

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
1161282	Электрохимический синтез металлов и сплавов

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	Даринцева Анна Борисовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
2	Останин Николай Иванович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
3	Останина Татьяна Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электрохимический синтез металлов и сплавов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль охватывает теоретические и практические аспекты получения металлических отложений в виде компактных осадков и в виде дендритов. Модуль состоит из трех дисциплин, изучение модуля заканчивается выполнением проекта по модулю. При освоении модуля студенты изучают основные принципы электроосаждения металлов и сплавов из водных растворов, рассматривают теоретические основы процессов катодного осаждения и анодного растворения металлов и сплавов, особенности технологии при электрорафинировании, электроэкстракции и гальваническом осаждении металлов и сплавов, технологии получения металлов в порошкообразной форме. Дисциплина «Теория электрокристаллизации металлов» направлена на приобретение студентами знаний о механизме электрокристаллизации металлов, влиянии параметров электролиза на свойства металлического осадка. В процессе освоения дисциплины студенты приобретают навыки прогнозирования структуры и морфологии металлических осадков (гладкие гальванические покрытия, осадки с заданной величиной шероховатости, порошкообразные осадки и др.), проведения расчетов кристаллизационных параметров, а также знакомятся с методами исследования процессов электрокристаллизации металлов. Дисциплина «Электролитическое получение порошкообразных металлов» направлена на изучение основных принципов технологии получения порошкообразных металлов электролизом из водных растворов с использованием модельных представлений и экспериментальных исследований. Дисциплина «Теория и технология электроосаждения металлов и сплавов» направлена на изучение основных принципов электроосаждения металлов и сплавов из водных растворов и расплавленных солей. Рассматриваются теоретические основы процессов катодного осаждения и анодного растворения металлов и сплавов, особенности технологии при осаждении металлов и сплавов из водных и расплавленных электролитов. Особое внимание уделено конструкции электролизных ванн и системам подвода постоянного тока к электролизерам.

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	Теория электрокристаллизации металлов	3
2	Теория и технология электроосаждения металлов и сплавов	6
3	Электролитическое получение порошкообразных металлов	6
ИТОГО по модулю:		15

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Современные подходы к решению научных и технологических задач
---------------------	--

	2. Специальные разделы термодинамики и кинетики физико-химических систем 3. Коррозионная устойчивость материалов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Химические преобразователи энергии 2. 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
Теория и технология электроосаждения металлов и сплавов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<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>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>

	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</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,</p>

		<p>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>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации 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, 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>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</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>
--	--	--

		Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий
	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>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</p>

		<p>уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p>

		<p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	<p>ПК-1 - Способность осуществлять технологический процесс получения металлов в компактной и порошкообразной форме, выбирать оптимальный режим электролиза, предсказывать свойства готового продукта на основе теоретических положений, проводить расчеты технологических параметров процесс</p>	<p>З-3 - Определять требования к технологическим процессам, используемым материалам и готовым продуктам процессов получения металлов и сплавов</p> <p>З-4 - Определять цели и задачи проектирования технологического процесса, осуществлять поиск информации, необходимой для проведения расчета требуемых параметров</p> <p>У-2 - Разрабатывать мероприятия по внедрению передового российского и зарубежного опыта на производствах металлов и сплавов</p> <p>У-3 - Анализировать предложения по модернизации технологического процесса и осуществлять проектирование новых или усовершенствованных процессов и оборудования</p> <p>П-2 - Подготавливать предложения для разработки и/или внесения изменений в технологическую и конструкторскую документацию</p> <p>П-3 - Разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов</p>
Теория электрокристаллизации металлов	<p>ПК-1 - Способность осуществлять технологический процесс получения металлов в компактной и порошкообразной форме, выбирать оптимальный режим электролиза, предсказывать свойства готового продукта на основе теоретических</p>	<p>З-1 - Описывать динамику кристаллизации дендритных осадков металлов с использованием модельных построений</p> <p>З-2 - Соотносить основные закономерности электрокристаллизации металлов в компактной и порошкообразной форме</p> <p>У-1 - Оценивать свойства готовой продукции при нарушении или изменении параметров технологического процесса</p>

	положений, проводить расчеты технологических параметров процесс	П-1 - Иметь практический опыт разработки технологии получения порошков с заданными свойствами
Электролитическое получение порошкообразных металлов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<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>
	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<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</p>

		<p>созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации 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, 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>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</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>
--	--	---

		Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий
	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>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</p>

		<p>уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p>

		<p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория электрокристаллизации металлов

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	Критерии устойчивости плоского фронта роста осадка	Критериальные оценки морфологической устойчивости поверхности металлического осадка. Термодинамический критерий устойчивости. Полевой критерий устойчивости. Условие сглаживания поверхности при электролизе. Приемы повышения устойчивости плоского фронта роста при электролизе из водного раствора.
2	Кристаллизация без образования зародышей	Механизм электрокристаллизации без образования зародышей. Виды дефектов кристаллической решетки. Возможные пути встраивания адатомов в кристаллическую решетку. Поверхностная диффузия адатомов. Стационарная модель поверхностной диффузии адатомов. Решение уравнения поверхностной диффузии. Глубина проникновения поверхностной диффузии и ее связь с качеством осадков металлов. Кристаллизация путем непосредственного встраивания в места роста. Роль винтовых дислокаций в развитии неровностей при электролизе. Вывод уравнения за-медленной диффузии при развитии винтовых дислокаций.
3	Кристаллизация с образованием трехмерных зародышей	Динамика зародышеобразования. Энергия образования трехмерного зародыша. Зависимость радиуса зародыша от перенапряжения. Скорость образования зародышей на инертной поверхности и при взаимодействии с ней. Методы исследования трехмерного зародышеобразования.

		<p>Потенциостатический метод. Определение энергии зародышеобразования и энергии зарождения.</p> <p>Гальваностатический метод. Равновесная концентрация адатомов, определение ее гальваностатическим методом.</p> <p>Расчет степени заполнения поверхности адатомами в равновесных условиях.</p> <p>Зоны исключения зарождения. Причины их появления, зависимость их размеров от условий электролиза.</p> <p>Экспериментальное доказательство их существования, прикладное значение зон исключения зарождения.</p>
4	Соотношение скоростей зарождения и роста зародышей	<p>Кристаллизация единичного зародыша. Роль сопротивления перехода, диффузии и миграции в скорости роста зародышей.</p> <p>Макроперенапряжение и перенапряжение диффузии к зародышу радиуса r. Эквивалентная схема электрохимического процесса на зародыше. Решение задачи, динамика изменения перенапряжения, плотности тока роста зародыша и его радиуса. Массовая электрокристаллизация, эквивалентная схема. Выражения для плотности тока роста зародышей и их количества на единице площади электрода. Влияние условий электролиза на структуру осадка при массовой электрокристаллизации по механизму трехмерного зародышеобразования.</p>
5	Текстура гальванических осадков. Виды текстур, методы предсказания	<p>Текстура электролитических осадков. Типы кристаллических решеток. Индексы кристаллографических осей и плоскостей пространственной решетки. Типы текстур. Методы анализа характеристик текстуры. Текстура в электролитических осадках. Теории образования текстуры в электролитических осадках. Теория ориентированного соответствия. Текстура роста. Текстура зарождения. Вывод выражения для энергии активации образования зародыша заданной ориентации.</p> <p>Принцип определения оси текстуры электролитического осадка в зависимости от условий электролиза.</p>
6	Выравнивание поверхности осадка	<p>Экспериментальные данные. Физическая модель выравнивания. Процессы, в которых участвует ПАВ. Вывод выражения для динамики изменения амплитуды неровности поверхности. Связь амплитуды неровности с условиями электролиза, пути управления выравниванием поверхности осадка. Расчет поверхностной концентрации ПАВ при электролизе, включения ПАВ в осадок, а также скорости расходования ПАВ при электролизе.</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

Теория электрокристаллизации металлов

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427844> (Электронное издание)
2. Кабанов, Б. Н.; Электрохимия металлов и адсорбция : монография.; Наука, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=476677> (Электронное издание)
3. Подгорнова, Т. В.; Электрохимия : практикум.; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600159> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Электрохимия : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1987 (7 экз.)
2. 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.)
3. 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.)
4. Дамаскин, Б. Б., Галицкая, Л. И.; Электрохимия : учебник для вузов.; Химия, Москва; 2006 (47 экз.)
5. Лукомский, Ю. Я., Гамбург, Ю. Д.; Физико-химические основы электрохимии : учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та.; Интеллект, Долгопрудный; 2008 (10 экз.)
6. Лукомский, Ю. Я.; Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2013 (7 экз.)
7. ; Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология".; Студент, Москва; 2013 (25 экз.)
8. Ротинян, А. Л., Тихонов, К. И., Шошина; Теоретическая электрохимия; Химия, Ленинград; 1981 (39 экз.)
9. Гамбург, Ю. Д.; Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов; Янус-К, Москва; 1997 (3 экз.)
10. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Введение в электрохимическую кинетику : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1983 (21 экз.)
11. Гамбург, Ю. Д.; Гальванические покрытия. Справочник по применению; Техносфера, Москва; 2006 (10 экз.)
12. Антропов, Л. И.; Теоретическая электрохимия : Учебник для хим.-технол. специальностей ВУЗов.; Высшая школа, Москва; 1984 (41 экз.)
13. , Грасевич, В. Н., Гамбург, Ю. Д., Сафонов, В. А.; Электрохимия; Техносфера, Москва; 2008 (17 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

1. Мурашова И.Б., Рудой В.М., Останина Т.Н., Останин Н.И., Даринцева А.Б. Электрокристаллизация металлов из водных растворов. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 116 с.

2. Теория электрокристаллизации металлов: сборник задач. Мурашова И.Б., Даринцева А.Б., Останина Т.Н., Останин Н.И. Екатеринбург: УрФУ, 2012. -50 с.

Периодические издания

Электрохимия

Известия вузов. Цветная металлургия

Цветные металлы

Порошковая металлургия

Гальванотехника и обработка поверхности

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

Теория электрокристаллизации металлов

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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры google.chrome firefox 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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры google.chrome firefox yandex</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория и технология электроосаждения
металлов и сплавов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Останин Николай Иванович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимически х производств
2	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:

- **Останин Николай Иванович, Доцент, технологии электрохимических производств**
- **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	Классификация основных технологий получения металлов и сплавов	Общие вопросы электроэкстракции, электро-рафинирования и гальванического осаждения металлов. Принципы избирательности и совместного протекания электродных реакций. Представления о технических приемах реализации электрохимических технологий. Примеры использования электрохимических процессов в гидрометаллургии, гальванотехнике, природоохранных технологиях.
2	Кинетика катодных процессов	Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов, влияние условий электролиза, состава электролита на структуру катодных осадков. Поведение примесей в электролите и пути перехода их в катодный осадок. Добавки ПАВ в электролите, их назначение и влияние на катодный процесс и поведение примесей при электролизе. Многостадийные электрохимические процессы. Виды лимитирующих стадий и кинетика процесса, обусловленного лимитирующей стадией. Кинетика разряда из комплексных электролитов. Сложные электродные процессы. Особенности кинетики в присутствии поверхностно-активных веществ.
3	Кинетика анодных процессов	Растворимые и нерастворимые аноды. Окислительные процессы, происходящие на анодах. Анодная пассивность (никелевые, медные, свинцовые аноды). Влияние примесей в металлах, условий электролиза (плотность тока, температура,

		<p>перемешивание) и состава электролита, а также ПАВ на анодное растворение металлов. Анодное растворение сплавов. Механизм образования шлама на аноде. Анодный выход по току.</p>
4	<p>Электрорафинирование металлов</p>	<p>Электролитическое рафинирование меди. Огневое рафинирование меди и требования к анодам. Теоретические основы процесса электролитического рафинирования меди. Примеси в аноде, их распределение в анодах из черновой и вторичной меди. Формы присутствия различных примесей в анодной меди. Формирование анодного шлама, фазовый и гранулометрический состав частиц шлама. Механизм включения примесей в катодную медь. Влияние ПАВ на качество поверхности катодного осадка и химический состав катодной меди. Требования к составу электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на выход по току, удельный расход электроэнергии и качество катодного осадка.</p> <p>Технология производства. Матричные товарные и регенеративные ванны. Безосновная технология. Аппаратурное оформление процесса электролиза. Конструкции электролизеров, электродов, виды циркуляции. Электрическое соединение ванн и электродов. Перспективы совершенствования технологии электрорафинирования меди.</p> <p>Электролитическое рафинирование серебра и золота. Основные виды сырья для рафинирования золота и серебра. Теоретические основы процессов. Электролиты и электродные процессы. Примеси и их поведение при электролизе. Аппаратурное оформление процессов, технология производства и технико-экономические показатели при рафинировании золота и серебра.</p>
5	<p>Получение металлов методом электроэкстракции</p>	<p>Технологическая схема получения меди методом электроэкстракции. Методы выщелачивания медных руд и концентратов. Очистка растворов. Экстракция меди. Электролит, электродные процессы и режимы при электроосаждении меди. Анодные материалы. Аппаратурное оформление процесса. Технологическая схема получения кадмия. Теоретические основы и электродные процессы при электроизвлечении кадмия. Электролиты и применяемые режимы электролиза. Аппаратурное оформление процесса и технология производства кадмия. Техничко-экономические показатели электролиза и совершенствование производства кадмия. Электролитическое получение медной фольги. Технологическая схема производства медной фольги. Требования к медной фольге. Производство «сырой» фольги. Электролиты и электродные процессы. Технология нанесения адгезионного слоя. Аппаратурное оформление процессов.</p>
6	<p>Гальваническое нанесение металлов и сплавов</p>	<p>Совместный разряд ионов металлов и водорода. Совместный разряд нескольких ионов металлов. Эффекты взаимовлияния при сплавообразовании и образовании продуктов в растворе. Области применения электролитически осажденных сплавов. Условия сплавообразования. Деполяризация и сверхполяризация. Типы структуры электролитически</p>

		осажденных сплавов. Фазовые диаграммы состояния сплавов. Сплавы типа механической смеси. Сплавы типа твердого раствора. Субпотенциальное выделение металла. Интерметаллические соединения и аморфные сплавы. Влияние различных факторов на состав сплавов.
7	Оборудование электролизных цехов, расчет и проектирование электрохимических аппаратов	Общие сведения и основные положения по проектированию промышленных объектов. Предпроектная проработка. Техническое обоснование на проектирование и строительство промышленного объекта. ТЭО как основной предпроектный документ. Задание на проектирование. Состав технико-рабочего проекта. Порядок разработки технологической части проекта. Основные руководящие материалы при проектировании. Общая классификация электрохимических аппаратов. Конструктивные особенности, схемы включения электродов. Характеристики монополярных и биполярных электролизеров, их достоинства и недостатки. Конструкции электродов, диафрагмы и мембраны, их назначение, свойства и характеристики. Общие требования к материалам, используемым для изготовления электролизеров. Требования к электродным материалам при электроэкстракции и рафинировании. Назначение и способы организации циркуляции электролита. Электрический баланс электролизера. Методы расчета составляющих (электропроводности электролита, ЭДС разложения, перенапряжения и др.). Расчеты габаритов электролизных ванн и производительности электролизеров.

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

Теория и технология электроосаждения металлов и сплавов

Электронные ресурсы (издания)

1. Федотьев, Н. П., Хейфец, В. Л.; Руководства к лабораторным работам по прикладной электрохимии : учебное пособие.; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград, Москва; 1948; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220344> (Электронное издание)
2. Федотьев, Н. П., Федотьев, Н. П.; Прикладная электрохимия; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222574> (Электронное издание)
3. Якименко, Л. М.; Электродные материалы в прикладной электрохимии : монография.; Химия, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601637> (Электронное издание)
4. ; Стандартизация в технологии электрохимических производств и защите от коррозии : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2018;

Печатные издания

1. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Введение в электрохимическую кинетику : Учеб. пособие.; Высшая школа, Москва; 1983 (21 экз.)
2. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Электрохимия : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1987 (7 экз.)
3. , Дамаскин, Б. Б.; Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1991 (29 экз.)
4. 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.)
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.; Основы теоретической электрохимии : Учеб. пособие для студентов хим. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1978 (41 экз.)
7. , Холмберг, Холмберг К., Йенссон, Йенссон Б., Кронберг, Кронберг Б., Линдман, Линдман Б., Ямпольская, Г. П., Сумм, Б. Д.; Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах : [учеб. пособие для студентов, аспирантов и преподавателей хим.-техн. вузов .]; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2007 (14 экз.)
8. Козлов, В. А.; Рафинирование меди; Metallurgy, Москва; 1992 (7 экз.)
9. ; Анодная и катодная медь (физико-химические и технологические основы; Южно-Уральское книжное издательство, Челябинск; 2001 (5 экз.)
10. Гамбург, Ю. Д.; Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов; Янус-К, Москва; 1997 (3 экз.)
11. Набойченко, С. С., Юнь, А. А.; Расчеты гидрометаллургических процессов : Учеб. пособие.; МИСИС, Москва; 1995 (20 экз.)
12. Ковенский, И. М., Поветкин, В. В.; Металловедение покрытий : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Материаловедение в машиностроении".; СП Интермет Инжиниринг, Москва; 1999 (5 экз.)
13. , Варыпаев, В. Н., Кудрявцев, В. Н.; Практикум по прикладной электрохимии : Учеб. пособие для вузов по спец. "Технология электрохим. пр-в".; Химия, Ленинград; 1990 (11 экз.)
14. , Вячеславова, П. М., Кудрявцев, В. Н.; Практикум по прикладной электрохимии : Учеб. пособие для вузов.; Химия, Ленинград; 1980 (23 экз.)
15. , Вячеславова, П. М., Кудрявцев, В. Н.; Практикум по прикладной электрохимии : Учеб. пособие для вузов.; Химия, Ленинград; 1973 (3 экз.)
16. Флеров, В. Н.; Сборник задач по прикладной электрохимии : Учеб. пособие для студентов хим.-технол. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1976 (16 экз.)
17. Барабошкин, А. Н.; Электрокристаллизация металлов из расплавленных солей; Наука, Москва; 1976 (2 экз.)
18. , Мурашова, И. Б., Рудой, В. М., Останина, Т. Н., Останин, Н. И., Даринцева, А. Б., Зайков, Ю. П.; Электрокристаллизация металлов из водных растворов : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (21 экз.)

19. Хейфец, В. Л., Грань, Т. В.; Электролиз никеля; Металлургия, Москва; 1975 (9 экз.)
20. Алкацев, М. И.; Процессы цементации в цветной металлургии; Металлургия, Москва; 1981 (4 экз.)
21. , Рудой, В. М., Останина, Т. Н., Мурашова, И. Б., Останин, Н. И., Зайков, Ю. П., Храмов, А. П.; Технологические расчеты оборудования электрохимических производств : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 240302 - Технология электрохим. пр-в. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (21 экз.)
22. , Рудой, В. М.; Технологические расчеты электрохимического оборудования : учеб.-метод. пособие для студентов, обучающихся по программе магистратуры и бакалавриата направлений 240100 - Хим. технология и биотехнология, 240100-Хим. технология. Ч. 2. ; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (16 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. Цветная металлургия

Цветные металлы

Порошковая металлургия

Гальванотехника и обработка поверхности

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

Теория и технология электроосаждения металлов и сплавов

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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM браузеры google.chrome firefox yandex

3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Консультации	<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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры google.chrome firefox yandex</p>
5	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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры google.chrome firefox yandex</p>
6	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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры google.chrome firefox yandex</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электролитическое получение
порошкообразных металлов

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	Электролитические порошки металлов и их применение	Развитие порошковой промышленности в России. Виды металлических порошков. Способы получения порошкообразных металлов в промышленности. Применение порошков металлов в различных областях промышленности. Электролитическое получение порошкообразных металлов
2	Электрокристаллизация металлов в компактной форме	Образование кристаллических зародышей. Трехмерное и двумерное зародышеобразование. Методы исследования зародышеобразования. Одновременное зарождение и разрастание зародышей. Электрокристаллизация без образования зародышей. Рост осадка по механизму поверхностной диффузии, непосредственного встраивания и винтовым дислокациям. Критерии устойчивости плоского фронта роста осадка. Влияние ПАВ на формирование рельефа поверхности электролитического осадка. Микро-рассеивающая способность, различные механизмы выравнивания осадков металлов. Текстуры электролитических осадков. Теория ориентированного соответствия, текстуры роста и зарождения.
3	Закономерности электрокристаллизации металлов в виде дендритов	Условия кристаллизации металла в виде дендритного осадка. Технологические параметры порошков, методы их определения. Методы определения технологических свойств порошка. Возможность стабилизации свойств дендритного осадка на стадии электролиза. Модельное описание динамики формирования дендритного электролитического осадка из водного раствора

		<p>Потенциостатический режим электролиза.</p> <p>Гальваностатический режим электролиза. Изучение динамики изменения структуры осадка во времени. Динамика роста дендритного медного осадка в промышленном электролизере. Модели роста дендритного осадка при единственном катодном процессе. Формирования дендритного электролитического осадка с учетом его структурных изменений в ходе гальваностатического электролиза. Роль водорода в динамике формирования дендритного осадка в ходе гальваностатического электролиза.</p> <p>Динамика изменения выхода по току дендритного осадка. Распределение тока между выделением металла и водорода. Расчет динамики изменения выхода по току дендритного осадка.</p> <p>Оценка структурных изменений дендритного осадка на стержневом электроде в ходе гальваностатического электролиза.</p> <p>Оценка эффективной продолжительности роста дендритного осадка с помощью хронопотенциограмм.</p> <p>Методы внешнего управления структурой дендритного осадка. Гальванодинамический режим в водном растворе. Режим поднимающегося катода при электролизе расплавов.</p>
4	Технологические схемы и аппаратное оформление электролиза	<p>Электролизер для получения медного порошка. Питание током и система циркуляции раствора серии ванн. Расчет изменения во времени напряжения на электролизере. Производство электролитического медного порошка. Технологические схемы производства. Методы стабилизации медного порошка против окисления. Прогнозирование характеристик медных порошковых изделий на основе свойств электролитического медного порошка.</p> <p>Производство электролитического никелевого порошка.</p> <p>Производство электролитического порошка кобальта.</p>
5	Контактное вытеснение металлов или цементация	<p>Кристаллизация контактным вытеснением из водных растворов. Модельное описание динамики развития дендритного осадка, оценка структурных свойств получаемого порошка при контактном вытеснении металлов. Методы борьбы с цементацией в гальванике.</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

Электролитическое получение порошкообразных металлов

Электронные ресурсы (издания)

1. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
2. Федотьев, Н. П., Федотьев, Н. П.; Прикладная электрохимия; Государственное научно-техническое издательство химической литературы, Ленинград; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222574> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А.; Электрохимия : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1987 (7 экз.)
2. 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.)
3. 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.)
4. Мурашова, И. Б., Даринцева, А. Б., Рудой, В. М.; Получение электролитических порошков металлов : лабораторный практикум.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (15 экз.)
5. Мурашова, И. Б., Останина, Т. Н., Даринцева, А. Б., Мурашова, И. Б.; Теория и технология получения порошков металлов электролизом водных растворов : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (16 экз.)
6. Лукомский, Ю. Я., Гамбург, Ю. Д.; Физико-химические основы электрохимии : учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та.; Интеллект, Долгопрудный; 2008 (10 экз.)
7. Лукомский, Ю. Я.; Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2013 (7 экз.)
8. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2009 (6 экз.)
9. , Neikov, Oleg D., O. D., Naboychenko, Stanislav S., S. S., Murashova, Irina V., I. V., Gopienko, Victor G., V. G., Frishberg, Irina V., I. V., Lotsko, Dina V., D. V., Dowson, Dowson G., Нейков, О. Д., Набойченко, С. С., Мурашова, И. В., Гопиенко, В. Г., Фришберг, И. В.; Handbook of Non-Ferrous Metal Powders. Technologies and Applications; Elsevier, Amsterdam [etc.]; 2009 (1 экз.)
10. Гамбург, Ю. Д.; Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов; Янус-К, Москва; 1997 (3 экз.)
11. ; Порошки цветных металлов : Справочник.; Металлургия, Москва; 1997 (25 экз.)
12. Барабошкин, А. Н.; Электрокристаллизация металлов из расплавленных солей; Наука, Москва; 1976 (2 экз.)
13. , Томилов, А. П.; Прикладная электрохимия : Учебник для вузов.; Химия, Москва; 1984 (7 экз.)
14. Ничипоренко, О. С., Набойченко, С. С., Помосов, А. В.; Порошки меди и ее сплавов; Металлургия, Москва; 1988 (30 экз.)
15. Алкацев, М. И.; Процессы цементации в цветной металлургии; Металлургия, Москва; 1981 (4 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. Цветная металлургия

Цветные металлы

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

Электролитическое получение порошкообразных металлов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 мультимедийная аудитория	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM браузеры google.chrome firefox yandex
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM браузеры google.chrome firefox yandex

		Подключение к сети Интернет	
4	Консультации	<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 Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>
5	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 Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>
6	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 Acdmс</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>браузеры</p> <p>google.chrome</p> <p>firefox</p> <p>yandex</p>