

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«*Р*» *июль* 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Электрохимические производства			
Направление подготовки/ специальность	18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология материалов современной энергетики		
Специализация	Химическая технология материалов ядерного топливного цикла		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	5	семестр	10
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
------------------------------	---------	------------------------------	-----------

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения Руководитель ООП Преподаватель		Горюнов А.Г.
		Леонова Л.А.
		Ворошилов Ф.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-2	Способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	ПК(У)-2.В3	Владеет навыками расчета электрохимических процессов и оборудования в технологии редких, радиоактивных и благородных металлов
		ПК(У)-2.В4	Владеет навыками проведения электрохимических процессов из водных и расплавленных сред, анализа результатов проведения процесса электролиза, расчёта выхода продукта и оценивания эффективности электрохимического процесса
		ПК(У)-2.У3	Умеет осуществить материальный, конструктивный, энергетический, электротехнический расчеты при проектировании электролизера
		ПК(У)-2.У4	Умеет выбрать тип электролизера и материалы электродов для получения редких элементов, необходимый электролит и условия процесса
		ПК(У)-2.33	Знает особенности электролиза водных растворов и расплавленных сред; применение электролитических процессов в технологии редких, радиоактивных и благородных металлов
		ПК(У)-2.34	Знать и понимать теоретические основы прикладной электрохимии, термодинамику и кинетику электрохимических процессов, знать аппаратное оформление процесса

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Определять необходимый вид оборудования. Проводить оценку производительности аппарата. Знать способы и методы расчета электрохимических реакций Уметь подготавливать оборудование к проведению технологического процесса на основе регламентирующих документов.	ПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение, основы прикладной электрохимии	РД-1 Знать классификацию различных видов электролиза	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Электролиз водных растворов	РД-2 Уметь подготавливать оборудование к проведению технологического процесса на основе регламентирующих документов	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	18
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Электролиз расплавленных сред	РД-1. Определять необходимый вид оборудования. Проводить оценку производительности аппарата	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Устройство электрохимического оборудования	РД-1 Знать способы и методы расчета электрохимических реакций	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Раздел 5. Электрохимические процессы в производстве редких, рассеянных и радиоактивных элементов.	РД-1 Определять необходимый вид оборудования.	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 6. Основы проектирования электрохимических аппаратов	РД-1 Знать способы и методы расчета электрохимических реакций	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение, основы прикладной электрохимии

Лекция 1. Введение. Цели и задачи освоения дисциплины. Организация электрохимического процесса. Термодинамика и кинетика электрохимического процесса.

Лекция 2. Поляризационные кривые, поляризация и ее виды. Основы прикладной электрохимии: выход по току, выход по энергии, плотность тока, напряжение на электролизной ванне

Раздел 2. Электролиз водных растворов.

Лекция 3. Гидроэлектрометаллургия. Электроэкстракция.

Технология получения металлов из пирометаллургических руд. Очистка технологических растворов от примесей и продуктов электролиза. Недостатки и пути совершенствования процесса.

Лекция 4. Электрорафинирование металлов

Значение меди в народном хозяйстве. Технические условия рафинирования, поведение примесей. Состав раствора. Циркуляция. Показатели рафинирования.

Лабораторная работа 1. Получение хлора и хлорпроизводных электролизом.

Лабораторная работа 2. Электроэкстракция меди из продуктивных растворов подземного выщелачивания.

Лабораторная работа 3. Электрорафинирование никеля

Раздел 3. Электролиз расплавленных сред

Лекция 5. Физико-химические свойства расплавленных сред

Диаграммы плавкости двойных систем, тройных систем. Подготовка исходных солей.

Удельная электропроводность. Вязкость.

Лекция 6. Особенности электролиза расплавленных сред

Состав электролита. Температура. Плотность тока. Межэлектродное расстояние. Анодный эффект

Лабораторная работа 1. Получение фтора электролизом

Раздел 4. Устройство электрохимического оборудования

Лекции 7. Конструкция высокотемпературного электролизера.

Катодный и анодный комплекты, корпус, диафрагмы, вспомогательное оборудование.

Особенности электролизеров для расплавов.

Раздел 5. Электрохимические процессы в производстве редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Лекция 8. Электролитическое получение лития, циркония, бериллия, неодима.

Технологические схемы. Особенности процессов. Отмывка катодного осадка от остатков электролита.

Лекция 9. Электрохимические процессы в производстве радиоактивных элементов.

Методы определения электрохимических потенциалов. Метод цементации. Метод электролиза. Метод электромиграции.

Лекция 10. Электрохимические процессы в производстве благородных металлов (Au, Ag).

Физико-химические свойства. Материалы и аноды. Цианистые электролиты. Нецианистые электролиты. Регенерация золота из электролитов, растворов и промывочных вод

Раздел 6. Основы проектирования электрохимических аппаратов.

Лекция 11. Техничко-экономическое обоснование. Выбор и описание технологической схемы. Автооператорные гальванические линии. Стационарные и механизированные ванны металлопокрытий. Конструктивные модули и технологические спутники гальванических ванн. Колокольные и барабанные ванны.

Лекция 12. Аппаратурные, конструктивные, материальные, энергетические и другие виды расчетов

Материальный баланс процесса электролиза. Циркуляция электролита. Материалы анодов и катодов. Тепловой баланс. Вентиляция и бортовые отсосы. Источники питания электролизеров.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лекционным занятиям;

- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Физико-химические основы электрохимии: Учебник / Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. – Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 424 с. – ISBN 978-5-91559-162-1. Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=525878>
2. Гамбург, Ю.Д. Теория и практика электроосаждения металлов [Электронный ресурс] / Ю.Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 441 с.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – Систем. требования: Adobe Reader XI; – ISBN 978-5-9963-2901-4 Режим доступа: <http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=539568>
3. Дамаскин, Борис Борисович. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – 3-е изд., испр.. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 672 с.: ил.. – Учебники для вузов. Специальная литература. – Библиогр.: с. 659-665. – Предметный указатель: с. 666-670.. – ISBN 978-5-8114-1878-7. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C307164>

Дополнительная литература:

1. Антипин Л.Н., Важенин С.Ф., Электрохимия расплавленных солей. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1964, 355 с. Химия и технология редких и рассеянных элементов. в 3-х т. Т.2. / Под ред. К.А. Большакова. – М.: Высшая школа, 1976. – 359 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C46504>
2. Зеликман, Абрам Наумович. Металлургия редких металлов : учебное пособие / А. Н. Зеликман, Б. Г. Коршунов. – 2-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Металлургия, 1991. – 431 с.. – ISBN 5229007435 Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C33616>
3. Арсентьев П.П., Коледов Л.А., Металлические расплавы и их свойства. – М.: Металлургия, 1976, 376 с. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 2: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зимица Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1999. – 464с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C77572>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Сайт электронных учебников и пособий по химии: <http://www.rushim.ru/books/books.htm>
2. Основные учебники, практикумы и справочники по химии: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
3. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;

4. Cisco Webex Meetings
5. ZoomZoom.
6. 7-Zip;
7. Adobe Acrobat Reader DC;
8. Adobe Flash Player;
9. AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite;
10. Google Chrome;
11. Mozilla Firefox ESR;
12. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
13. WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 338	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для хранения реактивов - 1 шт.; Шкаф для посуды - 2 шт.; Шкаф вытяжной - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Устройство д/сушки лаб.посуды ПЭ-2010 - 1 шт.; Дозиметр - 1 шт.; Центрифуга лаб. ЦЛМН-Р-10-01 - 1 шт.; Перемешивающее устройство ПЭ-8310(со штативом) - 1 шт.; Аквадистилятор ДЭ-4 - 1 шт.; Фотоэлектроколориметр КФК-3-01 - 1 шт.; Баня БКЛ-М лабораторная комбинированная - 1 шт.; Весы электронные ACCULAB ALC 210 d4 - 1 шт.; Микродозатор одноканальный переменного объема на 1000 мкл. - 2 шт.; Лабораторный электрохимический стенд - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 2 шт.; Турбидиметр лабораторный 2100 AN - 1 шт.; Спектрофотометр SS 2107 - 1 шт.; Источник постоянного тока Б5-76 - 2 шт.; Столы островные РМ-3000 – 3 шт Компьютер – 1шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 010-1	Комплект учебной мебели на 2 посадочных места Импедансметр "Z-1000P" (прибор для исследования импеданса на переменном токе) - 1 шт., обслуживающий компьютер - 1 шт., обслуживающий принтер – 1 шт.; Потенциостат-гальваностат Р-150S - 1 шт.; Генератор сигналов специальной формы SFG-2004 - 1 шт.; Источник питания АКПП-1126 (лабораторный импульсный программируемый) - 1 шт.; Весы электронные лаборат. ВК-150,1 с поверкой - 1 шт.; Потенциостат Р 150 (ELINS) - 1 шт.; Инвертор ARS-205 Case - 1 шт.; Анализатор вольтамперометрический - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» / специализация «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» (приема 2015 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ		Ф.А.Ворошилов

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры ХТРЭ (протокол от «07» декабря 2016г. №25).

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения ЯТЦ
д.т.н, профессор


_____ /А.Г. Горюнов/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол)
	1.	