

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
 Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485 Учебный план № 5123 (3) очн. № 5492 (3) заочн.
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП1 Технология электрохимических производств
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т.Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

1.1. Объем модуля, 21 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части образовательной программы, является обязательным для освоения по траектории ГОП1 «Технологии электрохимических производств». Модуль включает в себя три дисциплины «Введение в теорию растворов электролитов», «Теоретическая электрохимия» и «Теория электрокристаллизации металлов».

Модуль «Теория электрохимических процессов» базируется на знаниях, приобретенных студентами при изучении блока общенаучных химических и инженерных дисциплин, а также базовых дисциплин. Дисциплины модуля посвящены изучению теоретических основ электрохимической термодинамики и кинетики, приобретению практических навыков измерения свойств электрохимических систем и расчета кинетических и термодинамических показателей.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
	Семестр изучения	Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
<i>По очной форме обучения</i>									
1. (ВС) Введение в теорию растворов электролитов	5	34	17	34	85	131	Зачет, 4	216	6
2. (ВС) Теоретическая электрохимия	5, 6	68	17	102	187	245	Экзамен, 18; экзамен, 18	432	12
3. (ВС) Теория электрокристаллизации металлов	6	34	17		51	57	Зачет, 4	108	3
Всего на освоение модуля		136	51	136	323	433	44	756	21
<i>По заочной форме обучения</i>									
1. (ВС) Введение в теорию растворов электролитов	6, 7	8	12	10	30	186	Зачет, 4; зачет, 4	216	6
2. (ВС) Теоретическая электрохимия	6, 7	8	20	38	66	366	Экзамен, 18; экзамен, 18	432	12
3. (ВС) Теория электрокристаллизации металлов	7	6	10		16	92	Зачет, 4	108	3
Всего на освоение модуля		22	42	48	112	644	48	756	21

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Введение в теорию растворов электролитов; Теоретическая электрохимия; Теория электрокристаллизации металлов
3.2.	Корреквизиты	Введение в теорию растворов электролитов; Теоретическая электрохимия Теория электрокристаллизации металлов; Теоретическая электрохимия

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	РО-ТОП1-1. Способность осуществлять выбор режима проведения действующего технологического процесса или проектировать новый на основе теоретических знаний электрохимических процессов	<ul style="list-style-type: none"> • способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1); • готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16); • готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17); • готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18); • готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДПК-1-ТОП1)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-1	ПК-16	ПК-17	ПК-18	ДПК-1-ТОП1
1	(ВС) Введение в теорию растворов электролитов	*	*	*	*	*
2	(ВС) Теоретическая электрохимия	*	*	*	*	*
3	(ВС) Теория электрокристаллизации металлов			*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

- 5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:**
Не предусмотрен.
- 5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:**
Не предусмотрена.
- 5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)**

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю
Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю
Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
« ___ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485 Учебный план № 5386 (4) очн.
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/03.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	Нет
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Прикладной бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т.Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

1.1. Объем модуля, 21 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части образовательной программы, является обязательным для освоения по траектории ГОП1 «Технологии электрохимических производств». Модуль включает в себя три дисциплины «Введение в теорию растворов электролитов», «Теоретическая электрохимия» и «Теория электрокристаллизации металлов».

Модуль «Теория электрохимических процессов» базируется на знаниях, приобретенных студентами при изучении блока общенаучных химических и инженерных дисциплин, а также базовых дисциплин. Дисциплины модуля посвящены изучению теоретических основ электрохимической термодинамики и кинетики, приобретению практических навыков измерения свойств электрохимических систем и расчета кинетических и термодинамических показателей.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
	Аудиторные занятия, час.					Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Час.			Зач. ед.	
<i>По очной форме обучения</i>									
1. (ВС) Введение в теорию растворов электролитов	5	34	17	34	85	131	Зачет, 4	216	6
2. (ВС) Теоретическая электрохимия	5, 6	68	17	102	187	245	Экзамен, 18; экзамен, 18	432	12
3. (ВС) Теория электрокристаллизации металлов	6	34	17		51	57	Зачет, 4	108	3
Всего на освоение модуля		136	51	136	323	433	44	756	21
Всего на освоение модуля		22	42	48	112	644	48	756	21

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1. Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Введение в теорию растворов электролитов; Теоретическая электрохимия; Теория электрокристаллизации металлов
3.2. Кореквизиты	Введение в теорию растворов электролитов; Теоретическая электрохимия Теория электрокристаллизации металлов; Теоретическая электрохимия

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/03.01	РО-1. Способность осуществлять выбор режима проведения действующего технологического процесса или проектировать новый на основе теоретических знаний электрохимических процессов	<ul style="list-style-type: none"> • способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1); • готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16); • готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17); • готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18); • готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДК-1)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-1	ПК-16	ПК-17	ПК-18	ДК-1
1	(ВС) Введение в теорию растворов электролитов	*	*	*	*	*
2	(ВС) Теоретическая электрохимия	*	*	*	*	*
3	(ВС) Теория электрокристаллизации металлов			*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрен.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрена.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
«Теория электрохимических процессов»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю
Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю
Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний основных теорий, описывающих физико-химические свойства растворов электролитов, как в состоянии равновесия, так и в неравновесных условиях; знаний об основных методиках расчета свойств растворов; практических навыков проведения электрохимических измерений свойств растворов электролитов и интерпретации полученных результатов.

Дисциплиной подготавливает студентов к изучению специальных курсов: теоретическая электрохимия, коррозия и защита металлов, приборы и методы исследования сложных электрохимических систем.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДПК-1-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные свойства растворов электролитов;
- основные теоретические положения, описывающие свойства электролитов;
- особенности расплавленных и твердых электролитов;
- неравновесные явления в растворах электролитов;
- термодинамический подход к описанию свойств растворов;

Уметь:

- представлять и описывать свойства растворов с использованием термодинамического подхода;
- на основе модельных представлений рассчитывать свойства растворов электролитов (коэффициент активности, активность, электропроводность, подвижность ионов и др.);

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками измерения свойств растворов электролитов в равновесных и неравновесных условиях;
- навыками прогнозирования свойств электролитов в зависимости от изменения параметров электрохимической системы.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5	
1.	Аудиторные занятия	85	85	85	
2.	Лекции	34	34	34	
3.	Практические занятия	17	17	17	
4.	Лабораторные работы	34	34	34	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	131	15,75	131	
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216		216	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6	

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6	7
1.	Аудиторные занятия	30	30	14	16
2.	Лекции	8	8	2	6
3.	Практические занятия	12	12	6	6
4.	Лабораторные работы	10	10	6	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	186	7,5	130	56
6.	Промежуточная аттестация	8	0,5	3	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216		144	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		4	2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Теория электролитической диссоциации Аррениуса	Основные этапы в развитии теории растворов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разведения Оствальда, константа диссоциации. Понятие о стандартном состоянии в растворе и безразмерная форма выражения константы равновесия. Диссоциация воды, водородный показатель. Теория кислот и оснований. Буферные свойства растворов. Недостатки теории электролитической диссоциации. Пути совершенствования теории растворов электролитов.
P2	Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов	Сольватация и гидратация электролитов. Теплота и энергия сольватации. Реальная и химическая энергия сольватации. Расчет теплоты гидратации по Габеру-Борну. Связь энергии гидратации со свойствами ионов. Энтропия сольватации и числа сольватации (гидратации) ионов. Методы определения чисел гидратации отдельных ионов. Влияние гидратации на свойства растворов электролитов в равновесных условиях.

Р3	Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов	<p>Активность и коэффициент активности. Методы определения коэффициентов активности. Ионная сила раствора. Межионное взаимодействие в растворах электролитов. Основные положения теории Дебая и Гюккеля. Понятие об ионной атмосфере. Вывод уравнения предельного закона Дебая и Гюккеля. Второе приближение теории Дебая и Гюккеля. Теория сильных электролитов, основанная на сольватации. Расчет коэффициентов активности по Робинсону-Стоксу. Определение среднего коэффициента активности в растворе смеси электролитов.</p>
Р4	Неравновесные явления в электролитах	<p>Общая характеристика неравновесных явлений в растворах электролитов.</p> <p>Абсолютная скорость движения ионов. Удельная электропроводимость, зависимость её от температуры, концентрации, природы электролита и растворителя. Эквивалентная электропроводимость. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Подвижность ионная электропроводность. Методы определения электропроводности. Роль сольватации в явлениях электропроводности. Подвижности ионов водорода и гидроксидов в водных растворах. Связь электропроводности со свойствами электролитов и природой растворителя. Правило Писаржевского-Вальдена.</p> <p>Влияние межионного взаимодействия на электропроводимость электролитов. Коэффициент электропроводности. Основные положения теории электропроводности Дебая-Онзагера. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена.</p> <p>Числа переноса ионов; зависимость их от температуры, концентрации и природы электролитов. Аномальные числа переноса. Методы определения чисел переноса. Числа переноса в твердых солях и в расплавленных средах. Практическое значение чисел переноса. Электродные балансы и их практическое значение.</p> <p>Аномалии электропроводности в неводных растворах. Электропроводимость твердых электролитов и полупроводников. Поведение растворов, содержащих сольватированные электроны.</p> <p>Расплавленные электролиты. Классификация. Особенности переноса тока в расплавленных средах.</p> <p>Основные электрохимические явления при электролизе. Закон Фарадея</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение pH раствора слабой кислоты	4
P1	2	Определение pH раствора кислоты	4
P1	3	Определение pH раствора соли	4
P1	4	Буферные свойства растворов	4
P4	5	Определение чисел переноса методом Гитторфа	4
P4	6	Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации электролита	4
P4	7	Определение растворимости труднорастворимых солей	4
P4	8	Закон Ома в ионных проводниках	6
Всего:			34

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение pH раствора слабой кислоты	4
P1	2	Определение pH раствора соли	2
P4	3	Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации электролита	4
Всего:			10

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет свойств раствора по теории Аррениуса	2
P3	2	Расчет активности и коэффициента активности по теории Дебая - Гюккеля	4
P3	3	Расчет коэффициентов активности по теории Робинсона-Стокса и Икеда	4
P4	4	Расчет удельной и эквивалентной электропроводности	4
P4	6	Основные электрохимические явления при электролизе. Закон Фарадея	3
Всего:			17

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет свойств раствора по теории Аррениуса	2
P3	2	Расчет активности и коэффициента активности по теории Дебая - Гюккеля	4
P4	3	Расчет удельной и эквивалентной электропроводности	2
P4	4	Основные электрохимические явления при электролизе. Закон Фарадея	4
Всего:			12

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

По очной и заочной (6 семестр) форме обучения

Домашняя работа №1. Расчет свойств растворов электролитов по теории Аррениуса.

Домашняя работа №2. Неравновесные явления в растворах электролитов

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Для очной и заочной формы обучения:

Расчет средне-ионного коэффициента активности по модели Робинсона-Стокса.

Расчет средне-ионного коэффициента активности по модели Икеда.

Расчет средне-ионного коэффициента активности в растворе смеси электролитов.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для очной формы обучения:

Контрольная работа № 1. Расчет активностей и коэффициентов активности.

Контрольная работа № 2. Расчет количества выделившегося вещества при электролизе.

Для заочной формы обучения (6 семестр):

Контрольная работа № 1. Расчет активностей и коэффициентов активности.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Для очной формы обучения:

1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Диссоциация воды, водородный показатель. Теория кислот и оснований. Буферные свойства растворов.
2. Недостатки теории электролитической диссоциации. Пути совершенствования теории растворов электролитов. Активность и коэффициент активности.
3. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость от температуры, концентрации, природы электролита. Методы определения электропроводности.

4. Числа переноса ионов; зависимость их от температуры, концентрации и природы электролитов. Методы определения чисел переноса.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*								
P3				*								
P4				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. -М.: Химия ; КолосС, 2008. - 672 с. (18 экз.).
3. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015
4. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2.Дополнительная литература

1. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы электрохимии. / В. М. Байрамов ; под ред. В. В. Лунина .— М. : Академия, 2005 .— 240 с. (15 экз).
2. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с.(5 экз)
3. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье .— Изд. 7-е .— Москва : Альянс, 2007 .— 448 с. (40 экз).

4. Ротинян, Александр Леонидович. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина ; под ред. А. Л. Ротиняна .— Ленинград : Химия, 1981 .— 424 с. (41 экз)

9.2. Методические разработки

1. Теоретическая электрохимия: сборник задач. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 84 с.
2. Теоретическая электрохимия. Останина Т.Н., Рудой В.М., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. 140 с.
3. Введение в теорию растворов электролитов. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. - 84 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- пакет программ для научных исследований MATCAD;
- APPA Win DMM1005 - программное обеспечение для обработки данных с цифрового мультиметра APPA 109N;
- Solartron Corr View, Solartron CorrWare, Solartron ZPlot, Solartron ZView – программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных испытательного электрохимического комплекса Solartron;
- SM Zive, EIS Analyzer – программное обеспечение для обработки и представления данных электрохимической рабочей станции ZiveSP2 и ZiveSP5;
- Nova 2.1 и Nova 1.12– программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных электрохимической испытательной станции AutoLAB.

9.4. 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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых:

- специализированной электрохимической лабораторией, в состав которой входят потенциостаты, мост переменного тока, источники питания, измерительные приборы, электрохимические ячейки, установки для очистки воды, средства приготовления растворов и т.п.;
- компьютерный класс для обработки экспериментальных данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	5, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы № 1</i>	5, 12	20
<i>СРС: выполнение домашней работы № 2</i>	5, 16	20
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	5, 12	20
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 2</i>	5, 15	23
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	5, 9-16	16
<i>Решение задач на практических занятиях по темам занятий</i>	5, 9-16	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Коллоквиумы (4)</i>	5, 9-16	4 x 5 = 20
<i>Защита отчетов по лабораторным работам (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение расчетов по заданию курсовой работы</i>	5, 9-16	60
<i>Оформление пояснительной записки</i>	5, 9-16	20
<i>Посещение консультаций</i>	5, 9-16	10
<i>Нормоконтроль</i>	5, 9-16	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,2		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,8		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. В сосуд для измерения электропроводности помещены платиновые электроды в форме дисков диаметром 3 см, расстояние между электродами 3 см. Сосуд заполнен 0,05 моль-экв/л раствором сульфата натрия. При напряжении 0,4 В через раствор протекает ток силой 5 мА. Найти величину удельной и эквивалентной электропроводности ($\text{См}\cdot\text{м}$ и $\text{См}\cdot\text{м}^2/(\text{моль}\cdot\text{экв})$) раствора.
2. Какой силы ток (А) нужно пропускать через газовый кулонометр в течение 1,05 часа, чтобы выделить из раствора NaOH 1 л гремучего газа при 0 °С и давлении 750 мм рт. ст.?
3. Требуется определить рН раствора 2 моль-экв/л SnCl_2 . Каким электродом воспользоваться для измерения рН раствора данного восстановителя: а) хингидронным, б) сурьмянооксидным, в) водородным, г) ртутнооксидным, д) стеклянным?

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Недостатки теории электролитической диссоциации.
2. Закон разведения Оствальда, константа диссоциации.
3. Водородный показатель. Особенности расчета рН слабых электролитов.
4. Буферные свойства растворов.

5. Сольватация и гидратация электролитов. Теплота и энергия сольватации. Реальная и химическая энергия сольватации. Энтропия сольватации и числа сольватации (гидратации) ионов.
6. Понятия активности и коэффициента активности. Среднеионный коэффициент активности, коэффициента активности соли.
7. Расчет ионной силы растворов.
8. Основные положения теории Дебая и Гюккеля. Понятие об ионной атмосфере.
9. Теория сильных электролитов Робинсона-Стокса.
10. Основные явления переноса в растворах электролитов: диффузия, миграция и ионные реакции.
11. Перенос тока в растворах электролитов. Абсолютная скорость движения ионов, ионная электропроводность.
12. Удельная электропроводность растворов электролитов. Зависимость ее от температуры, концентрации и природы электролита.
13. Эквивалентная электропроводность. Закон независимого движения ионов Кольрауша.
14. Подвижность ионов водорода и гидроксила в водных растворах.
15. Числа переноса и методы их определения
16. Электропроводность расплавов.
17. Электропроводность твердых электролитов
18. Законы Фарадея

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/03.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Прикладной бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний основных теорий, описывающих физико-химические свойства растворов электролитов, как в состоянии равновесия, так и в неравновесных условиях; знаний об основных методиках расчета свойств растворов; практических навыков проведения электрохимических измерений свойств растворов электролитов и интерпретации полученных результатов.

Дисциплиной подготавливает студентов к изучению специальных курсов: теоретическая электрохимия, коррозия и защита металлов, приборы и методы исследования сложных электрохимических систем.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДК-1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные свойства растворов электролитов;
- основные теоретические положения, описывающие свойства электролитов;
- особенности расплавленных и твердых электролитов;
- неравновесные явления в растворах электролитов;
- термодинамический подход к описанию свойств растворов;

Уметь:

- представлять и описывать свойства растворов с использованием термодинамического подхода;
- на основе модельных представлений рассчитывать свойства растворов электролитов (коэффициент активности, активность, электропроводность, подвижность ионов и др.);

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками измерения свойств растворов электролитов в равновесных и неравновесных условиях;
- навыками прогнозирования свойств электролитов в зависимости от изменения параметров электрохимической системы.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	85	85	85
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	131	15,75	131
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216		216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Теория электролитической диссоциации Аррениуса	Основные этапы в развитии теории растворов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разведения Оствальда, константа диссоциации. Понятие о стандартном состоянии в растворе и безразмерная форма выражения константы равновесия. Диссоциация воды, водородный показатель. Теория кислот и оснований. Буферные свойства растворов. Недостатки теории электролитической диссоциации. Пути совершенствования теории растворов электролитов.
P2	Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов	Сольватация и гидратация электролитов. Теплота и энергия сольватации. Реальная и химическая энергия сольватации. Расчет теплоты гидратации по Габеру-Борну. Связь энергии гидратации со свойствами ионов. Энтропия сольватации и числа сольватации (гидратации) ионов. Методы определения чисел гидратации отдельных ионов. Влияние гидратации на свойства растворов электролитов в равновесных условиях.
P3	Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов	Активность и коэффициент активности. Методы определения коэффициентов активности. Ионная сила раствора. Межионное взаимодействие в растворах электролитов. Основные положения теории Дебая и Гюккеля. Понятие об ионной атмосфере. Вывод уравнения предельного закона Дебая и Гюккеля. Второе приближение теории Дебая и Гюккеля. Теория сильных электролитов, основанная на сольватации. Расчет коэффициентов активности по Робинсону-Стоксу. Определение среднего коэффициента активности в растворе смеси электролитов.
P4	Неравновесные явления в электролитах	Общая характеристика неравновесных явлений в растворах электролитов. Абсолютная скорость движения ионов. Удельная электропроводимость, зависимость её от температуры, концентрации, природы электролита и растворителя. Эквивалентная электропроводимость. Закон независимого движения

		<p>ионов Кольрауша. Подвижность ионная электропроводность. Методы определения электропроводности. Роль сольватации в явлениях электропроводности. Подвижности ионов водорода и гидроксила в водных растворах. Связь электропроводности со свойствами электролитов и природой растворителя. Правило Писаржевского-Вальдена.</p> <p>Влияние межионного взаимодействия на электропроводимость электролитов. Коэффициент электропроводности. Основные положения теории электропроводности Дебая-Онзагера. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена.</p> <p>Числа переноса ионов; зависимость их от температуры, концентрации и природы электролитов. Аномальные числа переноса. Методы определения чисел переноса. Числа переноса в твердых солях и в расплавленных средах. Практическое значение чисел переноса. Электродные балансы и их практическое значение.</p> <p>Аномалии электропроводности в неводных растворах. Электропроводимость твердых электролитов и полупроводников. Поведение растворов, содержащих сольватированные электроны.</p> <p>Расплавленные электролиты. Классификация. Особенности переноса тока в расплавленных средах.</p> <p>Основные электрохимические явления при электролизе. Закон Фарадея</p>
--	--	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение рН раствора слабой кислоты	4
P1	2	Определение рН раствора кислоты	4
P1	3	Определение рН раствора соли	4
P1	4	Буферные свойства растворов	4
P4	5	Определение чисел переноса методом Гитторфа	4
P4	6	Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации электролита	4
P4	7	Определение растворимости труднорастворимых солей	4
P4	8	Закон Ома в ионных проводниках	6
Всего:			34

4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет свойств раствора по теории Аррениуса	2
P3	2	Расчет активности и коэффициента активности по теории Дебая - Гюккеля	4
P3	3	Расчет коэффициентов активности по теории Робинсона-Стокса и Икеда	4
P4	4	Расчет удельной и эквивалентной электропроводности	4
P4	6	Основные электрохимические явления при электролизе. Закон Фарадея	3
Всего:			17
Всего:			12

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1. Расчет свойств растворов электролитов по теории Аррениуса.
Домашняя работа №2. Неравновесные явления в растворах электролитов

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Расчет средне-ионного коэффициента активности по модели Робинсона-Стокса.
Расчет средне-ионного коэффициента активности по модели Икеда.

Расчет средне-ионного коэффициента активности в растворе смеси электролитов.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа № 1. Расчет активностей и коэффициентов активности.

Контрольная работа № 2. Расчет количества выделившегося вещества при электролизе.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Диссоциация воды, водородный показатель. Теория кислот и оснований. Буферные свойства растворов.

2. Недостатки теории электролитической диссоциации. Пути совершенствования теории растворов электролитов. Активность и коэффициент активности.

3. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость от температуры, концентрации, природы электролита. Методы определения электропроводности.

4. Числа переноса ионов; зависимость их от температуры, концентрации и природы электролитов. Методы определения чисел переноса.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*								
P3				*								
P4				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)

2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. -М.: Химия ; КолосС, 2008. - 672 с. (18 экз.).

3. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015
4. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2. Дополнительная литература

1. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы электрохимии. / В. М. Байрамов ; под ред. В. В. Лунина .— М. : Академия, 2005 .— 240 с. (15 экз).
2. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с. (5 экз)
3. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье .— Изд. 7-е .— Москва : Альянс, 2007 .— 448 с. (40 экз).
4. Ротинян, Александр Леонидович. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина ; под ред. А. Л. Ротиняна .— Ленинград : Химия, 1981 .— 424 с. (41 экз)

9.2. Методические разработки

1. Теоретическая электрохимия: сборник задач. Рудой В.М., Останина Т.Н, Мурашова И.Б. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 84 с.
2. Теоретическая электрохимия. Останина Т.Н., Рудой В.М., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. 140 с.
3. Введение в теорию растворов электролитов. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. - 84 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- пакет программ для научных исследований MATCAD;
- APPA Win DMM1005 - программное обеспечение для обработки данных с цифрового мультиметра APPA 109N;
- Solartron Corr View, Solartron CorrWare, Solartron ZPlot, Solartron ZView – программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных испытательного электрохимического комплекса Solartron;
- SM Zive, EIS Analyzer – программное обеспечение для обработки и представления данных электрохимической рабочей станции ZiveSP2 и ZiveSP5;
- Nova 2.1 и Nova 1.12– программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных электрохимической испытательной станции AutoLAB.

9.4. 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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых:

- специализированной электрохимической лабораторией, в состав которой входят потенциостаты, мост переменного тока, источники питания, измерительные приборы, электрохимические ячейки, установки для очистки воды, средства приготовления растворов и т.п.;
- компьютерный класс для обработки экспериментальных данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	5, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы № 1</i>	5, 12	20
<i>СРС: выполнение домашней работы № 2</i>	5, 16	20
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	5, 12	20
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 2</i>	5, 15	23
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	5, 9-16	16
<i>Решение задач на практических занятиях по темам занятий</i>	5, 9-16	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Коллоквиумы (4)</i>	5, 9-16	4 x 5 = 20
<i>Защита отчетов по лабораторным работам (8)</i>	5, 9-16	8 x 5 = 40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение расчетов по заданию курсовой работы</i>	5, 9-16	60
<i>Оформление пояснительной записки</i>	5, 9-16	20
<i>Посещение консультаций</i>	5, 9-16	10
<i>Нормоконтроль</i>	5, 9-16	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,2		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,8		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Введение в теорию растворов электролитов"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. В сосуд для измерения электропроводности помещены платиновые электроды в форме дисков диаметром 3 см, расстояние между электродами 3 см. Сосуд заполнен 0,05 моль-экв/л раствором сульфата натрия. При напряжении 0,4 В через раствор протекает ток силой 5 мА. Найти величину удельной и эквивалентной электропроводности ($\text{См}\cdot\text{м}$ и $\text{См}\cdot\text{м}^2/(\text{моль}\cdot\text{экв})$) раствора.
2. Какой силы ток (А) нужно пропускать через газовый кулонометр в течение 1,05 часа, чтобы выделить из раствора NaOH 1 л гремучего газа при 0°C и давлении 750 мм рт. ст.?
3. Требуется определить рН раствора 2 моль-экв/л SnCl_2 . Каким электродом воспользоваться для измерения рН раствора данного восстановителя: а) хингидронным, б) сурьмянооксидным, в) водородным, г) ртутнооксидным, д) стеклянным?

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Недостатки теории электролитической диссоциации.
2. Закон разведения Оствальда, константа диссоциации.
3. Водородный показатель. Особенности расчета рН слабых электролитов.
4. Буферные свойства растворов.

5. Сольватация и гидратация электролитов. Теплота и энергия сольватации. Реальная и химическая энергия сольватации. Энтропия сольватации и числа сольватации (гидратации) ионов.
6. Понятия активности и коэффициента активности. Среднеионный коэффициент активности, коэффициента активности соли.
7. Расчет ионной силы растворов.
8. Основные положения теории Дебая и Гюккеля. Понятие об ионной атмосфере.
9. Теория сильных электролитов Робинсона-Стокса.
10. Основные явления переноса в растворах электролитов: диффузия, миграция и ионные реакции.
11. Перенос тока в растворах электролитов. Абсолютная скорость движения ионов, ионная электропроводность.
12. Удельная электропроводность растворов электролитов. Зависимость ее от температуры, концентрации и природы электролита.
13. Эквивалентная электропроводность. Закон независимого движения ионов Кольрауша.
14. Подвижность ионов водорода и гидроксила в водных растворах.
15. Числа переноса и методы их определения
16. Электропроводность расплавов.
17. Электропроводность твердых электролитов
18. Законы Фарадея

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний теоретических основ электрохимической термодинамики и кинетики, практических навыков измерения свойств электрохимических систем и расчета кинетических и термодинамических показателей.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДПК-1-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические основы потенциометрических и кондуктометрических методов анализа, приемы обработки данных стационарной и нестационарной поляризации для изучения кинетики электродных реакций;
- термодинамические методы расчета равновесных состояний электрохимических систем;
- основные закономерности электрохимической кинетики (диффузионной и активационной) на различных типах электродов: плоском, капаящем, вращающемся, микроэлектроде, кинетику многостадийных и многоэлектронных процессов;

Уметь:

- использовать основные термодинамические и кинетические закономерности для описания свойств и поведения электрохимических систем;
- пользоваться основными специализированными электрохимическими приборами: рН-метрами, кондуктометрами, потенциостатами, импедансметрами.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть практическими навыками выполнения электрохимических измерений в условиях протекания электродных процессов и интерпретации полученных результатов.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5	6
1.	Аудиторные занятия	187	187	85	102
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	17	17		17
4.	Лабораторные работы	102	102	51	51
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	245	28,05	131	114
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432		216	216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		6	6

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6	7
1.	Аудиторные занятия	66	66	30	36
2.	Лекции	8	8	4	4
3.	Практические занятия	20	20	10	10
4.	Лабораторные работы	38	38	16	22
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	366	9,9	78	288
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432		108	324
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		3	9

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	<p>Предмет и содержание электрохимии. Основные этапы в развитии электрохимии. Области применения электрохимии; электрохимические технологии.</p> <p>Роль электрохимии в решении проблем рационального использования материальных и энергетических ресурсов и охране окружающей среды.</p> <p>Понятие об электрохимической системе. Законы Фарадея. Электрохимические эквиваленты. Вторичные и побочные процессы при электролизе. Удельный расход электроэнергии</p>
P5	Электрохимическое равновесие на границе фаз	<p>Условия электрохимического равновесия на границе фаз. Скачки потенциала на границе фаз. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Гальвани- и Вольта-потенциалы.</p> <p>Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Роль сольватации в процессе возникновения электродного потенциала. Токи обмена. Равновесный по-</p>

		<p>тенциал. Термодинамическая формула для равновесного электродного потенциала.</p> <p>Условность величины электродного потенциала. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах. Водородная шкала потенциалов. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов. Электроды сравнения. Классификация электродов.</p> <p>Правило Лютера. Ионоселективные и ферментные электроды. Теория стеклянного электрода. Электрохимические методы определения концентрации водородных ионов. Диаграмма областей электрохимической устойчивости воды. Термодинамическая устойчивость электродов в водных растворах.</p> <p>Электрохимические системы (цепи). Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи. Термодинамика гальванического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамическое уравнение для обратимой ЭДС электрической системы. Термодинамический метод расчета этих величин. Экспериментальный метод измерения ЭДС.</p> <p>Физические цепи: гравитационные и аллотропические. Концентрационные цепи с переносом и без переноса. Термодинамика концентрационных цепей. Диффузионный потенциал, методы его элиминирования. Термодинамическая теория диффузионного потенциала по Планку и Гендерсону. Использование электрохимических цепей для определения стандартных потенциалов электродов, активностей и коэффициентов активностей, чисел переноса, растворимости и произведения растворимости труднорастворимых солей. Электронно-ионное равновесие.</p>
РЗ	<p>Строение двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления</p>	<p>Электрокапиллярные явления на поверхности жидких электролитов. Электрокапиллярные кривые на ртути. Зависимость межфазного натяжения и заряда поверхности ртути от потенциала. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые.</p> <p>Нулевые точки металлов и методы их определения. Роль заряда поверхности в адсорбционных явлениях на электродах. Приведенная или ф-шкала потенциалов по Антропову.</p> <p>Емкость двойного электрического слоя, дифференциальная и интегральная емкости. Зависимость емкости от потенциала электрода, состава раствора и его концентрации. Измерение емкости двойного электрического слоя. Кривые заряжения.</p> <p>Импеданс электрода и эквивалентные электрические схемы. Строение двойного электрического слоя на границе электрод-электролит. Модель двойного электрического слоя Гельмгольца и Гуи-Чапмена. Теории двойного слоя Штерна и Грэма. Дальнейшее развитие представлений о строении двойного электрического слоя.</p>

P4	Кинетика электродных процессов в условиях замедленной доставки вещества	<p>Электродные процессы и электрохимическая реакция. Плотность тока как характеристика скорости электрохимических реакций. Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые. Экспериментальные методы определения потенциала электрода под током.</p> <p>Диффузионное перенапряжение. Концентрационные изменения в приэлектродном слое при электролизе. Механизм массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Стационарная диффузия при разряде ионов. Общее уравнение диффузионного перенапряжения. Предельная плотность тока диффузии. Роль миграции при разряде катионов и анионов. Роль перемешивания в массопереносе реагирующих веществ.</p> <p>Теория стационарной конвективной диффузии. Естественная конвекция. Дисковый вращающийся электрод. Нестационарная диффузия реагирующих веществ к электроду. Зависимость диффузионного перенапряжения от времени для нестационарной диффузии при заданной плотности тока. Переходное время. Уравнение Караогланова. Уравнение Сэнда. Хронопотенциометрия. Хроноамперометрия. Основные положения теории полярографического метода.</p>
P5	Электрохимическое перенапряжение	<p>Электрохимическое перенапряжение. Основные положения теории замедленного разряда. Элементарный акт стадии разряда-ионизации по модели Гориучи-Поляни и на основе теории реорганизации растворителя. Энергия активации.</p> <p>Влияние двойного электрического слоя на электрохимическое перенапряжение. Уравнение Фрумкина. Кинетика электровосстановления персульфат-ионов. Кинетические параметры электрохимических реакций: ток обмена, коэффициент переноса. Определение кинетических параметров электрохимических реакций.</p>
P6	Основные закономерности смешанной кинетики. Химическое перенапряжение	<p>Основные закономерности смешанной кинетики. Наложение перенапряжения диффузии на перенапряжение перехода, уравнение Есина. Наложение перенапряжения химической реакции на электрохимическое перенапряжение.</p> <p>Химическое перенапряжение. Роль стадий химических превращений в электрохимических процессах. Замедленное протекание гомогенной и гетерогенной химических стадий. Влияние комплексообразования на кинетику электродных реакций. Уравнение химического перенапряжения.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)														
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*			Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*										
P4	Кинетика электродных процессов в условиях замедленной доставки вещества	121	60	20	6	34	61	41	17	3	21	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	6	Зачет Экзамен Интегрированный экзамен по модулю Проект по модулю	0	18	0	0					
P5	Электрохимическое перенапряжение	48	26	10	5	11	22	20	8	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1											
P6	Основные закономерности смешанной кинетики.	29	16	4	6	6	13	11	4	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1											
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	198	102	34	17	51	96	72	29	10	33	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2	16											
	Всего по дисциплине (час.):	216	102				114	В т.ч. промежуточная аттестация																	0	18	0	0									

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Кулонометры	6
P2	2	Определение рН электролита с помощью стеклянного и хингидронного индикаторных электродов	6
P2	3	Определение чисел переноса измерением ЭДС концентрационных цепей с переносом	6
P2	4	Измерение рН при помощи сурьмянооксидного электрода	5
P2	5	Измерение и расчет равновесных электродных потенциалов	6
P2	6	Расчет обратимого напряжения разложения и экспериментальное определение минимального напряжения разложения	6
P2	7	Определение размера иона	4
P2	8	Кондуктометрическое титрование	6
P2	9	Потенциометрическое титрование	6
P4	10	Выход по току и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов	6
P4	11	Виды поляризационных кривых	6
P4	12	Концентрационная поляризация	6
P4	13	Хронопотенциометрия	6
P4	14	Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом	6
P4	15	Вращающийся дисковый электрод	4
P5	16	Влияние материала твердого катода на перенапряжение водорода	6
P5	17	Анодная пассивность никеля	5
P6	18	Смешанная электрохимическая кинетика	6
Всего:			102

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Определение рН электролита с помощью стеклянного и хингидронного индикаторных электродов	4
P2	2	Определение чисел переноса измерением ЭДС концентрационных цепей с переносом	4
P2	3	Измерение и расчет равновесных электродных потенциалов	4
P2	4	Определение размера иона	4
P4	5	Концентрационная поляризация	6
P4	6	Выход по току и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов	6
P5	7	Влияние материала твердого катода на перенапряжение водорода	6
P5	8	Анодная пассивность никеля	4
Всего:			38

4.2. Практические занятия
По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Диффузионная кинетика	2
P4	2	Обратимая полярография и хронопотенциометрия	4
P5	3	Перенапряжение водорода	4
P6	4	Смешанная кинетика	4
P6	5	Электрохимические реакции, осложненные замедленной химической реакцией	3
Всего:			17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Параллельные реакции. Расчет выхода по току	4
P2	2	Расчет равновесных потенциалов электродов первого рода	4
P2	3	Расчет равновесных потенциалов электродов второго рода	2
P4	4	Диффузионная кинетика	4
P4	5	Хронопотенциометрия	4
P5	6	Перенапряжение водорода	2
Всего:			20

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Для очной и заочной формы обучения

Домашняя работа №1. Модельные расчеты дифференциальной емкости по теории Штерна.

Домашняя работа №2. Диффузионная кинетика в стационарных режимах на неподвижном и вращающемся электродах.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для очной формы обучения

Контрольная работа №1. Электрохимические равновесия

Контрольная работа №2. Кинетика электродных процессов

Для заочной формы обучения

Контрольная работа №1. Электрохимические равновесия

Контрольная работа №2. Кинетика электродных процессов

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Для очной формы обучения (5сем):

1. Виды кулонометров и основные реакции.
2. Определение рН электролита с помощью стеклянного и хингидронного индикаторных электродов.
3. Измерение рН при помощи сурьмянооксидного электрода
4. Определение чисел переноса измерением ЭДС концентрационных цепей с переносом
5. Расчет обратимого напряжения разложения и экспериментальное определение минимального напряжения разложения
6. Определение размера иона
7. Измерение и расчет равновесных электродных потенциалов
8. Основы кондуктометрического титрования
9. Определение состава раствора методом потенциометрического титрования

Для очной формы обучения (6сем):

1. Поляризационные кривые. Зависимость вида кривых от природы лимитирующей стадии.
2. Виды доставки вещества к поверхности электрода. Особенности процессов, протекающих в условиях диффузионных ограничений по доставке.
3. Особенности электродных процессов в условиях смешанной электрохимической кинетики.
4. Особенности электродных процессов, лимитирующей стадией которых является передача электронов. Влияние материала твердого катода на перенапряжение водорода
5. Процессы нестационарной диффузии. Хронопотенциометрия
6. Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом
7. Исследования электродных процессов при контроле конвективного переноса вещества. Вращающийся дисковый электрод
8. Выход по току и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		*		*								
P2	*	*		*								
P3	*	*		*								
P4	*	*		*								
P5		*		*								
P6		*		*								

6. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**
7. **ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**
8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
9. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. -М.: Химия ; КолосС, 2008. - 672 с. (18 экз.).
3. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015
4. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 424 с. (10 экз). Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург .— 2-е изд., испр. — Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 448 с. (7 экз).
5. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2.Дополнительная литература

1. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы электрохимии / В. М. Байрамов; под ред. В. В. Лунина .— М. : Академия, 2005 .— 240 с. (15 экз).
2. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с.(5экз)
3. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье .— Изд. 7-е .— Москва : Альянс, 2007 .— 448 с. (40 экз).
4. Ротинян, Александр Леонидович. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина ; под ред. А. Л. Ротиняна .— Ленинград : Химия, 1981 .— 424 с. (41 экз)
5. Антропов, Лев Иванович. Теоретическая электрохимия : Учебник для хим.-технол. специальностей ВУЗов / Л. И. Антропов .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1984 .— 519 с. (41 экз)
6. Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов / Б. Б. Дамаскин и др.] ; Под ред. Б. Б. Дамаскина .— Москва : Высшая школа, 1991 .— 287 с. (29 экз).

9.2. Методические разработки

1. Теоретическая электрохимия: сборник задач. Рудой В.М., Останина Т.Н, Мурашова И.Б. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 84 с.
2. Теоретическая электрохимия. Останина Т.Н., Рудой В.М., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. 140 с.
3. Введение в теорию растворов электролитов. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. - 84 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;

- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- пакет программ для научных исследований MATCAD;
- APPA Win DMM1005 - программное обеспечение для обработки данных с цифрового мультиметра APPA 109N;
- Solartron Corr View, Solartron CorrWare, Solartron ZPlot, Solartron ZView – программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных испытательного электрохимического комплекса Solartron;
- SM Zive, EIS Analyzer – программное обеспечение для обработки и представления данных электрохимической рабочей станции ZiveSP2 и ZiveSP5;
- Nova 2.1 и Nova 1.12– программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных электрохимической испытательной станции AutoLAB.

9.4. 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.galvanicrus.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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых:

- специализированной электрохимической лабораторией, в состав которой входят потенциостаты, мост переменного тока, источники питания, измерительные приборы, электрохимические ячейки, установки для очистки воды, средства приготовления растворов и т.п.;
- компьютерный класс для обработки экспериментальных данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Теоретическая электрохимия"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	5, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы № 1</i>	5, 11	25
<i>СРС: выполнение домашней работы № 2</i>	5, 15	25
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	5, 16	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (9)</i>	5, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Коллоквиумы (9)</i>	5, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Защита отчетов</i>	5, 9-16	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	6, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	6, 11	40
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	6, 14	43
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям –		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	6, 9-16	16
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	6, 9-16	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (9)</i>	6, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Коллоквиумы (9)</i>	6, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Защита отчетов</i>	6, 9-16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Равновесный потенциал составляет $-0,18$ В (нвэ). Потенциал под током для этого же процесса равен $-0,59$ В (нхсэ). Рассчитать катодное перенапряжение (считая его как $E_p - E$).
2. ЭДС между электродом, на котором восстанавливается никель из раствора NiSO_4 с активностью $0,5$ моль/л и насыщенным хлорсеребряным электродом сравнения равна $0,7$ В. Определить поляризацию электрода. Стандартный потенциал $\text{Ni}|\text{NiSO}_4$ считать равным $-0,25$ В, а коэффициент активности ионов никеля – единицей.
3. Проводится электроосаждение цинка при 25 °С из 2 N раствора ZnSO_4 , содержащего 2 M Na_2SO_4 , при плотности тока $0,75$ и $1,5$ А/дм². Рассчитать величину диффузионного перенапряжения для двух условий, если коэффициент диффузии ионов равен $0,72 \cdot 10^{-5}$ см²·с⁻¹, а толщина диффузионного слоя составляет $0,695 \cdot 10^{-2}$ см, а условия диффузии стационарны.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Для подготовки к экзамену 5 семестр очники, 6 семестр заочники:

1. Понятие об электрохимической системе. Основные электрохимические явления при электролизе.
2. Законы Фарадея. Электрохимические эквиваленты. Вторичные и побочные процессы при электролизе.
3. Скачки потенциала на границе фаз. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Гальвани и Вольта потенциалы.
4. Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Токи обмена. Равновесный потенциал. Термодинамическая формула для равновесного электродного потенциала.
5. Условность величины электродного потенциала. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах. Водородная шкала потенциалов. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов.
6. Электроды сравнения. Классификация электродов.
7. Теория стеклянного электрода. Электрохимические методы определения концентрации водородных ионов.
8. Диаграмма областей электрохимической устойчивости воды. Диаграммы Пурбэ.
9. Электрохимические системы (цепи). Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи.
10. Термодинамика гальванического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамическое уравнение для обратимой ЭДС электрической системы.
11. Физические цепи: гравитационные и аллотропические.
12. Концентрационные цепи первого и второго рода. Термодинамика концентрационных цепей.
13. Диффузионный потенциал, методы его элиминирования.
14. Электрокапиллярные явления. Электрокапиллярные кривые на ртути. Зависимость межфазного натяжения и заряда поверхности ртути от потенциала. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса.
15. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые.
16. Нулевые точки металлов и методы их определения. Роль заряда поверхности в адсорбционных явлениях на электродах. Приведенная или ϕ -шкала потенциалов по Антропову.
17. Емкость двойного электрического слоя, дифференциальная и интегральная емкости. Зависимость емкости от потенциала электрода, состава раствора и его концентрации. Кривые зарядения.
18. Строение двойного электрического слоя на границе электрод-электролит. Модель двойного электрического слоя Гельмгольца и Гуи-Чапмена. Теории двойного слоя Штерна и Грэма. Дальнейшее развитие представлений о строении двойного электрического слоя.

Для подготовки к экзамену 6 семестр очники, 7 семестр заочники:

1. Плотность тока как характеристика скорости электрохимических реакций. Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии.
2. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые.
3. Диффузионное перенапряжение. Концентрационные изменения в приэлектродном слое при электролизе. Механизм массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Стационарная диффузия при разряде ионов. Общее уравнение диффузионного перенапряжения.
4. Предельная плотность тока диффузии. Роль миграции при разряде катионов и анионов. Роль перемешивания в массопереносе реагирующих веществ.
5. Теория стационарной конвективной диффузии. Естественная конвекция. Дискковый вращающийся электрод.

6. Зависимость диффузионного перенапряжения от времени для нестационарной диффузии при заданной плотности тока. Переходное время. Уравнение Караогланова. Уравнение Сэнда. Хронопотенциометрия. Основные положения теории полярографического метода.
7. Электрохимическое перенапряжение. Основные положения теории замедленного разряда. Элементарный акт стадии разряда-ионизации по модели Гориучи-Поляни и на основе теории реорганизации растворителя. Энергия активации.
8. Влияние двойного электрического слоя на электрохимическое перенапряжение. Уравнение Фрумкина. Кинетические параметры электрохимических реакций: ток обмена, коэффициент переноса. Определение кинетических параметров электрохимических реакций.
9. Основные закономерности смешанной кинетики. Наложение перенапряжения диффузии на перенапряжение перехода, уравнение Есина.
10. Химическое перенапряжение. Роль стадий химических превращений в электрохимических процессах. Замедленное протекание гомогенной и гетерогенной химических стадий. Уравнение химического перенапряжения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/03.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Прикладной бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний теоретических основ электрохимической термодинамики и кинетики, практических навыков измерения свойств электрохимических систем и расчета кинетических и термодинамических показателей.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДК-1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические основы потенциометрических и кондуктометрических методов анализа, приемы обработки данных стационарной и нестационарной поляризации для изучения кинетики электродных реакций;
- термодинамические методы расчета равновесных состояний электрохимических систем;
- основные закономерности электрохимической кинетики (диффузионной и активационной) на различных типах электродов: плоском, каплющем, вращающемся, микроэлектроде, кинетику многостадийных и многоэлектронных процессов;

Уметь:

- использовать основные термодинамические и кинетические закономерности для описания свойств и поведения электрохимических систем;
- пользоваться основными специализированными электрохимическими приборами: рН-метрами, кондуктометрами, потенциостатами, импедансметрами.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть практическими навыками выполнения электрохимических измерений в условиях протекания электродных процессов и интерпретации полученных результатов.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5	6
1.	Аудиторные занятия	187	187	85	102
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	17	17		17
4.	Лабораторные работы	102	102	51	51
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	245	28,05	131	114
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432		216	216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		6	6

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	<p>Предмет и содержание электрохимии. Основные этапы в развитии электрохимии. Области применения электрохимии; электрохимические технологии.</p> <p>Роль электрохимии в решении проблем рационального использования материальных и энергетических ресурсов и охране окружающей среды.</p> <p>Понятие об электрохимической системе. Законы Фарадея. Электрохимические эквиваленты. Вторичные и побочные процессы при электролизе. Удельный расход электроэнергии</p>
P5	Электрохимическое равновесие на границе фаз	<p>Условия электрохимического равновесия на границе фаз. Скачки потенциала на границе фаз. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Гальвани- и Вольта-потенциалы.</p> <p>Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Роль сольватации в процессе возникновения электродного потенциала. Токи обмена. Равновесный потенциал. Термодинамическая формула для равновесного электродного потенциала.</p> <p>Условность величины электродного потенциала. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах. Водородная шкала потенциалов. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов. Электроды сравнения. Классификация электродов.</p> <p>Правило Лютера. Ионоселективные и ферментные электроды. Теория стеклянного электрода. Электрохимические методы определения концентрации водородных ионов. Диаграмма областей электрохимической устойчивости воды. Термодинамическая устойчивость электродов в водных растворах.</p> <p>Электрохимические системы (цепи). Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи. Термодинамика гальва-</p>

		<p>нического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамическое уравнение для обратимой ЭДС электрической системы. Термодинамический метод расчета этих величин. Экспериментальный метод измерения ЭДС.</p> <p>Физические цепи: гравитационные и аллотропические. Концентрационные цепи с переносом и без переноса. Термодинамика концентрационных цепей. Диффузионный потенциал, методы его элиминирования. Термодинамическая теория диффузионного потенциала по Планку и Гендерсону. Использование электрохимических цепей для определения стандартных потенциалов электродов, активностей и коэффициентов активностей, чисел переноса, растворимости и произведения растворимости труднорастворимых солей. Электронно-ионное равновесие.</p>
Р3	<p>Строение двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления</p>	<p>Электрокапиллярные явления на поверхности жидких электролитов. Электрокапиллярные кривые на ртути. Зависимость межфазного натяжения и заряда поверхности ртути от потенциала. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые.</p> <p>Нулевые точки металлов и методы их определения. Роль заряда поверхности в адсорбционных явлениях на электродах. Приведенная или ϕ-шкала потенциалов по Антропову.</p> <p>Емкость двойного электрического слоя, дифференциальная и интегральная емкости. Зависимость емкости от потенциала электрода, состава раствора и его концентрации. Измерение емкости двойного электрического слоя. Кривые заряжения.</p> <p>Импеданс электрода и эквивалентные электрические схемы. Строение двойного электрического слоя на границе электрод-электролит. Модель двойного электрического слоя Гельмгольца и Гуи-Чапмена. Теории двойного слоя Штерна и Грэма. Дальнейшее развитие представлений о строении двойного электрического слоя.</p>
Р4	<p>Кинетика электродных процессов в условиях замедленной доставки вещества</p>	<p>Электродные процессы и электрохимическая реакция. Плотность тока как характеристика скорости электрохимических реакций. Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые. Экспериментальные методы определения потенциала электрода под током.</p> <p>Диффузионное перенапряжение. Концентрационные изменения в приэлектродном слое при электролизе. Механизм массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Стационарная диффузия при разряде ионов. Общее уравнение диффузионного перенапряжения. Предельная плотность тока диффузии. Роль миграции при разряде катионов и анионов. Роль перемешивания в массопереносе реагирующих веществ.</p> <p>Теория стационарной конвективной диффузии.</p>

		<p>Естественная конвекция. Дисковый вращающийся электрод. Нестационарная диффузия реагирующих веществ к электроду. Зависимость диффузионного перенапряжения от времени для нестационарной диффузии при заданной плотности тока. Переходное время. Уравнение Караогланова. Уравнение Сэнда. Хронопотенциометрия. Хроноамперометрия. Основные положения теории полярографического метода.</p>
P5	<p>Электрохимическое перенапряжение</p>	<p>Электрохимическое перенапряжение. Основные положения теории замедленного разряда. Элементарный акт стадии разряда-ионизации по модели Гориучи-Поляни и на основе теории реорганизации растворителя. Энергия активации.</p> <p>Влияние двойного электрического слоя на электрохимическое перенапряжение. Уравнение Фрумкина. Кинетика электровосстановления персульфат-ионов. Кинетические параметры электрохимических реакций: ток обмена, коэффициент переноса. Определение кинетических параметров электрохимических реакций.</p>
P6	<p>Основные закономерности смешанной кинетики. Химическое перенапряжение</p>	<p>Основные закономерности смешанной кинетики. Наложение перенапряжения диффузии на перенапряжение перехода, уравнение Есина. Наложение перенапряжения химической реакции на электрохимическое перенапряжение.</p> <p>Химическое перенапряжение. Роль стадий химических превращений в электрохимических процессах. Замедленное протекание гомогенной и гетерогенной химических стадий. Влияние комплексообразования на кинетику электродных реакций. Уравнение химического перенапряжения.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)															
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*			Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*										
P4	Кинетика электродных процессов в условиях замедленной доставки вещества	121	60	20	6	34	61	41	17	3	21	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	6	Зачет Экзамен Интегрированный экзамен по модулю Проект по модулю	0	18	0	0					
P5	Электрохимическое перенапряжение	48	26	10	5	11	22	20	8	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1											
P6	Основные закономерности смешанной кинетики.	29	16	4	6	6	13	11	4	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1											
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	198	102	34	17	51	96	72	29	10	33	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2	16										
	Всего по дисциплине (час.):	216	102				114	В т.ч. промежуточная аттестация																0	18	0	0										

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Кулонометры	6
P2	2	Определение рН электролита с помощью стеклянного и хингидронного индикаторных электродов	6
P2	3	Определение чисел переноса измерением ЭДС концентрационных цепей с переносом	6
P2	4	Измерение рН при помощи сурьмянооксидного электрода	5
P2	5	Измерение и расчет равновесных электродных потенциалов	6
P2	6	Расчет обратимого напряжения разложения и экспериментальное определение минимального напряжения разложения	6
P2	7	Определение размера иона	4
P2	8	Кондуктометрическое титрование	6
P2	9	Потенциометрическое титрование	6
P4	10	Выход по току и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов	6
P4	11	Виды поляризационных кривых	6
P4	12	Концентрационная поляризация	6
P4	13	Хронопотенциометрия	6
P4	14	Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом	6
P4	15	Вращающийся дисковый электрод	4
P5	16	Влияние материала твердого катода на перенапряжение водорода	6
P5	17	Анодная пассивность никеля	5
P6	18	Смешанная электрохимическая кинетика	6
Всего:			102

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Диффузионная кинетика	2
P4	2	Обратимая полярография и хронопотенциометрия	4
P5	3	Перенапряжение водорода	4
P6	4	Смешанная кинетика	4
P6	5	Электрохимические реакции, осложненные замедленной химической реакцией	3
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Для очной формы обучения

Домашняя работа №1. Модельные расчеты дифференциальной емкости по теории Штерна.

Домашняя работа №2. Диффузионная кинетика в стационарных режимах на неподвижном и вращающемся электродах.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для очной формы обучения

Контрольная работа №1. Электрохимические равновесия

Контрольная работа №2. Кинетика электродных процессов

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Для очной формы обучения (5сем):

1. Виды кулонометров и основные реакции.
2. Определение рН электролита с помощью стеклянного и хингидронного индикаторных электродов.
3. Измерение рН при помощи сурьмянооксидного электрода
4. Определение чисел переноса измерением ЭДС концентрационных цепей с переносом
5. Расчет обратимого напряжения разложения и экспериментальное определение минимального напряжения разложения
6. Определение размера иона
7. Измерение и расчет равновесных электродных потенциалов
8. Основы кондуктометрического титрования
9. Определение состава раствора методом потенциометрического титрования

Для очной формы обучения (6сем):

1. Поляризационные кривые. Зависимость вида кривых от природы лимитирующей стадии.
2. Виды доставки вещества к поверхности электрода. Особенности процессов, протекающих в условиях диффузионных ограничений по доставке.
3. Особенности электродных процессов в условиях смешанной электрохимической кинетики.
4. Особенности электродных процессов, лимитирующей стадией которых является передача электронов. Влияние материала твердого катода на перенапряжение водорода
5. Процессы нестационарной диффузии. Хронопотенциометрия
6. Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом

7. Исследования электродных процессов при контроле конвективного переноса вещества. Вращающийся дисковый электрод
8. Выход по току и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практики и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		*		*								
P2	*	*		*								
P3	*	*		*								
P4	*	*		*								
P5		*		*								
P6		*		*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. -М.: Химия ; КолосС, 2008. - 672 с. (18 экз.).
3. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015
4. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 424 с. (10 экз). Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург .— 2-е изд., испр. — Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 448 с. (7 экз).
5. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2. Дополнительная литература

1. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы электрохимии / В. М. Байрамов; под ред. В. В. Лунина .— М. : Академия, 2005 .— 240 с. (15 экз).
2. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с.(5 экз)
3. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье .— Изд. 7-е .— Москва : Альянс, 2007 .— 448 с. (40 экз).
4. Ротинян, Александр Леонидович. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина ; под ред. А. Л. Ротиняна .— Ленинград : Химия, 1981 .— 424 с. (41 экз)
5. Антропов, Лев Иванович. Теоретическая электрохимия : Учебник для хим.-технол. специальностей ВУЗов / Л. И. Антропов .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1984 .— 519 с. (41 экз)
6. Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов / Б. Б. Дамаскин и др.] ; Под ред. Б. Б. Дамаскина .— Москва : Высшая школа, 1991 .— 287 с. (29 экз).

9.2. Методические разработки

1. Теоретическая электрохимия: сборник задач. Рудой В.М., Останина Т.Н, Мурашова И.Б. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 84 с.
2. Теоретическая электрохимия. Останина Т.Н., Рудой В.М., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. 140 с.
3. Введение в теорию растворов электролитов. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013. - 84 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- пакет программ для научных исследований MATCAD;
- APPA Win DMM1005 - программное обеспечение для обработки данных с цифрового мультиметра APPA 109N;
- Solartron Corr View, Solartron CorrWare, Solartron ZPlot, Solartron ZView – программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных испытательного электрохимического комплекса Solartron;
- SM Zive, EIS Analyzer – программное обеспечение для обработки и представления данных электрохимической рабочей станции ZiveSP2 и ZiveSP5;
- Nova 2.1 и Nova 1.12– программное обеспечение для обработки и представления экспериментальных данных электрохимической испытательной станции AutoLAB.

9.4. 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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых:

- специализированной электрохимической лабораторией, в состав которой входят потенциостаты, мост переменного тока, источники питания, измерительные приборы, электрохимические ячейки, установки для очистки воды, средства приготовления растворов и т.п.;
- компьютерный класс для обработки экспериментальных данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Теоретическая электрохимия"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	5, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы № 1</i>	5, 11	25
<i>СРС: выполнение домашней работы № 2</i>	5, 15	25
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	5, 16	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (9)</i>	5, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Коллоквиумы (9)</i>	5, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Защита отчетов</i>	5, 9-16	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	6, 1-8	17
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	6, 11	40
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	6, 14	43
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям –		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	6, 9-16	16
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	6, 9-16	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ (9)</i>	6, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Коллоквиумы (9)</i>	6, 9-16	8 x 5 = 40
<i>Защита отчетов</i>	6, 9-16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Равновесный потенциал составляет $-0,18$ В (нвэ). Потенциал под током для этого же процесса равен $-0,59$ В (нхсэ). Рассчитать катодное перенапряжение (считая его как $E_p - E$).
2. ЭДС между электродом, на котором восстанавливается никель из раствора NiSO_4 с активностью $0,5$ моль/л и насыщенным хлорсеребряным электродом сравнения равна $0,7$ В. Определить поляризацию электрода. Стандартный потенциал $\text{Ni}|\text{NiSO}_4$ считать равным $-0,25$ В, а коэффициент активности ионов никеля – единицей.
3. Проводится электроосаждение цинка при 25°C из 2 N раствора ZnSO_4 , содержащего 2 M Na_2SO_4 , при плотности тока $0,75$ и $1,5$ А/дм². Рассчитать величину диффузионного перенапряжения для двух условий, если коэффициент диффузии ионов равен $0,72 \cdot 10^{-5}$ см²·с⁻¹, а толщина диффузионного слоя составляет $0,695 \cdot 10^{-2}$ см, а условия диффузии стационарны.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Для подготовки к экзамену 5 семестр очники, 6 семестр заочники:

1. Понятие об электрохимической системе. Основные электрохимические явления при электролизе.
2. Законы Фарадея. Электрохимические эквиваленты. Вторичные и побочные процессы при электролизе.
3. Скачки потенциала на границе фаз. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Гальвани и Вольта потенциалы.
4. Природа и механизм возникновения электродного потенциала. Токи обмена. Равновесный потенциал. Термодинамическая формула для равновесного электродного потенциала.
5. Условность величины электродного потенциала. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах. Водородная шкала потенциалов. Стандартные потенциалы, ряд активностей металлов.
6. Электроды сравнения. Классификация электродов.
7. Теория стеклянного электрода. Электрохимические методы определения концентрации водородных ионов.
8. Диаграмма областей электрохимической устойчивости воды. Диаграммы Пурбэ.
9. Электрохимические системы (цепи). Классификация электрохимических систем. Гальванический элемент - простые и сложные химические цепи.
10. Термодинамика гальванического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамическое уравнение для обратимой ЭДС электрической системы.
11. Физические цепи: гравитационные и аллотропические.
12. Концентрационные цепи первого и второго рода. Термодинамика концентрационных цепей.
13. Диффузионный потенциал, методы его элиминирования.
14. Электрокапиллярные явления. Электрокапиллярные кривые на ртути. Зависимость межфазного натяжения и заряда поверхности ртути от потенциала. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса.
15. Общее уравнение электрокапиллярности Фрумкина. Уравнение Липпмана. Влияние поверхностно-активных веществ на электрокапиллярные кривые.
16. Нулевые точки металлов и методы их определения. Роль заряда поверхности в адсорбционных явлениях на электродах. Приведенная или ϕ -шкала потенциалов по Антропову.
17. Емкость двойного электрического слоя, дифференциальная и интегральная емкости. Зависимость емкости от потенциала электрода, состава раствора и его концентрации. Кривые зарядения.
18. Строение двойного электрического слоя на границе электрод-электролит. Модель двойного электрического слоя Гельмгольца и Гуи-Чапмена. Теории двойного слоя Штерна и Грэма. Дальнейшее развитие представлений о строении двойного электрического слоя.

Для подготовки к экзамену 6 семестр очники, 7 семестр заочники:

1. Плотность тока как характеристика скорости электрохимических реакций. Стадии электродных процессов, понятие о лимитирующей стадии.
2. Электродная поляризация, классификация поляризационных явлений. Виды перенапряжений. Поляризационные кривые.
3. Диффузионное перенапряжение. Концентрационные изменения в приэлектродном слое при электролизе. Механизм массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Стационарная диффузия при разряде ионов. Общее уравнение диффузионного перенапряжения.
4. Предельная плотность тока диффузии. Роль миграции при разряде катионов и анионов. Роль перемешивания в массопереносе реагирующих веществ.
5. Теория стационарной конвективной диффузии. Естественная конвекция. Дискковый вращающийся электрод.

6. Зависимость диффузионного перенапряжения от времени для нестационарной диффузии при заданной плотности тока. Переходное время. Уравнение Караогланова. Уравнение Сэнда. Хронопотенциометрия. Основные положения теории полярографического метода.
7. Электрохимическое перенапряжение. Основные положения теории замедленного разряда. Элементарный акт стадии разряда-ионизации по модели Гориучи-Поляни и на основе теории реорганизации растворителя. Энергия активации.
8. Влияние двойного электрического слоя на электрохимическое перенапряжение. Уравнение Фрумкина. Кинетические параметры электрохимических реакций: ток обмена, коэффициент переноса. Определение кинетических параметров электрохимических реакций.
9. Основные закономерности смешанной кинетики. Наложение перенапряжения диффузии на перенапряжение перехода, уравнение Есина.
10. Химическое перенапряжение. Роль стадий химических превращений в электрохимических процессах. Замедленное протекание гомогенной и гетерогенной химических стадий. Уравнение химического перенапряжения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний о механизме электрокристаллизации металлов из растворов, влияние материала основы, состава электролита и режима электролиза (включая нестационарные режимы задания тока и потенциала) на процесс осаждения металлов, особенности электроосаждения сплавов и рыхлых осадков металлов, кинетика восстановления металлов на неэквипотенциальных электродах, закономерности анодных процессов.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДПК-1-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- механизм процессов, протекающих с образованием новой фазы;
- влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла;
- условия кристаллизации металлов в компактной и порошкообразной форме;
- закономерности выравнивания и огрубления поверхности осадка при электролизе;
- закономерности электрохимических реакций на неэквипотенциальных электродах;

Уметь:

- прогнозировать влияние условий электролиза на качество получаемого осадка;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками проведения электролиза с целью получения электролитического осадка заданной структуры и морфологии.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				6
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	16	16	16
2.	Лекции	6	6	6
3.	Практические занятия	10	10	10
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	92	2,4	92
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Перенапряжение кристаллизации	<p>Перенапряжение кристаллизации. Механизм реакций, протекающих с образованием новой фазы. Основы теории перенапряжения кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.</p> <p>Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях.</p>
P2	Электроосаждение металлов и сплавов	<p>Образование поликристаллических осадков; влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла. Влияние природы подслоя на кристаллизацию металла. Ориентирующее действие подслоя на рост кристаллов, текстура осадков. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику процесса электроосаждения и структуру осадков.</p> <p>Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электрокристаллизация и структура сплавов.</p>

P3	Электрохимическая кинетика в системах с распределенными параметрами	Кинетические закономерности электрохимических реакций на неэквипотенциальных электродах. Эквивалентная электрическая схема полубесконечного электрода. Система дифференциальных уравнений и граничных условий. Основные параметры и их размерность. Вывод уравнения стационарной поляризационной зависимости для катодного процесса, контролируемого замедленным переносом заряда. Пористые электроды.
P4	Анодные процессы	Основные закономерности анодного растворения металлов. Перенапряжение диффузии при анодном растворении металлов. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды. Фазообразование на аноде, синтез металл-оксидных пленочных систем.
P5	Выравнивание поверхности осадка	Практическое значение распределения тока и потенциала по поверхности электрода. Микрораспределение тока по шероховатой поверхности. Коэффициент распределения тока. Эволюция микропрофиля при электроосаждении. Роль геометрических факторов (геометрическое выравнивание). Одновременное действие геометрических факторов и распределения тока. Выравнивающий эффект.
P6	Нестационарные режимы электроосаждения	Применение импульсных и периодических токов при электроосаждении металлов. Нестационарная диффузия. Включение и выключение тока. Наложение синусоидального тока на постоянный. Стационарный и пульсирующий диффузионные слои. Прямоугольные импульсы тока. Задание постоянного потенциала, особенности процессов с периодически меняющимся потенциалом. Выход по току и соосаждение примесей при импульсных и реверсивных режимах электроосаждения.
P7	Кристаллизация рыхлых осадков металлов	Электроосаждение в условиях диффузионных ограничений. Устойчивость фронта роста при электрокристаллизации. Роль кривизны поверхности. Условия кристаллизации металла в виде рыхлых дендритных осадков. Влияние условий электролиза на скорость роста и свойства рыхлых осадков. Процессы контактного выделения металлов. Кинетика цементации.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Кристаллизация путем образования зародышей	4
P2	2	Адсорбция ПАВ на твердых электродах	4
P2	3	Электроосаждение сплавов	2
P6	4	Устойчивость фронта роста при электрокристаллизации	2
P7	5	Кристаллизация рыхлых осадков	5
Всего:			17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Кристаллизация путем образования зародышей	2
P2	2	Электроосаждение сплавов	2
P7	3	Устойчивость фронта роста при электрокристаллизации	2
P7	4	Кристаллизация рыхлых осадков	4
Всего:			10

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Тематика домашних работ:

1. Использование на практике импульсных режимов электролиза для электроосаждения металлов
2. Использование переменного тока промышленной частоты в электролизе
3. Реверсные режимы электролиза

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Тематика контрольных работ для очной и заочной формы обучения

Контрольная работа №1. Выбор условий кристаллизации гладких осадков

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*								
P3				*								
P4				*								
P5				*								
P6				*								
P7				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)
2. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 424 с. (10 экз). Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург .– 2-е изд., испр .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 448 с. (7 экз).
3. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2.Дополнительная литература

1. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с.(5 экз)
2. Гамбург, Юлий Давыдович. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю. Д. Гамбург .— Москва : Техносфера, 2006 .— 216 с. (10 экз)
3. Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов / Б. Б. Дамаскин и др.] ; Под ред. Б. Б. Дамаскина .— Москва : Высшая школа, 1991 .— 287 с. (29 экз).
4. Поветкин, Виктор Владимирович. Структура электролитических покрытий .— М. : Металлургия, 1989 .— 136с. (7 экз)

9.2. Методические разработки

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.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Word, Excel в составе Microsoft Office

9.4. 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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные и практические занятия должны изучаться в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	6, 1-16	17
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	6, 14	50
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	6, 15	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,8		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	6, 9-16	8
<i>Решение задач на практических занятиях</i>	6, 9-16	92
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Задача 1. Блестящие осадки меди получали на пластине 6х6см из сульфатного электролита с перемешиванием при токе 3А. Ухудшится ли качество осадков, если не перемешивать электролит? Концентрация ионов меди в растворе 80 г/л. Толщина диффузионного слоя при перемешивании раствора 10^{-5} м, без перемешивания $5 \cdot 10^{-5}$ м. коэффициент диффузии ионов меди $3 \cdot 10^{-10}$ м²/с.

Задача 2. На пластину размером 4х10 см необходимо нанести слой меди из электролита, содержащего 100 г/л сульфата меди и 1,5 моль/л серной кислоты. Какой величины ток надо задать, что получить ровный мелкокристаллический осадок без дендритов. Известно, что коэффициент диффузии ионов меди равен $7 \cdot 10^{-10}$ м²/с, а толщина диффузионного слоя 10^{-4} м.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Перенапряжение кристаллизации. Механизм реакций, протекающих с образованием новой фазы. Основы теории перенапряжения кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.
2. Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях.

3. Образование поликристаллических осадков; влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла. Влияние природы подслоя на кристаллизацию металла. Ориентирующее действие подслоя на рост кристаллов, текстура осадков. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику процесса электроосаждения и структуру осадков.
4. Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электrokристаллизация и структура сплавов.
5. Кинетические закономерности электрохимических реакций на неэквипотенциальных электродах. Система дифференциальных уравнений и граничных условий. Основные параметры и их размерность.
6. Основные закономерности анодного растворения металлов. Перенапряжение диффузии при анодном растворении металлов. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды.
7. Процессы контактного выделения металлов. Кинетика цементации.
8. Выравнивание электролитического осадка. Механизм расходования и включения ПАВ в осадок. Расчет скорости расходования ПАВ.
9. Микрораспределение тока по шероховатой поверхности. Эволюция микропрофиля при электроосаждении. Роль геометрических факторов (геометрическое выравнивание).
10. Применение импульсных и периодических токов при электроосаждении металлов.
11. Нестационарная диффузия. Прямоугольные импульсы тока. Задание постоянного потенциала, особенности процессов с периодически меняющимся потенциалом.
12. Выход по току и соосаждение примесей при импульсных и реверсивных режимах электроосаждения.
13. Электроосаждение в условиях диффузионных ограничений. Устойчивость фронта роста при электrokристаллизации. Роль кривизны поверхности.
14. Условия кристаллизации металла в виде рыхлых дендритных осадков. Влияние условий электролиза на скорость роста и свойства рыхлых осадков.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория электрохимических процессов	Код модуля 1119485
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/03.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Прикладной бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний о механизме электрокристаллизации металлов из растворов, влияние материала основы, состава электролита и режима электролиза (включая нестационарные режимы задания тока и потенциала) на процесс осаждения металлов, особенности электроосаждения сплавов и рыхлых осадков металлов, кинетика восстановления металлов на неэквипотенциальных электродах, закономерности анодных процессов.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-16);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность использовать знания теоретических закономерностей явлений, протекающих на границе раздела фаз с участием заряженных частиц для расчета кинетических и термодинамических параметров электрохимических систем при разработке новых электрохимических процессов; владение практическими навыками выполнения электрохимических измерений и интерпретации полученных результатов (ДК-1)

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- механизм процессов, протекающих с образованием новой фазы;
- влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла;
- условия кристаллизации металлов в компактной и порошкообразной форме;
- закономерности выравнивания и огрубления поверхности осадка при электролизе;
- закономерности электрохимических реакций на неэквипотенциальных электродах;

Уметь:

- прогнозировать влияние условий электролиза на качество получаемого осадка;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками проведения электролиза с целью получения электролитического осадка заданной структуры и морфологии.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Перенапряжение кристаллизации	<p>Перенапряжение кристаллизации. Механизм реакций, протекающих с образованием новой фазы. Основы теории перенапряжения кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.</p> <p>Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях.</p>
P2	Электроосаждение металлов и сплавов	<p>Образование поликристаллических осадков; влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла. Влияние природы подслоя на кристаллизацию металла. Ориентирующее действие подслоя на рост кристаллов, текстура осадков. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику процесса электроосаждения и структуру осадков.</p> <p>Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электрокристаллизация и структура сплавов.</p>
P3	Электрохимическая кинетика в системах с распределенными параметрами	<p>Кинетические закономерности электрохимических реакций на неэквивалентных электродах. Эквивалентная электрическая схема полубесконечного электрода. Система дифференциальных уравнений и граничных условий. Основные параметры и их размерность. Вывод уравнения стационарной поляризационной зависимости для катодного процесса, контролируемого замедленным переносом заряда. Пористые электроды.</p>
P4	Анодные процессы	<p>Основные закономерности анодного растворения металлов. Перенапряжение диффузии при анодном растворении металлов. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды.</p> <p>Фазообразование на аноде, синтез металл-оксидных пленочных систем.</p>
P5	Выравнивание по-	Практическое значение распределения тока и потен-

	верхности осадка	<p>циала по поверхности электрода.</p> <p>Микрораспределение тока по шероховатой поверхности. Коэффициент распределения тока. Эволюция микропрофиля при электроосаждении. Роль геометрических факторов (геометрическое выравнивание). Одновременное действие геометрических факторов и распределения тока. Выравнивающий эффект.</p>
P6	Нестационарные режимы электроосаждения	<p>Применение импульсных и периодических токов при электроосаждении металлов.</p> <p>Нестационарная диффузия. Включение и выключение тока. Наложение синусоидального тока на постоянный. Стационарный и пульсирующий диффузионные слои. Прямоугольные импульсы тока. Задание постоянного потенциала, особенности процессов с периодически меняющимся потенциалом.</p> <p>Выход по току и соосаждение примесей при импульсных и реверсивных режимах электроосаждения.</p>
P7	Кристаллизация рыхлых осадков металлов	<p>Электроосаждение в условиях диффузионных ограничений. Устойчивость фронта роста при электрокристаллизации. Роль кривизны поверхности.</p> <p>Условия кристаллизации металла в виде рыхлых дендритных осадков. Влияние условий электролиза на скорость роста и свойства рыхлых осадков.</p> <p>Процессы контактного выделения металлов. Кинетика цементации.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Кристаллизация путем образования зародышей	4
P2	2	Адсорбция ПАВ на твердых электродах	4
P2	3	Электроосаждение сплавов	2
P6	4	Устойчивость фронта роста при электрокристаллизации	2
P7	5	Кристаллизация рыхлых осадков	5
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Тематика домашних работ:

1. Использование на практике импульсных режимов электролиза для электроосаждения металлов
2. Использование переменного тока промышленной частоты в электролизе
3. Реверсные режимы электролиза

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Тематика контрольных работ для очной формы обучения

Контрольная работа №1. Выбор условий кристаллизации гладких осадков

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*								
P3				*								
P4				*								
P5				*								
P6				*								
P7				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Теоретическая электрохимия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология" / [А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.М. Тимонов] .— Изд. 2-е , перераб. и доп. — Москва : Студент, 2013 .— 496 с. (25 экз.)
2. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 424 с. (10 экз). Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : [учебное пособие] / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург .— 2-е изд., испр .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 448 с. (7 экз).
3. Электрохимия / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова .— М. : Техносфера, 2008 .— 359 с. (17 экз)

9.1.2. Дополнительная литература

1. Электроаналитические методы. Теория и практика : [учеб. пособие] / [А. М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др.] ; ред. Ф. Шольц ; пер. с англ под ред. В. Н. Майстренко .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 326 с.(5 экз)
2. Гамбург, Юлий Давыдович. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю. Д. Гамбург .— Москва : Техносфера, 2006 .— 216 с. (10 экз)

3. Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов / Б. Б. Дамаскин и др.]; Под ред. Б. Б. Дамаскина .— Москва : Высшая школа, 1991 .— 287 с. (29 экз).
4. Поветкин, Виктор Владимирович. Структура электролитических покрытий .— М. : Металлургия, 1989 .— 136с. (7 экз)

9.2. Методические разработки

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.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Word, Excel в составе Microsoft Office

9.4. 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.galvanicrus.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>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные и практические занятия должны изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (17)</i>	6, 1-16	17
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	6, 14	50
<i>СРС: выполнение контрольной работы</i>	6, 15	33
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,8		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	6, 9-16	8
<i>Решение задач на практических занятиях</i>	6, 9-16	92
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
"Теория электрокристаллизации металлов"

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Задача 1. Блестящие осадки меди получали на пластине 6х6см из сульфатного электролита с перемешиванием при токе 3А. Ухудшится ли качество осадков, если не перемешивать электролит? Концентрация ионов меди в растворе 80 г/л. Толщина диффузионного слоя при перемешивании раствора 10^{-5} м, без перемешивания $5 \cdot 10^{-5}$ м. коэффициент диффузии ионов меди $3 \cdot 10^{-10}$ м²/с.

Задача 2. На пластину размером 4х10 см необходимо нанести слой меди из электролита, содержащего 100 г/л сульфата меди и 1,5 моль/л серной кислоты. Какой величины ток надо задать, что получить ровный мелкокристаллический осадок без дендритов. Известно, что коэффициент диффузии ионов меди равен $7 \cdot 10^{-10}$ м²/с, а толщина диффузионного слоя 10^{-4} м.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Перенапряжение кристаллизации. Механизм реакций, протекающих с образованием новой фазы. Основы теории перенапряжения кристаллизации. Образование и рост двумерных и трехмерных зародышей. Роль дислокаций и поверхностной диффузии ад-атомов и ад-ионов в процессе кристаллизации.
2. Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях.

3. Образование поликристаллических осадков; влияние природы ионов, состава электролита, температуры его и перемешивания на структуру осаждаемого металла. Влияние природы подслоя на кристаллизацию металла. Ориентирующее действие подслоя на рост кристаллов, текстура осадков. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику процесса электроосаждения и структуру осадков.
4. Теория совместного разряда ионов. Электроосаждение сплавов. Электrokристаллизация и структура сплавов.
5. Кинетические закономерности электрохимических реакций на неэквипотенциальных электродах. Система дифференциальных уравнений и граничных условий. Основные параметры и их размерность.
6. Основные закономерности анодного растворения металлов. Перенапряжение диффузии при анодном растворении металлов. Пассивность металлов. Пленочная, адсорбционная теория пассивности. Солевая пассивность. Нерастворимые аноды.
7. Процессы контактного выделения металлов. Кинетика цементации.
8. Выравнивание электролитического осадка. Механизм расходования и включения ПАВ в осадок. Расчет скорости расходования ПАВ.
9. Микрораспределение тока по шероховатой поверхности. Эволюция микропрофиля при электроосаждении. Роль геометрических факторов (геометрическое выравнивание).
10. Применение импульсных и периодических токов при электроосаждении металлов.
11. Нестационарная диффузия. Прямоугольные импульсы тока. Задание постоянного потенциала, особенности процессов с периодически меняющимся потенциалом.
12. Выход по току и соосаждение примесей при импульсных и реверсивных режимах электроосаждения.
13. Электроосаждение в условиях диффузионных ограничений. Устойчивость фронта роста при электrokристаллизации. Роль кривизны поверхности.
14. Условия кристаллизации металла в виде рыхлых дендритных осадков. Влияние условий электролиза на скорость роста и свойства рыхлых осадков.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не предусмотрено.