

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1163780	Химические преобразователи энергии

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электрохимический синтез материалов и защита от коррозии	Код ОП 1. 18.04.01/33.05
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Никитина Евгения Валерьевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
2	Останина Татьяна Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимических производств
3	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии электрохимических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Химические преобразователи энергии**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Химические преобразователи энергии» направлен на изучение общих принципов выработки электрической энергии в электрохимических преобразователях энергии; классификации и конструктивного исполнения химических источников тока; материалов и веществ, применяемых при изготовлении ХИТ и требований к ним; технологий изготовления ХИТ и их частей; методик и аппаратуры для тестирования ХИТ. В состав модуля входят следующие дисциплины: Современные материалы для электрохимической энергетики, Современные химические источники тока и накопители энергии, Электрохимические свойства пористых и неэквивалентных электродов. Дисциплина «Современные материалы для электрохимической энергетики» направлена на изучение особенностей материалов, используемых в ХИТ в качестве электродов и электролитов. Подробно рассмотрены способы синтеза, а также методы исследования свойств и структуры материалов ХИТ. Рассмотрены особенности и свойства твердых электролитов. Уделено внимание деградации материалов в низко и высокотемпературных средах. Дисциплина «Электрохимические свойства пористых и неэквивалентных электродов» направлена на приобретение студентами знаний о процессах, протекающих на трехмерных и неэквивалентных электродах, практике проектирования электрохимических систем с такими электродами, расчете параметров эффективной работы пористых электродов. Дисциплина «Современные химические источники тока и накопители энергии» направлена на изучение современных химических источников тока и электрохимических накопителей энергии, включая топливные элементы, основных токообразующих процессов, протекающих в них и их параметров. Особое внимание уделено литиевым ХИТ и аккумуляторам, металлгидридным источникам тока, а также конденсаторам. Рассмотрены основные методы тестирования и определения энергетических характеристик ХИТ.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Электрохимические свойства пористых и неэквивалентных электродов	3
2	Современные химические источники тока и накопители энергии	3
3	Современные материалы для электрохимической энергетики	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Каталитические процессы 2. Коррозионная устойчивость материалов
---------------------	---

Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрохимический синтез металлов и сплавов 2. Электрохимический синтез металлов и сплавов 3. Практика 4. Государственная итоговая аттестация
---	---

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Современные материалы для электрохимической энергетики	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p>

		<p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ПК-4 - Способность осуществлять выбор электродных материалов для химических источников тока на основе экспериментальных данных, проводить испытания электродных материалов, делать оценку их свойств</p>	<p>З-1 - Описывать современные электродные материалы для ХИТ, их свойства и методы получения</p> <p>У-1 - Анализировать результаты исследований и обосновывать выбор новых электродных материалов для химических источников тока</p> <p>У-2 - Разрабатывать концепцию проведения исследований для определения параметров соответствия предъявляемых требований к растворам и материалам</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт планирования, организации и проведения испытаний электродных материалов ХИТ для оценки их свойств</p> <p>П-2 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов, комплектующих/образцов изделий для экспериментальных и исследовательских работ</p>
<p>Современные химические источники тока и накопители энергии</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p>

		<p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования,</p>

		<p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p>

		<p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-3 - Способность выбрать технологию получения химического источника тока, составить алгоритм проведения испытаний источников ток</p>	<p>З-1 - Описывать технологические процессы производства и действия современных химических источников тока, их энергетические характеристики</p> <p>У-1 - Анализировать технологический процесс производства, материалы ХИТ и разрабатывать рекомендации по внедрению новых технологий</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методики исследований для выявления причин отклонения энергетических параметров ХИТ от заявленных значений</p>
<p>Электрохимические свойства пористых и неэквивалентных электродов</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p>

		<p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>ПК-4 - Способность осуществлять выбор электродных материалов для химических источников тока на основе экспериментальных данных, проводить испытания электродных материалов, делать оценку их свойств</p>	<p>З-2 - Описывать основные требования к электродным материалам, способы исследования их свойств</p> <p>У-2 - Разрабатывать концепцию проведения исследований для определения параметров соответствия предъявляемых требований к растворам и материалам</p> <p>У-3 - Анализировать данные по исследованию свойств материалов, рекомендуемых к использованию в химических источниках тока</p> <p>П-2 - Осуществлять подбор эффективных методик и методов анализа растворов, материалов, комплекующих/образцов изделий для экспериментальных и исследовательских работ</p> <p>П-3 - Проводить исследования каталитических свойств материалов для химических источников тока</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрохимические свойства пористых и
неэквивалентных электродов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Даринцева Анна Борисовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимически х производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Даринцева Анна Борисовна, Доцент, технологии электрохимических производств

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Проблема интенсификации электрохимических процессов. Классификация трехмерных электродов и режимов их работы	<p>Основные задачи технической электрохимии. Примеры решения экологических проблем технической электрохимии в производстве хлора с твердым и жидким катодами, амальгамной металлургии, при создании технологий очистки промышленных стоков и воды. Экологически чистые и экологически безопасные технологии.</p> <p>Проблемы экономии энергии в электрохимических производствах. Сравнение источников энергии, пути снижения энергоемкости электрохимических производств. Пути создания высокоэффективных технологий. Разработка безопасных и безотходных технологий. Примеры утилизации отходов и комплексного использования сырья в гидрометаллургии и гальванотехнике</p> <p>Весовая, объемная и молярная производительность электрохимического аппарата. Возможности традиционной технологии. Оценка максимальной объемной производительности электрохимического процесса в сравнении с производительностью других химических производств. Узкие места, определяющие производительность традиционных электрохимических технологий. Пути повышения производительности.</p> <p>Классификация трехмерных электродов (рольные, жесткие, насыпные, псевдооживленные). Механизмы контроля скорости электрохимического процесса в пористых электродах</p>

		(активационно-омический, диффузионный, смешанный контроль, совместное протекание разных реакций).
2	Активационно-омический контроль работы трехмерного электрода	Моделирование электрохимических процессов в пористом электроде. Вывод дифференциального уравнения, описывающего электрохимический процесс при активационно-омическом контроле. Выражение для распределения потенциала и локальной скорости электрохимической реакции. Граничные условия. Понятие о глубине проникновения процесса (характеристической длине). Расчет этой величины при линейной характеристике электрохимического процесса. Эффективность пористого электрода. Условия, способствующие повышению эффективности работы пористого электрода. Поляризационная характеристика пористого электрода. Внутркинетический, внутриомический, внешнекинетический и внешнедиффузионный контроль процесса. Расчет габаритной плотности тока, обеспечивающей работу пористого электрода при внутри-кинетическом и внутриомическом контроле.
3	Дисперсия толщины покрытия по деталям в многоэлементном подвижном электроде. Метод Крейга	Статистический характер распределения толщины покрытия по деталям в многоэлементном подвижном электроде. Модель Крейга для расчета среднеквадратичного отклонения толщины покрытия.
4	Стохастический метод расчета дисперсии распределения толщины покрытия по деталям барабана	Стохастический метод Кайдрикова. Зоны внутри гипотетического многоэлементного электрода. Расчет дисперсии распределения толщины покрытия по деталям. Факторы, минимизирующие дисперсию среднеквадратичной средней толщины покрытия
5	Распределение потенциала и тока по длине высокоомного пленочного электрода. Условие эквипотенциальности электрода	Высокоомный электрод. Пленочный электрод. Линейная плотность тока. Постановка задачи о распределении перенапряжения по длине пленочного электрода. Граничные условия и решения. Анализ уравнений. Условие эквипотенциальности высокоомного электрода. Примеры расчета толщины покрытия, длины электрода, характеристик электролита при соблюдении эквипотенциальности электрода
6	Пористый электрод в режиме конвективной подачи реагента. Жидкостный электрод в режиме предельного диффузионного тока	Дифференциальное уравнение для отыскания распределения концентрации при диффузионном контроле электрохимического процесса. Выражение для распределения концентрации и локальной плотности тока. Работа пористых электродов в режиме с конвективной подачей реагента. Жидкостные пористые электроды с конвективной подачей реагента. Граничные условия для фронтальной и тыльной подачи вещества. Жидкостные пористые электроды с конвективной подачей вещества в режиме предельного диффузионного тока. Концентрация вещества в сечении и на выходе из пористого электрода при известном коэффициенте массопередачи, удельной поверхности электрода и его геометрических размерах. Факторы, определяющие равномерность распределения интенсивности электрохимического процесса по глубине пористого электрода.

		<p>Осаждение металла в режиме предельного диффузионного тока. Математическая модель для описания работы такого электрода в случае совместного восстановления металла и водорода. Граничные условия в случае тыльной подачи реагента. Распределение интенсивности электрохимического процесса по толщине пористого электрода в зависимости от заданного тока. Распределение плотности тока выделения металла по толщине пористого электрода в зависимости от концентрации раствора, скорости протока электролита через электрод, сопротивления материала электрода.</p> <p>Характеристики работы пористого электрода при осаждении металла в режиме предельного тока – степень превращения электроактивного вещества и максимальная толщина электрода, обеспечивающая его работу в режиме предельного тока. Расчет максимальной толщины электрода.</p> <p>Примеры использования проточных жидкостных пористых электродов. Электро-химическое концентрирование металлов с использованием проточных пористых электродов. Конструкция ячейки для накопления вещества и его последующего анализа. Определение концентрации электроактивного вещества в растворе по его вольтамперной характеристике, полученной в потенциодинамическом режиме.</p> <p>Очистка разбавленных растворов от Cr(VI). Область существования сточных растворов, содержащих соединения шестивалентного хрома. Трудности традиционных методов очистки от Cr(VI). Конструкция электролизной ячейки для катодного восстановления Cr(VI). Показатели работы установки.</p>
7	<p>Стационарная промывка. Промывка по одному и двум компонентам электролита</p>	<p>Схема утилизации промывных растворов в гальванотехнике. Расчет допустимого времени эксплуатации непроточных промывных ванн, количества необходимых промывных ванн и их состава по отмываемому компоненту. Расчет схем промывки двум компонентам раствора</p>
8	<p>Проточная промывка. Расчет скорости подачи воды, числа ванн, эффективности промывки по одному и двум компонентам</p>	<p>Расчет схемы проточной промывки. Определение необходимого числа ванн и скорости протока воды. Схема промывки от двухкомпонентного электролита. Максимально допустимая концентрация металла в ванне промывки. Расчет параметров регулирующего электролизера. Расчет сборного электролизера.</p>
8	<p>Расчет параметров электролизеров извлечения металла из промывных вод в схемах стационарной и проточной промывки</p>	<p>Расчет максимально допустимой концентрации металла в первой ванне промывки в зависимости от режима выбранной промывки (стационарной или проточной). Определение токовой нагрузки, скорости циркуляции воды из первой промывной ванны, габаритных размеров пористого электрода и его толщины. Такой же расчет сборного электролизера в схеме проточной промывки.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические свойства пористых и неэквивалентных электродов

Электронные ресурсы (издания)

1. , Мурашова, , И. Б.; Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами. Задачник : учебно-методическое пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69655.html> (Электронное издание)
2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Мурашова, И. Б., Рудой, В. М., Даринцева, А. Б., Новиков, А. Е., Скопов, Г. В.; Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (14 экз.)
2. , Мурашова, И. Б.; Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами. Задачник : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 240100 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)
3. ; Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология".; Студент, Москва; 2013 (25 экз.)
4. Антропов, Л. И.; Теоретическая электрохимия : Учебник для хим.-технол. специальностей ВУЗов.; Высшая школа, Москва; 1984 (39 экз.)
5. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А., Цирлина, Г. А.; Электрохимия : учеб. по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия".; Химия ; КолосС, Москва; 2008 (16 экз.)
6. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А., Цирлина, Г. А., Галицкая, Л. И.; Электрохимия : учебник [для вузов] по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия".; Химия : КолосС, Москва; 2006 (36 экз.)
7. Лукомский, Ю. Я., Гамбург, Ю. Д.; Физико-химические основы электрохимии : учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та.; Интеллект, Долгопрудный; 2008 (10 экз.)
8. , Сергиенко, В. И.; Введение в физику поверхности; Наука, Москва; 2006 (3 экз.)
9. Ротинян, А. Л., Тихонов, К. И., Шошина; Теоретическая электрохимия; Химия, Ленинград; 1981 (39 экз.)
10. Багоцкий, В. С.; Основы электрохимии; Химия, Москва; 1988 (11 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate

<http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке

<https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press

<http://elibrary.ru> - универсальная БД

<http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков

<http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

<http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД

<http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

Периодические издания

Электрохимия

Известия вузов. Химия и химическая технология

Известия вузов. Порошковая металлургия

Гальванотехника и обработка поверхности

Цветные металлы

Цветная металлургия

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- <http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии;
- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
- <http://www.galvanicus.ru> сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности
- <http://www.ise-online.org> International Society of Electrochemistry
- Википедия, свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические свойства пористых и неэквипотенциальных электродов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные химические источники тока и
накопители энергии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Останина Татьяна Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимически х производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Останина Татьяна Николаевна, Профессор, технологии электрохимических производств**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Параметры ХИТ	<p>Номенклатура современных ХИТ: герметичные и не герметичные, первичные, вторичные, с водным и неводным электролитом, кислотные, щелочные, литиевые; резервные ХИТ и топливные элементы.</p> <p>Термины и определения ХИТ: напряжение разомкнутой цепи, разрядное напряжение, поляризационное, активное и внутреннее сопротивление, емкость, мощность, коэффициент использования активного материала, отдача по емкости/току, глубина разряда и степень заряженности, вольтамперная характеристика и разрядная кривая.</p> <p>Надежность ХИТ: внезапные и параметрические отказы, выражение для вероятности безотказной работы элемента и батареи, сохраняемость, саморазряд, долговечность ХИТ, ресурс, наработка.</p>
2	Особенности электродных материалов ХИТ	<p>Пористые и дисперсные системы. Макрокинетика процессов в пористых средах.</p> <p>Моделирование электрохимических процессов в пористом электроде. Выражение для распределения потенциала и локальной скорости электрохимической реакции. Граничные условия. Понятие о глубине проникновения процесса (характеристической длине).</p>

		<p>Моделирование процессов в жидкостных пористых электродах с конвективной подачей реагента. Граничные условия для фронтальной и тыльной подачи вещества. Факторы, определяющие равномерность распределения интенсивности электрохимического процесса по глубине пористого электрода.</p> <p>Математическая модель для описания работы пористого электрода в случае совместного восстановления металла и водорода. Граничные условия в случае тыльной подачи реагента. Распределение интенсивности электрохимического процесса по толщине пористого электрода в зависимости от заданного тока. Распределение плотности тока выделения металла по толщине пористого электрода в зависимости от концентрации раствора, скорости протока электролита через электрод, сопротивления материала электрода.</p>
3	Первичные ХИТ	<p>Характеристика источников тока системы диоксид марганца-цинк с солевым и щелочным электролитами. Электроды, электролит, конструкция, параметры.</p> <p>Особенности серебряно-цинковых и воздушно-цинковых первичных ХИТ.</p> <p>Первичные литиевые элементы; сравнение характеристик, классификация по типам окислителя, сольвенты и соли для электролитов ЛХИТ, образование пассивной пленки на литии, твердые окислители: полифторуглероды, оксосоли, оксиды, сульфиды; жидкие и растворимые катодные материалы: диоксид серы, тионилхлорид, сульфурил- и фосфорилхлорид, их физические свойства; конструкции; ЛХИТ системы литий-йод; удельные характеристики.</p> <p>ХИТ с алюминиевыми и магниевыми анодами.</p>
4	Литиевые аккумуляторы	<p>Аккумуляторы с литиевым анодом: катодные материалы, электродные реакции, основные проблемы функционирования, инкапсуляция, меры по их предотвращению; конструкции; удельные характеристики; перспективы систем.</p> <p>Литий ионные аккумуляторы: отрицательный электрод, материалы и токообразующие реакции, положительный электрод, материалы и токообразующие реакции, вспомогательные вещества активных масс; конструкции; удельные характеристики.</p>
5	ХИТ со щелочным электролитом	<p>Никель-металлогидридные аккумуляторы: электрохимическая система, замкнутый кислородный цикл; отрицательный электрод, положительный электрод, токообразующие реакции. Конструкции НМА, материалы, удельные характеристики, деградация отрицательного электрода, контроль заряда.</p> <p>Никель-кадмиевые аккумуляторы: электрохимическая система, электродные реакции, отрицательный электрод, конструкции, удельные характеристики, контроль заряда НКА, тепловой</p>

		разгон, «эффект памяти»; основные закономерности отказов и уравнение надежности НКА.
6	Резервные ХИТ	Резервные ХИТ: основные особенности, классификация, водоактивируемые, ампульные водные и неводные, газоактивируемые, тепловые; способы активации, электродные материалы и их свойства, токообразующие реакции реакции, конструктивное исполнение, удельные характеристики
7	Топливные элементы	Преимущества и особенности топливных элементов. Принцип действия топливных элементов: твердополимерный водородно-кислородный элемент, топливные элементы прямого окисления жидкого топлива, твердоокисленные топливные элементы, расплавленные карбонатные топливные элементы. Назначение элементов системы, катализаторы, токообразующие реакции.
8	Методы испытания ХИТ	Методы испытаний с использованием потенциостатов-гальваностатов, стенды для испытания ХИТ, импедансметры; обработка результатов исследований; особенности испытания топливных элементов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные химические источники тока и накопители энергии

Электронные ресурсы (издания)

1. Окатов, А. П.; Химические источники тока : учебное пособие.; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград, Москва; 1948; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213958> (Электронное издание)
2. Нижниковский, Е. А.; Современные электрохимические источники тока : монография.; Издательство Радиотехника, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468358> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Грасевич, В. Н., Гамбург, Ю. Д., Сафонов, В. А.; Электрохимия; Техносфера, Москва; 2008 (17 экз.)
2. Коровин, Н. В.; Топливные элементы и электрохимические энергоустановки; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (9 экз.)
3. Багоцкий, В. С., Скундин, А. М.; Химические источники тока; Энергоиздат, Москва; 1981 (6 экз.)
4. , Коровин, Н. В., Скундин, А. М.; Химические источники тока : Справочник.; МЭИ, Москва; 2003 (3 экз.)
5. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А., Царлина, Г. А., Галицкая, Л. И.; Электрохимия : учебник [для вузов]

по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия".; Химия : КолосС, Москва; 2006 (36 экз.)

6. Нижниковский, Е. А.; Химические источники автономного электропитания радиоэлектронной аппаратуры; МЭИ, Москва; 2004 (3 экз.)

7. Ольшанская, Л. Н.; Литиевые источники тока : Учеб. пособие для студентов спец. 2503.; Изд-во Сарат. гос. техн. ун-та, Саратов; 1999 (1 экз.)

8. , Колпакова, Н. А., Анисимова, Л. С., Пикула, Н. П., Заичко, Л. Ф., Белихмаер, Я. А.; Сборник задач по электрохимии : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химия" и специальностям "Химия" и "Технология электрохим. пр-в".; Высшая школа, Москва; 2003 (16 экз.)

9. Шпак, И. Е., Михайлова, А. М., Архипова, Н. В.; Химические источники тока : Учеб. пособие для машиностроит. и приборостроит. специальностей.; СГТУ, Саратов; 2003 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate

<http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке

<https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press

<http://elibrary.ru> - универсальная БД

<http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков

<http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

<http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД

<http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

Периодические издания

Электрохимия

Известия вузов. Химия и химическая технология

Известия вузов. Порошковая металлургия

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

• <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;

• <http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии;

- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
- <http://www.galvanicus.ru> сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности
- <http://www.ise-online.org> International Society of Electrochemistry
- Википедия, свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
- Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные химические источники тока и накопители энергии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	yandex
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные материалы для
электрохимической энергетики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Никитина Евгения Валерьевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимически х производств
2	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии электрохимически х производств

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Никитина Евгения Валерьевна, Доцент, технологии электрохимических производств
- Ткачева Ольга Юрьевна, Профессор, технологии электрохимических производств

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия и определения	
1.1	Основные элементы электрохимической системы	Электроды. Диафрагмы. Электролиты. Растворители. Их характеристики и требования к ним в современном электрохимическом материаловедении.
1.2	Электрохимическая терминология	Электрохимическая терминология, используемая в расчетах. Законы фарадея. Электрохимический эквивалент. Выход по току. Коэффициент использования активной массы. Удельный расход активного вещества. Равновесный потенциал электрода. Напряжение разложения. Электродвижущая сила. Теоретический удельный расход электроэнергии. Выход по энергии. Фактический удельный расход электроэнергии. Напряжение на работающей ванне. Поляризация. Расчеты, основанные на принципах поляризации.
1.3	Элементы структурной химии	Свойства и особенности строения металлов, бинарных и тройных соединений. Общие сведения о координации. Ковалентные структуры. Структурная химия s- и p-элементов. Ионные и ионно-ковалентные структуры. Структурная химия d-элементов в ионных и ионно-ковалентных структурах. Плотнейшие упаковки (ПУ) одинаковых сфер. Металлические структуры. Важнейшие неорганические структурные типы.

1.4	Кристаллографические аспекты электрохимического материаловедения	Геометрическая кристаллография и элементы кристаллофизики. Анизотропия и симметрия кристаллов. Основные сведения об экспериментальном определении структуры кристаллов. Атомные и ионные радиусы. Определение стехиометрической формулы вещества. Типы связей в структурах. Основные типы структур. Политипия. Изоморфизм. Фазовые переходы. Полиморфизм. Физические свойства кристаллов. Рост кристаллов. Реальные формы роста кристаллов. Дефекты в кристаллах и их влияние на свойства.
1.5	Минералогические аспекты электрохимического материаловедения	<p>Основные направления в современной минералогии. Научное и практическое значение современной минералогии. Понятие о минерале и минеральном виде. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Физические свойства минералов. Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность, электропроводность, люминесценция, радиоактивность и др. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм). Природа окраски минералов. Типы химической связи в минералах (ионная, ковалентная, металлическая, межмолекулярная). Координационные числа и координационные многогранники. Химический состав минералов. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Расчет химических формул минералов. . Определение твердости минералов.</p> <p>Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др.</p>
2	Электролиз расплавленных соединений	
2.1	Теоретические основы электролиза расплавленных сред	Строение расплавленных солей. Электропроводность расплавленных солей. Электродное равновесие в расплавах. Выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов. Влияние физико-химических свойств электролита на процесс электролиза
2.2	Производство алюминия, бериллия и щелочных металлов	Производство алюминия, бериллия и щелочных металлов – материаловедческие аспекты
3	Высокотемпературная гальванотехника	
3.1	Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях	Возможности и преимущества высокотемпературного электрохимического синтеза. Виды металлических покрытий и основные требования к покрываемой поверхности и покрытиям Структура и свойства электролитических осадков металлов. Получение кремниевых осадков. Подбор оптимальных параметров процесса электролиза. Конструкция электролизеров.

3.2	Механизм процесса электрокристаллизации в расплавленных солях	Факторы, определяющие характер образования и роста кристаллов (влияние на структуру и свойства) в процессе электроосаждения металлов.
3.3	Бестоковые высокотемпературные покрытия	Бестоковые высокотемпературные покрытия (алитирование, бериллирование, силицирование, титанирование, борирование и др.). Особенности получения, структура и свойства. Материалы, получаемые в расплавленных солях в результате вторичных химических реакций.
4	Высокотемпературная коррозия металлических материалов и деградация керамических материалов	
4.1	Особенности высокотемпературной коррозии в расплавленных солях	Особенности высокотемпературной коррозии в расплавленных солях, используемых в современной электрохимической энергетике (галогенидах, карбонатах, нитратах щелочных металлов). Специфика высокотемпературной химической коррозии. Способы расчета показателей коррозии.
4.2	Механизм коррозии	Характер коррозионных поражений – современные методы анализа. Потенциал и ток коррозии
4.3	Электрохимические методы исследования высокотемпературной коррозии	Электрохимические методы исследования высокотемпературной коррозии и деградации
4.4	Способы защиты от высокотемпературной коррозии.	Способы защиты от высокотемпературной коррозии. Металлические и неорганические покрытия.
5	Твердые электролиты в современной электрохимии	Основные понятия. Свойства твердых электролитов. Классификация твердых электролитов. Процессы переноса в ионных кристаллах. Процессы токообразования, обусловленные поверхностной диффузией электрохимически активных частиц. Процессы токообразования, обусловленные миграцией электронных носителей. Процессы токообразования в пористых электродах.
6	Высокотемпературные химические источники тока. Выбор материалов и их совместимость	
6.1	Электрохимические устройства	Электрохимические устройства с твердыми оксидными электролитами. Топливные элементы. Электролиз газов. Электрокаталитические реакторы с твердым оксидным электролитом. Датчики с твердыми электродами. Материаловедческие проблемы.
6.2	Расплав – карбонатный топливный элемент	Расплав – карбонатный топливный элемент. Принцип работы. Материаловедческие проблемы
7	Материалы литий-ионных аккумуляторов	Состав и свойства неводных электролитов для литий-ионных аккумуляторов. Электродные материалы для литий-ионных аккумуляторов. Способ синтеза и особенности оксидных катодных материалов.

		Современное состояние в области разработки катодных материалов с повышенными характеристиками. Анодные материалы для литий-ионных вторичных ХИТ. Графитовые материалы и электроды на основе титаната лития. Материалы для суперконденсаторов.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные материалы для электрохимической энергетики

Электронные ресурсы (издания)

1. Луков, В. В.; Физические методы исследования в химии : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (Электронное издание)
2. Окатов, А. П.; Химические источники тока : учебное пособие.; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград, Москва; 1948; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213958> (Электронное издание)
3. Апарнев, А. И.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574619> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Грасевич, В. Н., Гамбург, Ю. Д., Сафонов, В. А.; Электрохимия; Техносфера, Москва; 2008 (17 экз.)
2. Коровин, Н. В.; Топливные элементы и электрохимические энергоустановки; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (9 экз.)
3. Жарский, И. М., Новиков, Г. И.; Физические методы исследования в неорганической химии : учебное пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (21 экз.)
4. Пентин, Ю. А., Вилков, Л. В.; Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия".; Мир : АСТ, Москва; 2003 (25 экз.)
5. , Мельников, М. Я., Агеева, Е. П., Лунин, В. В.; Практикум по физической химии. Физические методы исследования : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химия" и специальности "Химия".; Академия, Москва; 2014 (30 экз.)
6. , Бонд, А. М., Инцельт, Д., Калерт, Х., Шольц, Ф., Майстренко, В. Н.; Электроаналитические методы. Теория и практика; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2006 (4 экз.)
7. Брайнина, Х. З.; Инверсионные электроаналитические методы; Химия, Москва; 1988 (13 экз.)
8. Степанов, В. П., Зайков, Ю. П.; Основные вопросы электрохимии расплавленных солей; УрО РАН, Екатеринбург; 2012 (10 экз.)

9. Багоцкий, В. С., Скундин, А. М.; Химические источники тока; Энергоиздат, Москва; 1981 (6 экз.)
10. , Коровин, Н. В., Скундин, А. М.; Химические источники тока : Справочник.; МЭИ, Москва; 2003 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- <http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate
- <http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке
- <https://www.cambridge.org/core/> - журналы Cambridge University Press
- <http://elibrary.ru> - универсальная БД
- <http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков
- <http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД
- <http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД
- <http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа

Периодические издания

Электрохимия

Известия вузов. Химия и химическая технология

Известия вузов. Порошковая металлургия

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет;
- <http://www.chemport.ru/data>, <http://www.xumuk.ru> - электронные справочники по химии;
- <http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm> - электронная библиотека
- <http://www.galvanicus.ru> сайт Российского общества гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности
- <http://www.ise-online.org> International Society of Electrochemistry
- Википедия, свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
- Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru
- Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные материалы для электрохимической энергетики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmс P7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) браузеры google.chrome firefox yandex

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>