

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.11.2023 13:37:38
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
«31» мая 2021 года

Рабочая программа дисциплины

**ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ И
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ**

(Начало подготовки – 2021 год)

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация:

№ 07 Химическая технология редких и редкоземельных металлов

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет
Кафедра

инженерно-технологический
технологии редких элементов и наноматериалов на их основе

Санкт-Петербург
2021

Б1.В.07.05

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Экстракционные процессы в технологии редких и редкоземельных элементов» обсуждена на заседании кафедры ТРЭНМ
протокол от «10» марта 2021 г. № 5
Заведующий кафедрой

А.А. Блохин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «27» мая 2021 № 8-

Председатель

А.П. Сула

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология материалов современной энергетики»		профессор И.В. Юдин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2	Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста.....	4
3	Объем дисциплины.....	5
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.	10
4.4.	Самостоятельная работа обучающихся студентов.....	10
5.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине.	12
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	14
9.	Методические указания 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
10.3.	Базы данных и информационные справочные системы.	15
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	15
12.	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	15
	Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины	16

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

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>1. ПК-6 Способен к осуществлению и корректировке технологических процессов производства редких и редкоземельных металлов и реализации мер по обеспечению их безопасности</p>	<p>ПК-6.5 Выбор и обоснование экстракционной технологии производства редких и редкоземельных металлов, включая стадии очистки от примесей, разделения близких по свойствам элементов и их концентрирования</p>	<p>Знать: научные основы экстракционной технологии получения редких и редкоземельных металлов с использованием экстрагентов различных классов; Уметь: рассчитывать экстракционные каскады различных типов; Владеть: современной компьютерной базой литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких и редкоземельных металлов</p>
<p>2. ПК-6 Способен к осуществлению и корректировке технологических процессов производства редких и редкоземельных металлов и реализации мер по обеспечению их безопасности</p>	<p>ПК-6.6 Применение экстракционных процессов для получения индивидуальных редких, редкоземельных и радиоактивных элементов.</p>	<p>Знать: современное состояние развития экстракционных технологий получения индивидуальных редких и редкоземельных металлов; Уметь: выявить наиболее избирательные экстрагенты для решения практических задач и подобрать оптимальные условия процесса экстракции в каскадах различных типов; Владеть: методами проведения исследования по разработке экстракционных процессов в производства редких элементов, навыками подбора экстрагентов для решения практических задач.</p>

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

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

Дисциплина «Экстракционные процессы в технологии редких и редкоземельных металлов» (Б1.В.07.05) относится к дисциплинам специализации и изучается на 3 курсе в 6 семестре и на 4 курсе в 7 семестре.

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». 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	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	9/324	5/180	4/144
Контактная работа с преподавателем:	144	54	90
занятия лекционного типа	36	36	0
занятия семинарского типа, в т.ч.	108	18	90
семинары, практические занятия	18	18	0
лабораторные работы (в т.ч. практическая подготовка)	90 (27)	0	90 (27)
курсовое проектирование (КР или КП)	0	0	0
КСР	0	0	0
другие виды контактной работы	0	0	0
Самостоятельная работа	180	126	54
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	0	0	0
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	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, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Общие понятия и терминология процессов экстракции	4	2	15	30	ПК-6, ПК-6.5
2.	Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	6	2	15	30	ПК-6, ПК-6.5
3.	Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий	8	3	15	30	ПК-6, ПК-6.5, ПК-6.6
4.	Кинетика экстракции и межфазные явления	6	4	15	30	ПК-6, ПК-6.5, ПК-6.6
5.	Математическое моделирование процессов экстракции	6	3	15	30	ПК-6, ПК-6.5, ПК-6.6
6.	Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ	6	4	15	30	ПК-6, ПК-6.5, ПК-6.6
	ИТОГО	36	18	90	180	

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 раствор. Раствор от промывки.	4	ЛВ
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 нафтенновые 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. Гидроксисимы, 8-оксихинолин, β-дикетоны.	6	ЛВ
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	8	ЛВ

	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		
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 структурно - механический барьер. Экспериментальные методы изучения кинетики химических реакций при экстракции.	6	ЛВ
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	ЛВ
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	6	ЛВ

	урана и тория. Использование экстракционных технологии в переработке ОЯТ.		
	ИТОГО:	36	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование	Трудоемкость (час)	Инновационная форма
1	Общие понятия и терминология процессов экстракции	2	ЛВ. РД
2	Основные классы экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	2	ЛВ.РД
3	Физико-химические положения, формирующие основу для математического описания и моделирования экстракционных равновесий	3	КтСм
4	Кинетика экстракции и межфазные явления	4	ЛВ. РД
5	Математическое моделирование процессов экстракции	3	КтСм
6	Применение экстракционных процессов для получения соединений редких, радиоактивных элементов и высокочистых веществ	4	ЛВ. РД
	Итого	18	

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ разде-ла дисципли-ны	Наименование лабораторных работ	Объем, акад. часы	
		Всего	В том числе на практ. подгот.
1	Аналитическое сопровождение исследования экстракционных равновесий	15	4
2	Изотерма экстракции. Экстракция РЗЭ три-н-бутилфосфатом. Вычисление концентрационных и термодинамических констант экстракции. Влияние на коэффициент распределения величины начальной концентрации РЗЭ.	15	4
3	Изотерма экстракции. Экстракция РЗЭ три-н-бутилфосфатом. Вычисление концентрационных и термодинамических констант экстракции. Влияние на коэффициент распределения величины концентрации высаливателей.	15	4
4	Кинетика экстракции. Экстракция РЗЭ фосфорорганическими кислотами. Вычисление констант скорости реакций экстракции.	15	5
5	Математическое моделирование процессов экстракции. Расчет числа ступеней экстракционного каскада. Расчет профилей концентрации элементов по ступеням каскада.	15	5
6	Математическое моделирование процессов экстракции. Оптимизация режима работы экстракционного каскада.	15	5
Итого		90	27

4.4 Самостоятельная работа обучающихся студентов

№ 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	30	Устный опрос №1
Раздел 2 Основные классы	Сравнительная характеристика различных классов экстрагентов для выделения и разделения редких	30	Устный опрос №2

экстрагентов, применяемых в технологии соединений редких элементов	и радиоактивных элементов		
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.	30	Устный опрос №3
Раздел 4 Кинетика экстракции и межфазные явления	Кинетика экстракции редких и радиоактивных элементов на композиционных материалах	30	Устный опрос №4
Раздел 5 Математическое моделирование процессов экстракции	Расчет равновесного состава многокомпонентных экстракционных систем	30	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.	30	Устный опрос №6
	Итого:	180	

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 зачета.

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

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами (заданиями) (для проверки знаний).

При сдаче зачета в 6 семестре студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Сдача зачета в 7 семестре проводится в форме собеседования по результатам выполнения лабораторных работ, оформленных в виде отчетов по каждой работе.

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

7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) печатные учебные издания

7.1 Пяртман , А. К. Процессы расслоения в трехкомпонентной жидкой системе : методические указания / А. К. Пяртман ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 21 с.

7.2 Пяртман , А. К. Определение изотерм экстракции нитрата уранила (VI) при использовании полимерных композиционных материалов с три-н.-бутилфосфатом :

методические указания / А. К. Пяртман ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ) 2012. - 22 с.

7.3 Пяртман, А. К. Функциональные и многофункциональные наноматериалы и нанокompозиты на основе редких элементов : учебное пособие / А. К. Пяртман, А. А. Копырин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 162 с.

7.4 Жидкостная экстракция редкоземельных элементов: учебное пособие / А. А. Копырин, М. А. Афонин, А. А. Фомичев, М. С. Бахарев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких и рассеянных элементов. - Санкт-Петербург : 2007. - 86 с.

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

б) электронные учебные издания

7.6 Расчет материальных балансов и оборудования для выщелачивания руд и концентратов : учебное пособие / Ю. В. Мурашкин, А. А. Блохин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 51 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7.7 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; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 68 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7.8 Химия и технология скандия: учебное пособие/ А. А. Блохин, Ю. В. Мурашкин, В. А. Кескинов, М. А. Афонин, А. В. Нечаев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра технологии редких элементов и наноматериалов на их основе. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 52 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7.9 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; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра инженерной радиоэкологии и

радиохимической технологии. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 23 с.// СПбГТИ. Электронная библиотека.-URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.03.2021).- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

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

10.3. Базы данных и 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 аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 25 посадочных мест.

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

Для проведения лабораторного практикума используются две лаборатории, снабженные вытяжной вентиляцией.

Экспериментальные установки для проведения лабораторных работ, фотоэлектроколориметры, спектрофотометры, рН-метры.

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.

Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины

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

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс	Содержание	Этап формирования
ПК-6	Способен к осуществлению и корректировке технологических процессов производства редких и редкоземельных металлов и реализации мер по обеспечению их безопасности	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-6.5 Выбор и обоснование экстракционной технологии производства редких и редкоземельных металлов, включая стадии очистки от примесей, разделения близких по свойствам элементов и их концентрирования	Знает: научные основы экстракционной технологии получения редких и редкоземельных металлов с использованием экстрагентов различных классов;	Правильные ответы на вопросы № 1--48 к зачету	Ориентируется в научных основах экстракционной технологии получения редких и редкоземельных металлов с использованием экстрагентов различных классов, но слабо и с ошибками.	Ориентируется в научных основах экстракционной технологии получения редких и редкоземельных металлов с использованием экстрагентов различных классов, но не всегда уверенно отвечает на вопросы.	Уверенно ориентируется в научных основах экстракционной технологии получения редких и редкоземельных металлов с использованием экстрагентов различных классов
	Умеет: рассчитывать экстракционные каскады различных типов	Правильные ответы на вопросы № 9-16 к зачету	Имеет представление о методах расчета экстракционных каскадов различных типов, но делает ошибки в методах расчета количества ступеней.	Владеет методами расчета экстракционных каскадов различных типов, но не уверен в методах расчета количества ступеней.	Умеет рассчитывать экстракционные каскады различных типов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет: современной компьютерной базой литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких и редкоземельных металлов	Правильные ответы на вопросы № 17-24 к зачету.	В целом имеет представление о современной компьютерной базе литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких и редкоземельных металлов, но затрудняется в ее использовании	Владеет современной компьютерной базой литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких и редкоземельных металлов, но неуверенно ею пользуется.	Владеет современной компьютерной базой литературных и патентных данных по экстракционной технологии редких и редкоземельных металлов.
ПК-6.6 Применение экстракционных процессов для получения индивидуальных редких, редкоземельных и радиоактивных	Знает современное состояние развития экстракционных технологий получения индивидуальных редких и редкоземельных металлов	Правильные ответы на вопросы № 25-32 к зачету	Имеет общее представление о современном состоянии развития экстракционных технологий получения индивидуальных редких и редкоземельных металлов, но неполное.	Ориентируется в современном состоянии развития экстракционных технологий получения индивидуальных редких и редкоземельных металлов, но не вполне уверенно.	Уверенно ориентируется в современном состоянии развития экстракционных технологий получения индивидуальных редких и редкоземельных металлов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции элементов	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Умеет: выявить наиболее избирательные экстрагенты для решения практических задач и подобрать оптимальные условия процесса экстракции в каскадах различных типов	Правильные ответы на вопросы № 33-40 к зачету	Умеет выявлять наиболее избирательные экстрагенты для решения практических задач и подобрать оптимальные условия процесса экстракции в каскадах различных типов, но допускает ошибочные решения при выборе оптимальных условий	Умеет выявлять наиболее избирательные экстрагенты для решения практических задач и подобрать оптимальные условия процесса экстракции в каскадах различных типов, но не всегда правильно выбирает оптимальные условия	Умеет выявлять наиболее избирательные экстрагенты для решения практических задач и подобрать оптимальные условия процесса экстракции в каскадах различных типов, правильно выбирает оптимальные условия
	Владеет: методами проведения исследования по разработке экстракционных процессов в производстве редких элементов, навыками подбора экстрагентов для решения практических задач.	Правильные ответы на вопросы № 41-48 к зачету.	Имеет общее представление о методах проведения исследования по разработке экстракционных процессов в производстве редких элементов, навыками подбора экстрагентов для решения практических задач, но допускает	Владеет методами проведения исследования по разработке экстракционных процессов в производстве редких элементов, навыками подбора экстрагентов для решения практических задач, но не всегда	Владеет методами проведения исследования по разработке экстракционных процессов в производстве редких элементов, навыками подбора экстрагентов для решения практических задач, правильно применяет

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			ошибки в применении методов исследования и в выборе экстрагента.	правильно применяет методы исследования и выбор экстрагента.	методы исследования и выбор экстрагента.

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-6.

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.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится и в форме собеседования по результатам выполнения лабораторных работ, оформленных в виде отчетов по каждой работе.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.