ОЯТ.	6	Слайд-презентация
	ИТОГО:		32 ч

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раз-дела дисциплины	Наименование	Трудоемкость (час)	Инновационная форма
1	Общие понятия и терминология процессов экстракции	2	Слайд-презентация. Групповая дис-

			куссия.
2	Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
3	Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий	3	Слайд-презентация.
4	Кинетика экстракции и межфазные явления	3	Слайд-презентация.
5	Математическое моделирование процессов экстракции	3	Слайд-презентация
6	Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ	3	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
	Итого	16	

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
2	Подготовка экстрагентов и экстракционных смесей для проведения процессов жидкостной экстракции	28
3	Определение изотерм экстракции азотной и соляной кислот при использовании три-н-бутилфосфата и высокомолекулярных спиртов в качестве экстрагентов	32
4	Изучение кинетики экстракции азотной кислоты и нитратов редкоземельных металлов с использованием бинарных экстрагентов	32
5	Физико-химическое обоснование и расчет экстракционного каскада разделения неодима и празеодима	32
6	Совместная экстракция редкоземельных металлов, уранила и тория с использованием три-н-бутилфосфата	38
	Итого	162

4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов

Рабочей программой дисциплины «Экстракционные процессы в технологии редких и радиоактивных элементов» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

проработку конспектов лекций;

подготовку к лабораторным и практическим занятиям;

работу с Интернет-источниками;

посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций, проводимых в Санкт-Петербурге;

подготовку к сдаче зачетов.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников. По каждой из тем следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. ***

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
Раздел 1 Общие понятия и терминология процессов экстракции	Подготовка экстрагентов и экстракционных смесей для проведения процессов жидкостной экстракции	16	Устный опрос №1
Раздел 2 Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	Сравнительная характеристика различных классов экстрагентов для выделения и разделения редких и радиоактивных элементов	30	Устный опрос №2
Раздел 3 Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий	Влияние различных факторов на изотерму экстракции соединений редких металлов: температура, наличие высаливателя в водной фазе, наличие комплексообразователя в водной фазе, природы экстрагента, концентрации экстрагента в разбавителе, кислотности среды.	34	Устный опрос №3
Раздел 4 Кинетика экстракции	Кинетика экстракции редких и радиоактивных элементов на компо-	34	Устный опрос №4

ции и межфазные явления	зиционных материалах		
Раздел 5 Математическое моделирование процессов экстракции	Расчет равновесного состава многокомпонентных экстракционных систем	34	Устный опрос №5
Раздел 6 Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ	Обзор современной литературы по экстракционной технологии получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ.	55	Устный опрос №6
	Итого:	203	

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 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 3-х зачетов.

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

Зачеты предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и/или защита лабораторной работы (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета в 8 семестре студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Дать определение, что такое экстрагент, разбавитель, экстракт и рафинат.
2. Массопередача с объемными реакциями при перемешивании фаз.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

При сдаче зачета по лабораторному практикуму, студент получает вопросы по теме лабораторной работы

Пример варианта вопросов на зачете по лабораторному практикуму:

Вариант № 1

1. Разделение и глубокая очистка соединений ниобия и тантала методом жидкостной экстракции.
2. Особенности очистки редкоземельного сырья и соединений от естественных радиоактивных примесей с использованием экстракционного метода.

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

а) основная литература:

7.1 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).

7.2 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).

7.3 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).

б) дополнительная литература:

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

7.5 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).

7.6 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)

7.7 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.

в) вспомогательная литература:

7.8 Золотов Ю.А. и др. Гидрометаллургические процессы переработки нетрадиционного сырья редких и цветных металлов. Москва: ФОРУМ, 2010. 180 с.

- 7.9 Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М. Концентрирование микроэлементов. Москва: Химия, 1982. 288 с.
- 7.10 Золотов Ю.А., Иофа Б. З., Чучалин Л.К. Экстракция галогенидных комплексов металлов. Москва: Наука, 1973. 379 с.
- 7.11 Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений. Москва: Наука, 1968. 295 с.
- 7.12 Фомин В.В. Кинетика экстракции. Москва: Атомиздат, 1978. 120 с.
- 7.13 Евсеев А.М., Николаева Л.С. Математическое моделирование химических равновесий. Москва: МГУ, 1988. 192 с.
- 7.14 Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. 4-е изд. Москва: Интермет Инжиниринг, 2003. 464 с.
- 7.15 Ивахно С.Ю., Юртов Е.В. Мембранная экстракция // «Неорганическая химия» (Итоги науки и техники) / под ред. Ягодин Г.А. Москва: ВИНТИ, 1990. Т. 18. С. 3–174.
- 7.16 Николаев А.В. и др. Экстракция неорганических веществ (Диаграммы расщепления, распределения, высаливания и разделения) / под ред. А. В. Николаева. Новосибирск: Наука, 1970. 339 с.
- 7.17 Николотова З.И. Экстракция нейтральными органическими соединениями. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1999. 544 с.
- 7.18 Коровин С.С. и др. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга I / под ред. Коровин С.С. Москва: МИСИС, 1996. 376 с.
- 7.19 Тарасов В.В., Ягодин Г.А. Кинетика экстракции // «Неорганическая химия» (Итоги науки и техники). Москва: ВИНТИ, 1974. Т. 4. С. 117.
- 7.20 Ягодин Г.А. и др. Основы жидкостной экстракции / под ред. Ягодина Г.А. Москва: Химия, 1981. 400 с.
- 7.21 Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикеев Ю.Б. Редкоземельные металлы. Москва: Metallurgia, 1987. 232 с.
- 7.22 Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива. Москва: Атомэнергоиздат, 2006. 576 с.
- 7.23 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.
- 7.24 Михайличенко, Редкоземельные металлы / А.И Михайличенко, Е.Б. Михлин, Ю.Б. Патрикеев.- М. Metallurgia. 1987.
- 7.25 Цирконий и гафний. / Г.С. Скиба, В.А. Маслобоев, Н.Б. Воскобойников, А.М. Калинин .- М.: Наука, 2002. 272 с.
- 7.26 Ягодин, Г.А. Технология редких металлов в атомной технике / Г.А. Ягодин, О.А. Синегрибова, А.М. Чекмарев.- М. Атомиздат. 1974. 344 с.
- 7.27 Николаев, А.И. Экстракция ниобия и тантала / А.И. Николаев, С.Г. Майоров.- Апатиты. Кольский научный центр. 1995. 210 с.
- 7.28 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 «Библиотек»
- 8.2 <http://e.lanbook.com> – сайт Электронно-библиотечной системы "Лань"
- 8.3 <http://lib.wwe.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://nora.o.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.cnsheb.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 зна-

ний, 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.

8.20 <http://www.doaj.org> - DOAJ : Директория научных журналов открытого доступа. Тематика: биология, энвайронментология, химия, сельское хозяйство и пищевые технологии, история и археология, юриспруденция и политика, философия и религия, наука в целом, искусство и архитектура, бизнес и экономика, науки о земле, технические и прикладные науки, здравоохранение, языкознание и литература, математика и др. Коллекция по химии содержит около 100 журналов. Глубина архива варьируется от издания к изданию. Поиск по названию журнала. Полные тексты статей в HTML- и PDF- форматах.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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.

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).

При изучении дисциплины предусматривается использование активных форм проведения занятий: с разбором конкретных ситуаций, сложившихся в зонах воздействия опасных и вредных факторов, и возможных принципов и методов защиты.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, необходимо 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;

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 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.

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

Для проведения лекционных и практических занятий используются видеоматериалы и учебные фильмы.

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

Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью, оснащены лабораторным оборудованием: спектрофотометры СФ-46, фотоколориметр, весы технические и аналитические, рН-метры.

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 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Экстракционные процессы в технологии редких и
радиоактивных элементов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка¹	Этап формирования²
ПК-1	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	промежуточный
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов	промежуточный
ПСК-1.2	должен обладать способностью осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Раздел 1 Общие понятия и терминология процессов экстракции	Знать физический смысл и определение коэффициента распределения, массового коэффициента распределения, фактора разделения, степени извлечения, коэффициента обогащения, коэффициента очистки; уметь поставить эксперимент по построению изотермы экстракции;	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету	ПК-1 ПСК-1.1

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

² 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>владеть терминологией жидкостной экстракции, методами расчета концентрационных, эффективных и термодинамических констант экстракции;</p>		
<p>Раздел 2 Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов</p>	<p>Знать классификацию экстрагентов и физико-химические свойства основных классов экстрагентов, экстрагенты, применяемые в производстве редких элементов и в радиохимической технологии, требования к экстрагентам в зависимости от области их применения.</p> <p>Владеть методами выбора оптимального экстрагента для решения типовых задач технологии редких и радиоактивных экстрагентов;</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №5-16 к зачету</p>	<p>ПК-1 ПСК-1.1</p>
<p>Раздел 3 Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий</p>	<p>Знать классификацию экстракционных процессов по механизму переноса вещества между фазами: физическое распределение, экстракция по ионообменному, гидратно-сольватному механизму, понятие синергизма и антагонизма, особенности экстракции неорганических кислот и солей экстрагентами разного типа;</p> <p>Уметь рассчитать материальный баланс экстракционного равновесия в многокомпонентной системе, провести математический анализ изотермы экстракции и ее моделирование;</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №19-24 к зачету</p>	<p>ПК-1 ПСК-1.1</p>
<p>Раздел 4 Кинетика экстракции и межфазные явления</p>	<p>Знать экспериментальные методы изучения кинетики химических реакций при экстракции, физико-химические основы динамического разделения, кинетику реакций при образовании структурно-механического барьера, закономерности молекулярной диффузии через неизменный структурно-механический барьер.</p> <p>Уметь поставить эксперимент по определению типа массопередачи в экстракционной системе: массопередача с химическими реакциями, с объемными реакциями при перемешивании фаз, с поверхностными реакциями, с поверхностными реакциями при перемешивании в</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №26-32 к зачету</p>	<p>ПК-1 ПСК-1.1</p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>фазах, молекулярная диффузия с химическими реакциями в фазах, с поверхностными химическими реакциями.</p> <p>Владеть современными экспериментальными данными по применению динамической экстракции редких и радиоактивных элементов и математическими моделями динамического разделения элементов.</p>		
Раздел 5 Математическое моделирование процессов экстракции	<p>Знать типовые модели структуры потоков: способ полупротока, метод полного орошения, непрерывная полупротоочная экстракция.</p> <p>Уметь использовать ячеечную модель квазиравновесных экстракционных процессов</p> <p>Владеть методом математического описание и моделирование экстракционных процессов с учетом изменения коэффициентов распределения, факторов разделения на каждой из ступеней процесса;</p>	Правильные ответы на вопросы №33-40 к зачету	ПК-1 ПСК-1.1
Раздел 6 Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высококислотных веществ	<p>Знать методологию выбора и использования систем на основе экстрагентов различных классов, комплексонов и высаливателей для выделения, концентрирования и фракционирования редких и радиоактивных элементов.</p> <p>Уметь использовать НФОС в системах с высаливателями, использовать смеси на основе экстрагентов различных классов, использование систем на основе экстрагентов различных классов, комплексонов, высаливателей.</p> <p>Владеть методами использования особенностей очистки редкоземельного сырья и соединений от естественных радиоактивных примесей с использованием экстракционного метода, методами разделения и глубокой очистки соединений циркония и гафния, разделения и глубокой очистки соединений ниобия и тантала, экстракционных технологии для получения соединений урана и тория.</p>	Правильные ответы на вопросы №41-48 к зачету	ПК-1 ПСК-1.1 ПСК-1.2

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме зачета.
Результат оценивания зачета – «зачтено», «не зачтено».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1, ПСК-1.1, ПСК-1.2

1. Дать определение, что такое -экстрагент, разбавитель, экстракт и рафинат.
2. Дать определение, что такое коэффициент распределения, массовый коэффициент распределения, фактор разделения и изотерма экстракции.
3. Дать определение, что такое термодинамическая константа экстракции, эффективная и концентрационная константы экстракции
4. Дать определение, что такое степень извлечения, реэкстракция, реэкстракт, коэффициент обогащения, коэффициент очистки, промывка органической фазы.
5. Нейтральные фосфорорганические соединения, их физико-химические свойства.
6. Нейтральные кислородсодержащие экстрагенты, их физико-химические свойства. Высокомолекулярные спирты, эфиры, макроциклические полиэфиры (краун-эфиры), кетоны. Наиболее часто встречающиеся представители указанного класса соединений - октиловый спирт, метилизобутилкетон, дибензо-краун-6, диэтиловый эфир.
7. Нейтральные серу- и азотсодержащие экстрагенты. Сульфоксиды, N-оксиды, их физико-химические свойства.
8. Катионообменные экстрагенты. Карбоновые и нафтенновые кислоты, их физико - химические свойства.
9. Фосфорорганические кислоты, их физико - химические свойства.
10. Ди-2-этилгексилфосфорная кислота, как экстрагент, имеющий наибольшее применение в экстракционных процессах.
11. Сульфоновые кислоты, фенолы и другие экстрагенты.
12. Анионообменные экстрагенты и органические основания, их физико - химические свойства.
13. Первичные, вторичные амины и третичные амины, как экстрагенты.
14. Четвертичные аммониевые основания. Нитрат и хлорид триалкилметиламмония. Нитрат и хлорид триалкилбензиламмония.
15. Бинарные экстрагенты и способы их приготовления.
16. Хелатообразующие экстрагенты и их физико-химические свойства. Гидроксиоксимы, δ -оксихинолин и его производные, β -дикетоны.
17. Физическое распределение.

18. Экстракция кислот.
19. Экстракция нейтральными экстрагентами. Сольватный механизм. Гидратно - сольватный механизм
20. Экстракция органическими основаниями. Механизм экстракции. Взаимодействие аминов с кислотами.
21. Анионный обмен. Экстракция солей металлов аммониевыми основаниями.
22. Экстракция органическими кислотами. Равновесия при катионообменной экстракции.
23. Экстракция смесями экстрагентов. Понятие о синергетической экстракции, антагонистический эффект. Коэффициент синергизма. Представления об экстракции смесями экстрагентов, как реакции образования смешаннолигандных сольватов и соединений в органической фазе.
24. Уравнения материального баланса в водной и органической фазах.
25. Математическое описание изотерм экстракции соединений металлов экстрагентами различных классов.
26. Экспериментальные методы изучения кинетики химических реакций при экстракции. Массопередача в перемешиваемых системах.
27. Массопередача с химическими реакциями, с объемными реакциями при перемешивании фаз, с поверхностными реакциями, с поверхностными реакциями при перемешивании в фазах.
28. Молекулярная диффузия с химическими реакциями в фазах, с поверхностными химическими реакциями.
29. Кинетика реакций при образовании структурно - механического барьера. Молекулярная диффузия через неизменный структурно - механический барьер.
30. Физико-химические основы динамического разделения
31. Экспериментальные данные по динамической экстракции элементов
32. Математические модели динамического разделения элементов
33. Типовые модели структуры потоков.
34. Расчеты процесса экстракции с учетом структуры потоков.
35. Динамические методы экстракционного разделения.

36. Способ полупротоотока.
37. Метод полного орошения.
38. Непрерывная полупротооточная экстракция.
39. Ячеечная модель квазиравновесных экстракционных процессов.
40. Математическое описание и моделирование экстракционных процессов с учетом изменения коэффициентов распределения, факторов разделения на каждой из ступеней процесса.

41. Экстракционное разделение и глубокая очистка редкоземельных металлов от контролируемых примесей соседних редкоземельных металлов.
42. Использование НФОС в системах с высаливателями.
43. Использование смесей на основе экстрагентов различных классов.
44. Использование систем на основе экстрагентов различных классов, комплексонов, высаливателей
45. Разделение и глубокая очистка соединений циркония и гафния методом жидкостной экстракции.
46. Разделение и глубокая очистка соединений ниобия и тантала методом жидкостной экстракции.
47. Особенности очистки редкоземельного сырья и соединений от естественных радиоактивных примесей с использованием экстракционного метода.
48. Использование экстракционных технологий для получения соединений урана и тория.

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

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