

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**  
**ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Технологии электрохимических производств	<b>Код модуля</b> 1128735 Учебный план № 5123 (3) очн. №5492 (3) заочн.
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП1 Технология электрохимических производств
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
3	Останин Николай Иванович	к.т.н., доцент	доцент	Технологии электрохимических производств	

**Руководитель модуля**

Т.Н. Останина

**Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ

А.Б. Даринцева

Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

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

Т.Н. Останина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

1.1. Объем модуля, 25 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части по выбору студента образовательной программы, является обязательным для освоения по траектории ТОП1 «Технология электрохимических производств». Модуль включает в себя три дисциплины «Оборудование и основы проектирования», «Основы электрохимической технологии» и «Современные проблемы технической электрохимии».

Цель освоения дисциплин модуля: проектирование технологических процессов электрохимических технологий.

## 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).	Семестр изучения	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) Оборудование и основы проектирования	7	17	34		51	93	Экзамен, 18	144	4
2. (ВС) Основы электрохимической технологии	7, 8	108	32	100	240	372	Экзамен, 18; экзамен, 18	612	17
3. (ВС) Современные проблемы технической электрохимии	8	8	16		24	84	Зачет, 4	108	3
4. (ВС) Проект по модулю	8					36		36	1
<b>Всего на освоение модуля</b>		133	82	100	315	585	58	900	25
<i>По заочной форме обучения</i>									
1. (ВС) Оборудование и основы проектирования	7	4	8		12	132	Экзамен, 18	144	4
2. (ВС) Основы электрохимической технологии	8, 9, 10	18	14	10	72	540	Зачет, 4; экзамен, 18; экзамен, 18	612	17
3. (ВС) Современные проблемы технической электрохимии	10	10	4		14	94	Зачет, 4	108	3
4. (ВС) Проект по модулю	10					36		36	1
<b>Всего на освоение модуля</b>		32	26	10	98	802	62	900	25

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	<b>Пререквизиты и постреквизиты в модуле</b>	Оборудование и основы проектирования; Основы электрохимической технологии; Современные проблемы технической электрохимии
3.2.	<b>Корреквизиты</b>	Оборудование и основы проектирования; Основы электрохимической технологии; Современные проблемы технической электрохимии

### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

#### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

<b>Коды ОП, для которых реализуется модуль</b>	<b>Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля</b>	<b>Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля</b>
18.03.01/01.01	РО-ТОП1-3. Способность получать чистые металлы, гальванические металлопокрытия, химические источники тока и продукты электрохимического синтеза с применением современных электрохимических технологий и оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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);</li> <li>• способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);</li> <li>• способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-7);</li> <li>• способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования (ПК-8);</li> <li>• готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-9);</li> <li>• способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);</li> <li>• готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);</li> <li>• готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);</li> <li>• готовность разрабатывать проекты в составе авторского коллектива (ПК-21);</li> <li>• готовность использовать информационные технологии при разработке проектов (ПК-22);</li> <li>• способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23);</li> <li>• способность использовать знания основных принципов электрохимических процессов для организации</li> </ul>

		производства гальванических покрытий с функциональными свойствами, продуктов электрохимического синтеза, металлов высокой чистоты, химических источников тока с заданными характеристиками; готовность использовать основные методы инженерных расчетов для проектирования электролизеров любой конструкции и принципа действия, разрабатывать пути интенсификации существующих технологий на основе последних достижений науки и техники (ДПК-3-ТОП1).
--	--	---

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-1	ПК-6	ПК-7	ПК-8	ПК-9	ПК-11	ПК-17	ПК-18	ПК-21	ПК-22	ПК-23	ДПК-3-ТОП1
1	(ВС) Оборудование и основы проектирования	*	*	*	*	*	*	*					*
2	(ВС) Основы электрохимической технологии	*				*	*	*	*	*	*	*	*
3	(ВС) Современные проблемы технической электрохимии	*				*	*	*	*				*

#### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. **Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:**  
Не предусмотрено.

5.2. **Форма промежуточной аттестации по модулю:**  
Выполнение и защита проекта по модулю.

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе модуля  
«Технологии электрохимических производств»

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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**

1. Гальваническая ванна меднения из сульфатного электролита.
2. Гальваническая ванна матового никелирования.
3. Ванна меднения печатных плат.
4. Ванна нанесения олова на печатные платы.
5. Гальваническая ванна цинкования из цинкатного электролита.
6. Гальваническая ванна цинкования из хлоридного электролита.
7. Электролизер для электрорафинирования меди.
8. Электролизер для электрорафинирования никеля.
9. Электролизер для электроэкстракции цинка.
10. Электролизер для электролиза воды.

## 6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Технологии электрохимических производств	<b>Код модуля</b> 1128735
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Останин Николай Иванович	к.т.н., доцент	доцент	Технологии электрохимических производств	
2	Новиков Алексей Евгеньевич		старший преподаватель	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 «ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний об основах проектирования электрохимических производств, типового оборудования электрохимических производств; основные методы инженерных расчетов применительно к любому электрохимическому процессу, к электролизеру любой конструкции и принципа действия, а также знать и применять основные сведения о направлениях интенсификации электрохимических процессов, с учетом соблюдения требований экологической безопасности, санитарно-технических норм, рационального использования сырья и энергоресурсов.

## 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);
- способность настраивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);
- способностью настраивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-7);
- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования (ПК-8);
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-9);
- способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);
- готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);
- способность использовать знания основных принципов электрохимических процессов для организации производства гальванических покрытий с функциональными свойствами, продуктов электрохимического синтеза, металлов высокой чистоты, химических источников тока с заданными характеристиками; готовность использовать основные методы инженерных расчетов для проектирования электролизеров любой конструкции и принципа действия, разрабатывать пути интенсификации существующих технологий на основе последних достижений науки и техники (ДПК-3-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- требования к составу и оформлению проектной и рабочей документации;
- основы проектирования электрохимических производств;
- типовое оборудование электрохимических производств.

### **Уметь:**

- использовать полученные знания по общеинженерным и профессиональным дисциплинам при проектировании технологического оборудования;
- использовать методы проектирования технологических процессов, обеспечивающих получение эффективных технологических и конструкторских решений.

### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- практическими навыками проектирования электрохимических аппаратов;
- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

#### 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.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	93	7,65	93
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

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	12	12	12
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	8	8	8
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	132	1,8	132
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Общие положения о проектировании промышленных объектов	<p>Содержание и задачи дисциплины. Значение дисциплины в системе подготовки инженеров-технологов электрохимических производств. Определяющая роль качества проектных решений в успешном функционировании и перспективе развития предприятия на примере современного предприятия, включающего крупное электрохимическое производство.</p> <p>Основные руководящие материалы при проектировании (ГОСТ, ЕСКД, ЕСТПП, СНиП). ЕСКД: Виды и комплектность конструкторской документации. Стадии разработки конструкторской документации: техническое предложение, эскизный проект, рабочая конструкторская документация. Нормоконтроль. Требования к разрабатываемой продукции, технические условия. ЕСТПП: Организация научно-технических разработок и передача их в производство, организация и управление процессом технологической подготовки производства, обеспечение технологично-</p>

		<p>сти процессов, разработка и применение технологических процессов и средств технологического оснащения, применение технических средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ. СНиП: Содержание разделов "Перечня действующих общеобязательных нормативных документов по строительству".</p> <p>Общие сведения и основные положения по проектированию промышленных объектов (цехов). Предпроектная проработка. Техническое обоснование на проектирование и строительство промышленного объекта. ТЭО как основной предпроектный документ. Задание на проектирование.</p> <p>Проектный период. Одностадийное (технико-рабочий проект) и двухстадийное (техническое проектирование и рабочие чертежи) проектирование. Состав технико-рабочего проекта. Порядок рассмотрения и согласования проектов. Экспертиза проектов. Порядок разработки технологической части проекта. Порядок составления и выдачи исходных данных на проектирование новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение предприятий и производственных объектов.</p>
P2	Оборудование электрохимических производств	<p>Введение. Общая классификация электрохимических аппаратов. Конструктивные особенности, схемы включения электродов. Характеристики монополярных и биполярных электролизеров, их достоинства и недостатки. Конструкции электродов, диафрагмы и мембраны, их назначение, свойства и характеристики.</p> <p>Оборудование цехов металлопокрытий. Стационарные и механизированные ванны металлопокрытий. Полуавтоматы и автоматические линии. Стандартизованные ванны автоматических линий. Автоматические линии с программным управлением. Типовые автооператоры. Колокольные и барабанные установки. Материалы для изготовления оборудования, футеровки ванн и изоляции подвесок. Принципы рационального выбора оборудования. Оборудование для подготовки деталей перед покрытием и для окончательной обработки. Оборудование для контроля качества обработки изделий. Системы приготовления и регенерации электролитов. Вспомогательное оборудование: подвески, емкости, фильтры, насосы и пр. Схемы коммуникаций автоматических линий. Пути совершенствования оборудования в гальванических цехах.</p> <p>Конструктивное оформление процесса электролиза в гидрометаллургии. Конструкции электролизера для рафинирования меди, никеля, электроэкстракции цинка. Общие признаки и различия. Ванны для получения порошкообразных металлов. Электролизеры для получения фольги. Назначение циркуляции электролита. Направление циркуляции. Связь циркуляции с требованиями технологии. Основные направления в повышении производительности оборудования электролизных цехов в гидроэлектрометаллургии. Оборудование для очистки растворов от примесей (цементаторы, сорбционные аппараты). Катодосдирочные машины, катодомоечные машины.</p> <p>Оборудование цехов электролиза без выделения метал-</p>

		<p>лов. Основные конструкции электролизеров для электролиза воды, производства хлора, кислородных соединений хлора и других неорганических продуктов. Материалы и особенности конструкций электродов. Материалы для изготовления электролизеров.</p> <p>Электрическое оборудование. Выпрямительные агрегаты. Номенклатура выпрямительных агрегатов. Их сравнительные характеристики. Принципы выбора типа и мощности источника постоянного тока. Установки для нестационарного электролиза в гальванических ваннах, при рафинировании меди и получении цинка.</p> <p>Схемы питания электролизеров постоянным током. Их преимущества и недостатки. Примеры применения различных систем подвода тока к электродам и ваннам. Материал шинопроводов, экономическая и допустимая проходные плотности тока. Методы регулирования тока на ванне. Схема питания одного потребителя от нескольких выпрямителей или нескольких потребителей от одного выпрямителя. Системы контактов.</p> <p>Мероприятия, направленные на снижение удельного расхода электроэнергии (обнаружение коротких замыканий, утечки тока) и улучшение санитарно-гигиенических условий работающих в цехах электролиза.</p>
Р3	Расчет электрохимических аппаратов	<p>Конструктивный расчет основного оборудования. Исходные данные: производительность, мощность, нагрузка. Выбор параметров электрохимического процесса, электродов (форма, материал, размеры, количество) для составления алгоритма расчета конструктивных параметров электрохимического аппарата. Особенности конструктивного расчета для гальванических покрытий и гидроэлектрометаллургических процессов. Расчет стационарных ванн, механизированных и автоматических линий с жесткой программой, автооператорных линий. Принципы построения циклограмм. Расчет количества автооператоров; расчет барабанов и колоколов. Расчет вытяжной вентиляции гальванических ванн.</p> <p>Расчет электрохимического производства с периодическим и непрерывным режимом работы. Расчет необходимого количества электролизеров, автоматических линий для выполнения годовой программы проектируемого производства. Определение коэффициента загрузки основного оборудования. Размещение оборудования и планировка производственных помещений.</p>
Р4	Содержание курсового и дипломного проектирования	<p>Требования к содержанию и оформлению текстовых документов и графических материалов, технологической и программной документации. Основные разделы пояснительной записки курсового и дипломного проекта (работы). Содержание разделов квалификационной работы. Правила оформления текстовых документов, таблиц, иллюстраций, библиографического списка и графических материалов.</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	Основы проектирования промышленных объектов	2
P2	2	Составление компоновки гальванической линии, выбор оборудования	4
P2	3	Конструктивное оформление процесса электролиза в гидрометаллургии	4
P3	4	Выбор материалов и расчет габаритных размеров гальванической ванны	4
P3	5	Расчет расхода анодов и химикатов	4
P3	6	Расчет расхода воды на промывку	4
P3	7	Построение эскиза ванны и отдельных узлов	8
P3	8	Расчет количества тепла, которое следует подводить к ванне для поддержания заданной температуры; расчет расхода пара и сжатого воздуха.	4
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

*По заочной форме обучения*

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Составление компоновки гальванической линии, выбор оборудования	2
P2	2	Конструктивное оформление процесса электролиза в гидрометаллургии	2
P3	3	Выбор материалов и расчет габаритных размеров гальванической ванны	2
P3	4	Расчет расхода анодов и химикатов	2
<b>Всего:</b>			<b>8</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*Для очной и заочной формы обучения*

Домашняя работа №1. Обоснование выбора оборудования для технологического процесса.

###### 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

*Для очной и заочной формы обучения:*

Расчет габаритных размеров и выполнение эскиза электролизера.

#### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

#### 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												

#### 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.
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.
3. Виноградов С.С. Промывные операции в гальваническом производстве. – М.: Глобус, 2007. - 157 с

### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Технологические расчеты оборудования электрохимических производств. Часть 1. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 81с.
2. Григорян Н.С., Акимова Е.Я., Ваграмян Т.А. Фосфатирование. М.: Глобус, 2008. 138 с.
3. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология - М.: Глобус, 2008. - 248 с.
4. Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование. -М.: Глобус, 2005. – 256 с.
5. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. -М.: Техносфера, 2006, 216 с.
6. Н.В. Коровин. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. -М.: изд. МЭИ, 2005. - 280 с.
7. Химические источники тока: Справочник / под. ред. Н.В. Коровина, А.М. Скундина. М.: МЭИ, 2003. 384с.
8. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. -М.: «Глобус», 1998. – 302 с.
9. Шиврин Г.Н., Годовицкая Т.А., Илюшин С.А., Колмаков А.А. Проблемы электролиза меди и никеля. - Рязань: Голос губернии, 2011. - 352 с.
10. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. -М.: Машиностроение, 1994. - 191с.
11. Буркат Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов. - Санкт-Петербург: Политехника, 2009. - 188 с.
12. Прикладная электрохимия: Учебник. /Под ред. А.П. Томилова. – Изд. 3-е, пер. и доп. – М., Химия, 1984. – 520 с
13. Набойченко С.С., Юнь А.А. Расчеты гидрометаллургических процессов. -М.: МИСИС, 1995. - 428 с.
14. Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидроэлектрометаллургии – М.: Metallurgizdat, 1977. – 336 с.
15. Аверьянов Е.Е. Справочник по анодированию М.: Машиностроение, 1988. - 220 с.
16. Проскуркин Е.В. Цинкование. - М.: Metallurgiya, 1988. - 528 с.
17. Козлов В.А., Набойченко С.С., Смирнов Б.Н. Рафинирование меди. – М.: Metallurgiya. 1992. – 256 с.
18. Фиошин М.Я., Смирнова М.Г. Электрохимические системы в синтезе химических продуктов. – М. Химия, 1985. – 252 с.
19. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский А.М. Химические источники тока: Учеб. пособие /Под ред. В.Н. Варыпаева. – М.: Высш. школа, 1990. – 240 с.

### 9.2. Методические разработки

1. Технологические расчеты оборудования электрохимических производств. Часть 1. /Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 81с.
2. Расчет электрохимических процессов в пакете MathCAD/ Рудой В.М., Даянов А.Д., Останина Т.Н., Даринцева А.Б. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. – 56с.
3. Технологические расчеты электрохимического оборудования. Часть II. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 69 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](http://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  
"Оборудование и основы проектирования"

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций (9)</i>	7, 1-8	18
<i>СРС: выполнение домашней работы</i>	7, 11	40
<i>СРС: выполнение расчетно-графической работы</i>	7, 16	42
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение практических занятий (17)</i>	7, 9-16	17
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	7, 9-16	83
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.</b>		

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

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**"Оборудование и основы проектирования"**

**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  
"Оборудование и основы проектирования"

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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** Не предусмотрено.

### **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**

1. Основные помещения гальванического производства.
2. Оборудование для обезжиривания в органических растворителях.
3. Оборудование для химического обезжиривания в водных растворах.
4. Оборудование для электрохимического обезжиривания.
5. Конструкции гальванических ванн.
6. Материалы, применяемые для изготовления оборудования.
7. Оборудование для покрытия мелких деталей насыпью. Конструкции колоколов и баббанов.
8. Автоматические гальванические линии. Классификация. Конструктивные особенности ванн.
9. Типы автооператоров.
10. Технологические спутники в гальваническом производстве.



11. Оборудование для нагрева, перемешивания и фильтрования электролита.
12. Конструкция промывных ванн. Схемы промывки.
13. Вентиляция в гальваническом производстве. Бортовые отсосы, конструкция.
14. Компьютерное моделирование оборудования электрохимических производств. Основные приемы моделирования: Булевы операции, вращение профиля, лофтинг, экструзия профиля.
15. Применение пакета прикладных программ 3D Studio Max 3 для моделирования деталей оборудования. Интерфейсы, типы объектов и их преобразование. Материалы.
16. Ванны для рафинирования меди и никеля. Чем обусловлено отличие в их конструкции?
17. Особенности конструкции электролизеров для получения цинка и меди. Чем обусловлено отличие в конструкции ванн?
18. Механизированные и ящичные ванны в гидрометаллургии. Их преимущества и недостатки.
19. Особенности конструкции электролизера для получения медных порошков. Чем обусловлены отличия в конструкции ванны.
20. Электролизеры для получения фольги и медных основ.
21. Типы катодов и анодов, применяемых в электрохимических производствах.
22. Материалы, используемые при конструировании электрохимических аппаратов. Ванна – как элемент технологического цикла. Требования к ваннам.
23. Электролизеры монополярные, биполярные, со сплошными, не сплошными и насыпными электродами.
24. Совершенствование электролизеров в гидрометаллургии.
25. Назначение и особенности конструкции регенеративных и матричных ванн при электрорафинировании меди.
26. Назначение циркуляции электролита. Направление циркуляции. Связь циркуляции с требованиями технологии (на примере получения меди и цинка).
27. Назначение циркуляции электролита. Направление циркуляции. Связь циркуляции с требованиями технологии (на примере получения меди и никеля).
28. Подвод тока к ваннам электролиза. Системы контактов, используемые в гальванотехнике и гидрометаллургии.
29. Расчет габаритов электродов и ванн. Преимущества и недостатки ванн ящичного типа.
30. Электрический баланс электролизера. Падение напряжения в электролите. Влияние диафрагмы и газонаполнения электролита на технико-экономические показатели.
31. Энергетический баланс электролизера. Статьи теплового баланса. Основные уравнения теплового баланса. Нестационарный и стационарный тепловой баланс.
32. Энергетический баланс электролизера. Нестационарный и стационарный тепловой баланс. Составляющие суммарной интенсивности источников тепла в зоне идеального смешения. Стабилизация температурного режима в электролизере.
33. Мероприятия, направленные на снижение удельного расхода электроэнергии (обнаружение коротких замыканий, утечки тока) и улучшение санитарно-гигиенических условий работающих в цехах электролиза.

#### **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**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ**

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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Рудой Валентин Михайлович	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
3	Даринцева Анна Борисовна	к.х.н., доцент	доцент	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 «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина направлена на приобретение студентами знаний о процессах, протекающих на трехмерных электродах и практике проектирования систем с пористыми электродами, способствующих интенсификации электрохимических производственных процессов; об использовании трехмерных проточных электродов для извлечения благородных и тяжелых цветных металлов из отходящих растворов гальванических и других электрохимических производств.

## 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 к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-9);
- способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);
- готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- способность использовать знания основных принципов электрохимических процессов для организации производства гальванических покрытий с функциональными свойствами, продуктов электрохимического синтеза, металлов высокой чистоты, химических источников тока с заданными характеристиками; готовность использовать основные методы инженерных расчетов для проектирования электролизеров любой конструкции и принципа действия, разрабатывать пути интенсификации существующих технологий на основе последних достижений науки и техники (ДПК-3-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- принципы выбора технологии и аппаратуры, обеспечивающей максимальную удельную объемную производительность целевого продукта;
- основные характеристики и свойства пористых и трехмерных материалов, позволяющих повысить производительность электрохимического процесса;
- методы экспертной оценки целесообразности применения трехмерного электрода с известными характеристиками для повышения производительности выбранного электрохимического процесса;
- принципы выбора схем промывки, обеспечивающей надежную чистоту деталей при минимальном расходе воды;
- методы расчета схем промывки и скорости подачи промывной воды, обеспечивающих высокую экологичность гальванического процесса.

### **Уметь:**

- обосновать необходимость использования трехмерных электродов в разных областях технической электрохимии.

### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- навыками проведения технологических расчетов схем промывки.

#### 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.)	
				8
1.	Аудиторные занятия	24	24	24
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	16	16	16
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	84	3,6	84
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.)	
				10
1.	Аудиторные занятия	14	14	14
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	4	4	4
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	94	2,1	94
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	Проблема интенсификации электрохимических процессов. Классификация трехмерных электродов и режимов их работы	<p>Основные задачи технической электрохимии. Примеры решения экологических проблем технической электрохимии в производстве хлора с твердым и жидким катодами, амальгамной металлургии, при создании технологий очистки промышленных стоков и воды. Экологически чистые и экологически безопасные технологии.</p> <p>Проблемы экономии энергии в электрохимических производствах. Сравнение источников энергии, пути снижения энергоемкости электрохимических производств. Пути создания высокоэффективных технологий. Разработка безопасных и безотходных технологий. Примеры утилизации отходов и комплексного использования сырья в гидрометаллургии и гальванотехнике</p> <p>Весовая, объемная и молярная производительность электрохимического аппарата. Возможности традиционной технологии. Оценка максимальной объемной производительности электрохимического процесса в сравнении с</p>

		<p>производительностью других химических производств. Узкие места, определяющие производительность традиционных электрохимических технологий. Пути повышения производительности.</p> <p>Классификация трехмерных электродов (рольные, жесткие, насыпные, псевдооживленные). Механизмы контроля скорости электрохимического процесса в пористых электродах (активационно-омический, диффузионный, смешанный контроль, совместное протекание разных реакций).</p>
P2	Активационно-омический контроль работы трехмерного электрода	<p>Моделирование электрохимических процессов в пористом электроде. Вывод дифференциального уравнения, описывающего электрохимический процесс при активационно-омическом контроле. Выражение для распределения потенциала и локальной скорости электрохимической реакции. Граничные условия. Понятие о глубине проникновения процесса (характеристической длине). Расчет этой величины при линейной характеристике электрохимического процесса. Эффективность пористого электрода. Условия, способствующие повышению эффективности работы пористого электрода. Поляризационная характеристика пористого электрода. ВнутрикINETический, внутриомический, внешнекинетический и внешнедиффузионный контроль процесса. Расчет габаритной плотности тока, обеспечивающей работу пористого электрода при внутрикINETическом и внутриомическом контроле.</p>
P3	Пористый электрод в режиме конвективной подачи реагента. Жидкостный электрод в режиме предельного диффузионного тока	<p>Дифференциальное уравнение для отыскания распределения концентрации при диффузионном контроле электрохимического процесса. Выражение для распределения концентрации и локальной плотности тока.</p> <p>Работа пористых электродов в режиме с конвективной подачей реагента. Жидкостные пористые электроды с конвективной подачей реагента. Граничные условия для фронтальной и тыльной подачи вещества. Жидкостные пористые электроды с конвективной подачей вещества в режиме предельного диффузионного тока. Концентрация вещества в сечении и на выходе из пористого электрода при известном коэффициенте массопередачи, удельной поверхности электрода и его геометрических размерах. Факторы, определяющие равномерность распределения интенсивности электрохимического процесса по глубине пористого электрода.</p> <p>Осаждение металла в режиме предельного диффузионного тока. Математическая модель для описания работы такого электрода в случае совместного восстановления металла и водорода. Граничные условия в случае тыльной подачи реагента. Распределение интенсивности электрохимического процесса по толщине пористого электрода в зависимости от заданного тока. Распределение плотности тока выделения металла по толщине пористого электрода в зависимости от концентрации раствора, скорости потока электролита через электрод, сопротивления материала электрода.</p> <p>Характеристики работы пористого электрода при</p>

		<p>осаждении металла в режиме предельного тока – степень превращения электроактивного вещества и максимальная толщина электрода, обеспечивающая его работу в режиме предельного тока. Расчет максимальной толщины электрода.</p> <p>Примеры использования проточных жидкостных пористых электродов. Электрохимическое концентрирование металлов с использованием проточных пористых электродов. Конструкция ячейки для накопления вещества и его последующего анализа. Определение концентрации электроактивного вещества в растворе по его вольтамперной характеристике, полученной в потенциодинамическом режиме.</p> <p>Очистка разбавленных растворов от Cr(VI). Область существования сточных растворов, содержащих соединения шестивалентного хрома. Трудности традиционных методов очистки от Cr(VI). Конструкция электролизной ячейки для катодного восстановления Cr(VI). Показатели работы установки.</p>
P4	Стационарная промывка. Промывка по одному и двум компонентам электролита	<p>Схема утилизации промывных растворов в гальванотехнике. Расчет допустимого времени эксплуатации непроточных промывных ванн, количества необходимых промывных ванн и их состава по отмываемому компоненту. Расчет схем промывки двум компонентам раствора.</p>
P5	Проточная промывка. Расчет скорости подачи воды, числа ванн, эффективности промывки по одному и двум компонентам	<p>Расчет схемы проточной промывки. Определение необходимого числа ванн и скорости потока воды. Схема промывки от двухкомпонентного электролита. Максимально допустимая концентрация металла в ванне промывки. Расчет параметров регулирующего электролизера. Расчет сборного электролизера.</p>
P6	Расчет параметров электролизеров извлечения металла из промывных вод в схемах стационарной и проточной промывки	<p>Расчет максимально допустимой концентрации металла в первой ванне промывки в зависимости от режима выбранной промывки (стационарной или проточной). Определение токовой нагрузки, скорости циркуляции воды из первой промывной ванны, габаритных размеров пористого электрода и его толщины. Такой же расчет сборного электролизера в схеме проточной промывки.</p>

### 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	Расчет производительности электрохимического аппарата. Расчет параметров трехмерного электрода	2
P2	2	Активационно-омический контроль работы трехмерного электрода	2
P3	3	Пористый электрод в режиме конвективной подачи реагента	3
P4	4	Стационарная промывка. Промывка по одному и двум компонентам электролита	3
P5	5	Проточная промывка. Расчет скорости подачи воды, числа ванн, эффективности промывки по одному и двум компонентам	3
P6	6	Расчет параметров электролизеров извлечения металла из промывных вод в схемах стационарной и проточной промывки	3
<b>Всего:</b>			<b>16</b>

*По заочной форме обучения*

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет производительности электрохимического аппарата. Расчет параметров трехмерного электрода	0,5
P2	2	Активационно-омический контроль работы трехмерного электрода	0,5
P3	3	Пористый электрод в режиме конвективной подачи реагента	1
P4	4	Стационарная промывка. Промывка по одному и двум компонентам электролита	1
P5	5	Проточная промывка. Расчет скорости подачи воды, числа ванн, эффективности промывки по одному и двум компонентам	1
<b>Всего:</b>			<b>4</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

###### 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. Электроды система пор. Электроды система нитей.

Контрольная работа №2. Условия эффективной работы трехмерного электрода.

Контрольная работа №3. Жидкостный пористый электрод.

Контрольная работа №4. Схема стационарной непроточной промывки.

Контрольная работа №5. Схема нестационарной (проточной) промывки.

*Для заочной формы обучения*

Контрольная работа №1. Электроды система пор. Электроды система нитей.

Контрольная работа №2. Условия эффективной работы трехмерного электрода.

Контрольная работа №3. Схема стационарной непроточной промывки.

Контрольная работа №4. Схема нестационарной (проточной) промывки.

#### 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		*		*								

### 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.
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. -М.: Химия ; КолосС, 2010. - 672 с.
3. 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.

#### **9.1.2. Дополнительная литература**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: КолосС, 2006. - 672 с.
2. Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами/ Мурашова И.Б., Рудой В.М., Даринцева А.Б., Новиков А.Е., Скопов Г.В. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – 68с.
3. Оура К., Лившиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В. и др. Введение в физику поверхности. М.: Наука, 2006. - 490 с.
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. - 416 с.
5. Нечипорук В.В., Эльгурт И.Л. Самоорганизация в электрохимических системах. М.: Наука, 1992. – 168 с.
6. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия, М.: Ленинград, 1982, 400 с.
7. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. М.: Химия, 1988. – 400 с.
8. Ксенжек О.С., Шембель Е.М., Калиновский Е.А., Шустов В.А. Электрохимические процессы в системах с пористыми матрицами. Киев.: «Вища школа», 1983. – 220 с.

### **9.2. Методические разработки**

1. Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами/ Мурашова И.Б., Рудой В.М., Даринцева А.Б., Новиков А.Е., Скопов Г.В. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – 68с.
2. Основы инженерных расчетов электрохимических систем с распределенными параметрами: сборник задач. Мурашова И.Б., Рудой В.М., Останина Т.Н., Даринцева А.Б., Новиков А.Е. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. - 96 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](http://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  
"Современные проблемы технической электрохимии"

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций (4)</i>	8, 1-4	8
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	8, 4	30
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 2</i>	8, 5	30
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 3</i>	8, 6	32
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение практических занятий (8)</i>	8, 5-8	16
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	8, 5-8	44
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 4</i>	8, 7	20
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 5</i>	8, 8	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.</b>		

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

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 8	1,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**"Современные проблемы технической электрохимии"**

**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  
"Современные проблемы технической электрохимии"

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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. Из материала плотностью  $\rho$  изготовили пористый электрод с габаритными размерами  $A \cdot B \cdot L = 0,2 \times 0,3 \times 0,04$  м. Электрод весит  $m = 1,5$  кг. Определить число пор на  $1 \text{ м}^2$  габаритной поверхности, если под микроскопом радиус пор определили как  $r_n = 2 \cdot 10^{-3}$  м. Коэффициент извилистости пор равен  $\xi = 1,5$ .
2. Рассчитать удельную объемную поверхность материала из системы нитей  $S_V$ ,  $\text{см}^2/\text{см}^3$ , если образец ткани с размерами  $A \cdot B \cdot L = 20 \times 88 \times 3$  мм весит  $m = 22$  г, плотность материала нитей  $\rho = 7,3 \text{ г}/\text{см}^3$ , а радиус нитей равен  $r_n = 8 \cdot 10^{-7}$  м.
3. Окислительно-восстановительный процесс осуществляют на пористом электроде толщиной 3 мм с удельной поверхностью  $2,5 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{м}^3$ . Электропроводность раствора составляет  $1 \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$ ; плотность тока обмена электрохимического процесса равна  $10^{-4} \text{ А}/\text{м}^2$ ; угловой коэффициент Тафелевской зависимости составляет  $b = 0,05 \text{ В}$ . Задача состоит в отыскании областей плотностей тока, оправданных с позиции снижения расхода электроэнергии в этом процессе.
4. Рассчитать линейную скорость продавливания электролита через пористый электрод толщиной  $l = 3$  мм, чтобы при известных значениях электропроводности  $\kappa = 12 \text{ См}/\text{м}$  и протяженности площадки предельного тока  $dE = 0,4 \text{ В}$ , концентрация ионов металла в растворе  $c_1 = 600 \text{ мг}/\text{л}$  уменьшилась до значения  $c_2 = 2 \text{ мг}/\text{л}$ .
5. Рассчитать концентрацию (г/л по Zn) в последней из  $n$  ванн промывки, если в электролизере концентрация электроактивного вещества  $c_0 = 0,78 \text{ моль}/\text{л}$ , продолжительность ра-

боты установки  $t = 16$  ч, покрываемая поверхность –  $S = 1,3 \text{ м}^2$ , норма уноса электролита составляет  $N = 0,2 \text{ л/м}^2$ , продолжительность нанесения покрытия в электролизере –  $t_p = 19$  мин, объем ванн промывки –  $V = 350$  л.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено.

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Активационно-омический контроль электрохимического процесса на трехмерном электроде.
2. Глубина проникновения процесса.
3. Поляризация пористого электрода при активационно-омическом контроле его работы.
4. Внутрикинетический, внутриомический, внешнекинетический и внешне-диффузионный режимы работы электрода. Условия эффективности использования пористого электрода
5. Модель пористого электрода при осаждении металла в режиме предельного тока. Степень извлечения металла и толщина пористого электрода, на которой металл восстанавливается в режиме предельного тока.
6. Непроточная промывка. Схема промывки. Концентрация отмываемого компонента в любой ванне промывки; допустимая продолжительность работы схемы, расчет необходимого количества ванн промывки.
7. Способ обеспечения промывки от двух компонентов электролита с использованием непроточной промывки.
8. Проточная промывка. Схема промывки. Концентрация отмываемого компонента в любой ванне промывки.
9. Способ обеспечения промывки от двух компонентов электролита с использованием проточной промывки.

### **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**  
**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Останин Николай Иванович	к.т.н., доцент	доцент	Технологии электрохимических производств	
2	Новиков Алексей Евгеньевич		старший преподаватель	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 «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина посвящена изучению основных принципов технологических процессов электрохимических производств: электролиза водных растворов без выделения металлов; получения металлов электрорафинированием и экстракцией из водных и расплавленных сред; гальванотехники; производства химических источников электрической энергии.

Дать представление об основных электрохимических технологиях, возможных путях использования электролиза для получения металлов, гальванических покрытий и различных химических продуктов, а также о превращениях химической энергии в электрическую.

Сформировать практические навыки проектирования технологических процессов и управления действующим производством. Научить студентов проводить критический анализ существующих технологий и разрабатывать варианты их усовершенствования на основе последних достижений науки и техники.

## 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 к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-9);
- способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);
- готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);
- готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовность разрабатывать проекты в составе авторского коллектива (ПК-21);
- готовность использовать информационные технологии при разработке проектов (ПК-22);
- способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива (ПК-23);
- способность использовать знания основных принципов электрохимических процессов для организации производства гальванических покрытий с функциональными свойствами, продуктов электрохимического синтеза, металлов высокой чистоты, химических источников тока с заданными характеристиками; готовность использовать основные методы инженерных расчетов для проектирования электролизеров любой конструкции и принципа действия, разрабатывать пути интенсификации существующих технологий на основе последних достижений науки и техники (ДПК-3-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- свойства сырья и материалов, использующихся в различных процессах электрохимической технологии;
- особенности технологии основных электрохимических производств;
- методы разработки и эксплуатации процессов электрохимической технологии;
- методы теоретического и экспериментального исследования физико-химических свойств электрохимических систем;
- основные типы современных металлических, неметаллических неорганических и органических материалов различного назначения;

- технологический цикл, его стадии и характеристики, традиционные и новые технологические процессы и операции производства, формообразования, обработки и переработки металлических и неметаллических неорганических материалов и нанесения покрытий, принципиальные схемы технологических процессов, назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства.

**Уметь:**

- на основе знания электродных процессов и технологических особенностей производства прогнозировать процессы получения конечного продукта с заданными свойствами;  
 - работать со специальным оборудованием, приборами и установками при проведении исследований.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методикой разработки технологии для получения продуктов электрохимического синтеза, металлов и химических источников электрической энергии с требуемыми параметрами;  
 - иметь практические навыки проектирования технологических процессов и электрохимических аппаратов;  
 - навыками использования современных подходов и методов математики к описанию, анализу и моделированию, теоретическому и экспериментальному исследованию физико-химических систем, явлений и процессов;  
 - методиками испытания материалов;  
 - некоторыми навыками выбора материалов и покрытий для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности.

**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.)	7	8
1.	Аудиторные занятия	240	240	136	104
2.	Лекции	108	108	68	40
3.	Практические занятия	32	32		32
4.	Лабораторные работы	100	100	68	32
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	372	39,0	116	256
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	612		252	360
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	17		7	10

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	8	9	10
1.	Аудиторные занятия	72	72	16	26	30
2.	Лекции	18	18	4	14	
3.	Практические занятия	14	14			14
4.	Лабораторные работы	40	40	12	12	16
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	540	10,8	92	298	150
6.	Промежуточная аттестация	76	4,91	3	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	612		108	324	180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	17		3	9	5

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Электрохимический синтез неорганических соединений	<p>Основные технико-экономические показатели электрохимического производства (токовая нагрузка, напряжение на электролизере, выход по току, удельный расход электроэнергии) и их связь с кинетическими параметрами электродных процессов (плотность тока, перенапряжение, виды характеристик «плотность тока - потенциал», транспортный контроль, перенапряжение переноса заряда через границу фаз).</p> <p>Электролиз воды. Применение водорода и кислорода. Проблемы водородной энергетики. Выбор электролита на основе данных по электропроводимости среды. Термодинамические основы производства. Диаграмма Пурбэ. Обоснование температурного режима и выбор материала электродов на основе кинетических характеристик электродных процессов. Баланс напряжение на электролизере. Выносной электрод. Конструкция биполярного электролизера для электролиза воды. Устройство ячейки биполярного электролизера. Основные блоки электрохимического агрегата. Принцип регулирования давления в катодном и анодном пространстве электролизера. Электролиз воды под давлением. Производство тяжелой воды. Применение и принцип накопления изотопа дейтерия в водной фазе. Метод каталитического изотопного обмена.</p> <p>Получение хлора и щелочи. Области применения продуктов электролиза. Основные виды сырья для получения хлора и щелочи. Основные способы: диафрагменный, ртутный, ионообменный. Выбор электролита, обоснование концентрации. Диафрагменный электролиз. Электродные процессы. Конкурирующие и побочные химические реакции. Обоснование схемы электролизера и скорости циркуляции электролита. Анодный процесс в ванне, выбор материала электрода. Достоинства и недостатки графитового электрода, особенности его работы по глубине электрода и по его высоте. Малоизнашиваемые аноды в производстве хлора и</p>

		<p>щелочи, их преимущества, безбарьерный механизм протекания анодного процесса. Конструкция электролизера для получения хлора и щелочи. Системы ввода анолита и вывода электрощелока из ванны. Принцип регулирования скорости циркуляции электролита уровнем его в катодном пространстве. Обработка газообразных продуктов электролиза. Разделение хлорида натрия и щелочи, хранение и транспорт продукции. Ионнообменный метод получения хлора и щелочи. Принцип организации ячейки, конструкция ионнообменного электролизера, показатели его работы.</p> <p>Электрохимический синтез хлоркислородных соединений. Производство гипохлорита натрия. Электродные процессы, побочные реакции. Технологическая схема получения. Конструкции электролизеров.</p> <p>Производства пероксида водорода. Способы получения. Электрохимический синтез пероксодисерной кислоты. Электродные процессы. Основные и побочные процессы. Факторы, определяющие преимущественное образование пероксодисерной кислоты. Технология производства пероксида водорода. Состав электролита. Конструкция электролизера для получения пероксодвусерной кислоты. Ванна с охлаждаемыми катодами. Схема переработки пероксидсерной кислоты в пероксид водорода.</p>
P5	Получение металлов электролизом расплавленных сред	<p>Плавокость расплавленных солей. Типы диаграмм состояния: с непрерывным рядом твердых растворов; эвтектического типа; с инконгруэнтно плавящимся соединением; с конгруэнтно плавящимся соединением. Правило фаз. Строение расплавленных солей. Термодинамика гальванического элемента в расплавленных солях (хлоридный электрод сравнения, - натриевый электрод сравнения). Причины кажущихся отклонений от закона Фарадея в расплавах: - растворимость металлов в расплавленных солях,- взаимодействие растворенного металла с кислородом и анодными продуктами,- взаимодействие металла с компонентами электролита,- совместный разряд ионов. Физико-химические свойства расплавов: поверхностное натяжение, вязкость расплава, плотность расплава, электропроводность расплавленных солей. Особенности электродных процессов в расплавленных солях. Анодный эффект.</p> <p>Получение алюминия. Характеристика сырья для получения алюминия. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Схемы получения глинозема, криолита и угольных материалов. Производство глинозема. Характеристика сырья. Способ Байера. Способ спекания. Получение криолита. Схема производства алюминия из глинозёма. Электролиз криолит-глиноземного расплава. Состав электролита. Диаграмма плавокости систем <math>\text{NaF}-\text{AlF}_3</math> и <math>\text{Na}_3\text{AlF}_6-\text{Al}_2\text{O}_3</math>. Плотность, электропроводность и поверхностное натяжение криолит-глиноземного расплава. Электродные реакции в электролизере. Анодный эффект. Факторы, влияющие на выход по току алюминия. Конструкции электролизеров и электродов при производстве алюминия. Катодное устройство. Углеродная футеровка. Самообжигающийся анод с боковым токоподводом (БТ). Самообжигающийся</p>



		<p>анод с верхним токоподводом (ВТ). Обожжённые аноды. Техничко-экономические показатели электролиза алюминия.</p> <p>Производство магния. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Сырьё для получения магния. Получение исходных материалов. Получение искусственного карналлита. Хлорирование магнезита. Обезвоживание хлоридов: обезвоживание бишофита, обезвоживание карналлита. Требования к электролиту для получения магния. Составы электролитов. Диаграммы плавкости систем <math>MgCl_2 - KCl</math> и <math>MgCl_2 - NaCl</math>. Свойства электролитов: плотность, вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение. Катодные и анодные процессы, протекающие при электролизе расплавов для получения магния. Основные процессы. Побочные реакции на электродах и в электролите. Влияние различных факторов на выход по току магния. Устройство электролизеров для получения магния. Техничко-экономические показатели электролиза магния.</p>
РЗ	Химические источники тока	<p>Понятие об электрохимической системе ХИТ, активном веществе, активной массе. Классификация ХИТ: гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы. Области применения ХИТ. Электрические характеристики ХИТ: ЭДС, напряжение разомкнутой цепи, разрядное напряжение, номинальное разрядное напряжение, разрядная емкость, энергия, мощность, удельная мощность и энергия. Зарядно-разрядные кривые. Саморазряд, сохранность, коэффициент полезного использования активных масс.</p> <p>Марганцево-цинковые элементы. Устройство. Токообразующие реакции. ЭДС марганцево-цинкового элемента. Основные и побочные реакции при разряде в элементах с солевыми и щелочными электролитами. Процессы на электродах из диоксида марганца, цинка. Разрядные характеристики. Преимущества и недостатки марганцево-цинковых элементов. Марганцево-воздушно-цинковые элементы, их устройство.</p> <p>Сравнительный анализ воздушно-цинковых и марганцево-цинковых элементов и батарей. Ртутно-цинковые элементы. Устройство. Токообразующий процесс. Основные и побочные реакции. Разрядные характеристики. Саморазряд. Преимущества и недостатки. Перспективы совершенствования элементов и батарей.</p> <p>Свинцовые аккумуляторы. Устройство, разновидности свинцовых аккумуляторов и области применения. Стартерные аккумуляторы. Термодинамика свинцового аккумулятора. Основные электрохимические реакции, протекающие при заряде и разряде аккумуляторов. Обоснование оптимальной конструкции электродов и концентрации электролита. Разрядно-зарядные характеристики. Саморазряд. Технический ресурс в зависимости от различных факторов. Перспективы совершенствования свинцовых аккумуляторов.</p> <p>Никель-железные и никель-кадмиевые аккумуляторы. Основные реакции и механизм электродных процессов при разряде и заряде. Классификация. ЭДС. Зарядно-разрядные</p>

		<p>характеристики. Технический ресурс и сохранность. Саморазряд. Сравнительная оценка никель-железных и никель-кадмиевых аккумуляторов. Области применения.</p> <p>Серебряно-цинковые аккумуляторы. Электрохимическая система. ЭДС. Механизм электродных процессов при разряде и заряде. Особенности конструкции и области применения. Технический ресурс и сохранность. Саморазряд.</p> <p>Никель-водородные аккумуляторы. Электрохимическая система. Токообразующие процессы. Особенности конструкции и области применения.</p> <p>Литиевые элементы и батареи. Первичные литиевые ХИТ. Электролиты. Электрохимические системы и токообразующие реакции. Интеркаляция и процессы с разрушением кристаллической решетки. Устройство и электрические характеристики литиевых элементов. Литиевые аккумуляторы. Аккумуляторы с литиевым анодом. Литий-ионные аккумуляторы. Электролиты. Электрохимические системы. Материалы положительного и отрицательного электродов. Реакции заряда и разряда на электродах. Инкапсуляция. Сравнительная оценка литиевых ХИТ.</p> <p>Проблемы топливных элементов, история и современное состояние. Термодинамика. Классификация по видам катодного активного материала, температурному режиму работы. Кислородно-водородный топливный элемент. Токообразующая реакция. ЭДС. Основные и побочные электродные реакции, условия их протекания. Устройство, особенности конструкции электродов и принцип низко- и среднетемпературных элементов, их преимущества и недостатки. Области применения, перспективы развития и совершенствования топливных элементов.</p>
Р4	Технология нанесения гальванических покрытий	<p>Различные способы нанесения покрытий: физические, химические и электрохимические. Классификация покрытий. Многослойные комбинированные покрытия. Выбор гальванических покрытий в зависимости от условий эксплуатации и требований конструкторской документации.</p> <p>Подготовка поверхности изделий перед нанесением гальванических покрытий. Требования стандартов к поверхности покрываемых изделий. Механические способы подготовки поверхности: шлифование; полирование; крацевание, галтование, дробеструйная и пескоструйная обработка.</p> <p>Химическое и электрохимическое обезжиривание поверхности. Обезжиривание органическими растворителями. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание (катодное и анодное). Обезжиривание с применением ультразвука. Выбор технологии обезжиривания в зависимости от природы обрабатываемого металла.</p> <p>Химическое и электрохимическое травление поверхности металлов. Травление черных металлов. Травление цветных металлов. Выбор травильного раствора в зависимости от природы металла. Активирование и промывка.</p> <p>Химическое и электрохимическое полирование металлов. Теоретические основы процессов химического и элект-</p>

трохимического полирования. Полирование стали, меди, никеля и алюминия. Выбор технологии химического и электрохимического полирования в зависимости от природы обрабатываемого металла.

Общие сведения о структуре электролитических покрытий. Условия образования электролитических покрытий. Механизм образования гальванических покрытий. Влияние состава электролита и режима электролиза на структуру осадка. Роль выделяющегося водорода в процессе формирования слоя покрытия. Наводороживание деталей и покрытия. Влияние наводороживания на качество гальванопокрытий (сцепление с основой, физико-механические характеристики). Методы снижения внедрения водорода в основу покрытия. Обезводороживания деталей.

Рассеивающая способность электролитов по металлу, по току. Первичное и вторичное распределение тока в электролите. Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов). Макрораспределение и микрораспределение. Количественная характеристика рассеивающей способности электролитов. Микрорассеивающая способность электролитов. Механизм выравнивающей способности. Кроющая способность электролитов. Методы измерения рассеивающей способности электролитов и их использование для анализа качества электролитов гальванических ванн. Способы получения равномерных покрытий.

Физико-химические свойства цинка и область применения цинковых покрытий. Сравнительная характеристика электролитов цинкования: простые кислые электролиты, цианидные и цинкатные электролиты, хлораммонийные и аминокислотные электролиты. Состав электролитов и режим нанесения покрытий. Влияние примесей на качество покрытия. Основные неполадки и их устранение. Обработка цинковых покрытий для улучшения защитных свойств. Основные направления развития технологии нанесения цинка.

Физико-химические свойства меди и область применения медных покрытий. Сравнительная характеристика электролитов меднения: простые кислые и комплексные электролиты. Электролиты на основе простых солей меди: сульфатный, фторборатный, фторсиликатный, нитратный. Электролиты на основе комплексных солей меди: цианистый, пирофосфатный, этилендиаминовый, гексациано(II)-ферритный. Составы электролитов, назначение компонентов, процессы на электродах. Сравнительная характеристика электролитов. Преимущества и недостатки. Особенности анодного процесса.

Область применения никелевых покрытий. Катодный и анодный процессы при никелировании. Электролиты никелирования, получение блестящих никелевых покрытий. Составы электролитов. Назначение компонентов. Роль добавок в электролитах никелирования. Процессы на электро-

дах. Двухслойные и трехслойные никелевые покрытия. Увеличение коррозионной стойкости никелевых покрытий.

Физико-химические свойства хрома и область применения хромовых покрытий. Типы хромовых покрытий и их назначение. Особенности процесса хромирования. Электролиты хромирования. Катодные процессы при хромировании. Структура и свойства хромовых покрытий. Влияние условий электролиза и состава электролита на свойства хромовых покрытий. Применение ПАВ при хромировании.

Гальваническое лужение. Свойства и назначение покрытий. Электролиты для осаждения олова. Состав электролитов и режим нанесения покрытий. Преимущества и недостатки.

Гальваническое серебрение. Область применения серебряных покрытий. Технологическая схема процесса серебрения. Электролиты (основные компоненты и их назначение). Обработка серебряных покрытий.

Гальваническое золочение. Область применения золотых покрытий. Технологическая схема процесса золочения. Электролиты (основные компоненты и их назначение). Обработка золотых покрытий.

Химическое и электрохимическое оксидирование черных и цветных металлов. Назначение. Составы растворов и условия проведения процессов. Зависимость свойства оксидных пленок от состава раствора и режима процесса.

Анодное оксидирование алюминия. Электролиты для анодного оксидирования и влияние состава электролита на свойства анодной пленки. Механизм формирования оксидной пленки на алюминии. Дополнительная обработка покрытий.

Фосфатирование черных и цветных металлов. Назначение. Составы растворов и условия проведения процесса. Свойства фосфатных пленок, полученных при различных условиях. Повышение защитных свойств фосфатных пленок.

Методы контроля гальванических покрытий (внешний вид, толщина, пористость, блеск, прочность сцепления, твердость, внутренние напряжения, шероховатость, коррозионная стойкость).

Химическая металлизация. Технологическая схема нанесения металлических покрытий на диэлектрики. Подготовка поверхности диэлектриков к нанесению покрытия (обезжиривание, травление, сенсбилизация и активирование). Химическое меднение. Химическое никелирование диэлектриков и металлов. Химическое серебрение. Компоненты растворов и их назначение. Окислительно-восстановительные процессы при химической металлизации.

Гальванопластика. Основные технологические операции. Конструирование и изготовление форм. Подготовка форм к нанесению проводящих или разделительных слоев. Нанесение проводящего слоя на неметаллические формы. Нанесение разделительного слоя на металлические формы. Электроосаждение заданного металла или сплава. Обра-

		ботка тыльной стороны наращенного изделия. Отделение готового изделия от формы.
P5	Гидроэлектрометаллургия	<p>Общие сведения о гидроэлектрометаллургии. Разновидности технологических процессов (электрорафинирование, электроизвлечение, получение порошков металлов электролизом, амальгамная металлургия, цементация). Техничко-экономические показатели электролиза: выход по току, удельный расход электроэнергии.</p> <p>Теоретические основы гидроэлектрометаллургических процессов. Термодинамическая вероятность прохождения электродных процессов. Электрохимическая устойчивость воды и потенциалы выделения металлов. Влияние природы электролита на величину равновесного потенциала металлов в водных растворах.</p> <p>Катодные процессы при электроосаждении металлов. Условия протекания и стадии катодного процесса. Лимитирующая стадия. Перенапряжение диффузии, перехода и кристаллизации. Работа образования трехмерного зародыша. Влияние соотношения скоростей образования зародышей и роста кристаллов на морфологию катодного осадка. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов Условия образования мелкокристаллических осадков. Факторы, влияющие на структуру катодного металла: природа металла, природа электролита, плотность тока, концентрация разряжающихся ионов, концентрация посторонних ионов, перемешивание (или циркуляция) электролита, температура электролита, поверхностно-активные добавки.</p> <p>Совместный разряд катионов. Совместный разряд ионов металлов и водорода. Совместный разряд нескольких ионов металлов. Сопряженные системы. Выход по току и чистота катодного металла. Несопряженные системы. Причины сверхполяризации и деполяризации. Поведение примесей в электролите и пути перехода их в катодный осадок. Металлические и неметаллические примеси.</p> <p>Анодные процессы. Растворимые и нерастворимые аноды. Окислительные процессы, происходящие на анодах. Анодная пассивность (никелевые, платиновые, свинцовые аноды). Влияние компонентов сплава на электрохимические и физико-механические характеристики свинцовых анодов.</p> <p>Составы электролитов в гидроэлектрометаллургии. Требования к природе и составу электролита, исходя из особенностей катодного и анодного процессов.</p> <p>Электролитическое рафинирование меди. Технологическая схема переработки медных руд. Огневое рафинирование меди и требования к анодам. Теоретические основы электролитического рафинирования меди. Термодинамика и кинетика электродных процессов при электрорафинировании меди. Способы поддержания постоянства состава электролита. Примеси в аноде, их поведение при электролизе и влияние на качество поверхности катодного осадка и состав катодной меди. Технологические операции при электрорафинировании меди. Перспективы совершенство-</p>

		<p>вания технологии электрорафинирования меди (реверсивный и импульсный токи, безосновная технология, механизация и автоматизация технологических процессов).</p> <p>Электрорафинирование никеля. Технологическая схема переработки никелевых руд. Теоретические основы процесса электрорафинирования никеля. Катодный и анодный процессы при рафинировании никеля. Совместный разряд никеля и водорода. Влияние концентрации никеля и ионов хлора, кислотности раствора, плотности тока и температуры на процесс электролиза. Требования к составу электролита и типы применяемых электролитов. Поведение примесей при рафинировании никеля и особенности организации аппаратного оформления процесса (диафрагма, циркуляция). Способы очистки электролита от примесей железа, меди, кобальта, цинка (цементация, осаждение малорастворимых соединений, сорбционный, экстракционный). Дефицит никеля при электрорафинировании и способы пополнения системы никелем (ванны растворения, автоклавный).</p> <p>Электролитическое получение цинка. Технологическая схема гидрометаллургического метода производства цинка. Электродные процессы при электроизвлечении цинка из сульфатных растворов. Совместный разряд цинка и водорода. Выход по току при электроосаждении цинка и факторы, влияющие на него (катодная плотность тока, состав электролита, кислотность и температура, примеси, ПАВ). Применяемые режимы электролиза. Механизм влияния примесей на электроосаждение цинка. Методы очистки растворов от примесей (цементация, осаждение малорастворимых соединений). Аппаратурное оформление процесса и технология производства цинка. Пути совершенствования процесса электроосаждения цинка.</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.)
P4	1	Гальваническое меднение	8
P4	2	Гальваническое никелирование	8
P4	3	Гальваническое хромирование	8
P4	4	Гальваническое цинкование	8
P4	5	Гальваническое оловянирование	8
P4	6	Определение рассеивающей способности электролитов	8
P4	7	Химическое и электрохимическое полирование	4
P4	8	Химическое никелирование	8
P4	9	Химическое меднение	8
P4	10	Нанесение покрытий методом электронатириания	8
P5	11	Электрорафинирование меди	8
P5	12	Электроэкстракция цинка	8
P5	13	Электрорафинирование никеля	8
<b>Всего:</b>			<b>100</b>

*По заочной форме обучения*

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Химическое никелирование	4
P4	2	Определение рассеивающей способности электролитов	4
P4	3	Гальваническое меднение	4
P4	4	Гальваническое никелирование	4
P4	5	Гальваническое цинкование	4
P4	6	Гальваническое оловянирование	4
P4	7	Химическое и электрохимическое полирование	4
P4	8	Химическое меднение	4
P5	9	Электрорафинирование никеля	4
P5	10	Электроэкстракция цинка	4
<b>Всего:</b>			<b>40</b>

## 4.2. Практические занятия

*По очной форме обучения*

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Составление уравнения теплового баланса электролизера	4
P4	2	Расчет интенсивностей источников тепла за счет прохождения электрического тока и химической реакции	6
P4	3	Расчет интенсивностей источников тепла за счет явлений переноса	6
P4	4	Расчет нестационарного теплового баланса электролизера	6
P5	5	Расчет стационарного теплового баланса электролизера	6
P5	6	Расчет теплообменного аппарата для поддержания температуры в электролизере.	4
<b>Всего:</b>			<b>32</b>

### *По заочной форме обучения*

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Составление уравнения теплового баланса электролизера	2
P4	2	Расчет интенсивностей источников тепла	4
P4	3	Расчет нестационарного теплового баланса электролизера	4
P5	4	Расчет стационарного теплового баланса электролизера	4
<b>Всего:</b>			<b>14</b>

## 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*Для очной формы обучения*

Домашняя работа № 1. Составление уравнений электродных процессов и расчет толщины гальванического покрытия.

Домашняя работа № 2. Вывод формулы и расчет времени осаждения гальванического покрытия.

Домашняя работа № 3. Расчет выхода по току при осаждении гальванического покрытия.

Домашняя работа №4. Расчет рассеивающей способности электролитов для различных методов её определения.

Домашняя работа №5. Расчет напряжения на ванне, его составляющих и удельного расхода электроэнергии для ванны электрорафинирования меди.

Домашняя работа №6. Расчет напряжения на ванне, его составляющих и удельного расхода электроэнергии для ванны электрорафинирования никеля.

Домашняя работа №7. Расчет напряжения на ванне, его составляющих и удельного расхода электроэнергии для ванны электроэкстракции цинка.

### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

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

*Для очной формы обучения:*

1. Сравнительные характеристики марганцево-цинковых элементов с солевым и щелочным электролитом.
2. Перспективы совершенствования свинцовых аккумуляторов.
3. Никель-гидридные аккумуляторы.
4. Первичные литиевые химические источники тока.

5. Литиевые аккумуляторы.
6. Литий-ионные аккумуляторы.

#### **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**

*Для очной и заочной формы обучения*

1. Источники тепла за счет явлений переноса в гальванической ванне без перемешивания электролита.
2. Источники тепла за счет явлений переноса в гальванической ванне с перемешиванием электролита сжатым воздухом..
3. Источники тепла за счет прохождения электрического тока и химической реакции

#### **4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

*Для очной и заочной формы обучения:*

1. Расчет напряжения на гальванической ванне и выбор источников постоянного тока.
2. Расчет напряжения на электролизере для электрорафинирования или электроэкстракции металлов и выбор источника постоянного тока.

#### **4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

*Для очной формы обучения (8 сем):*

1. Технология нанесения медных покрытий из электролитов различного состава.
2. Технология нанесения никелевых покрытий из электролитов различного состава.
3. Электродные процессы и технологические операции при цинковании стальных деталей из электролитов различного состава.
4. Макро- и микрорассеивающая способность электролитов.
5. Химическая металлизация диэлектриков.
6. Химическое никелирование металлов.
7. Факторы, влияющие на структуру электроосажденного металла.
8. Электродные процессы и поведение примесей при электрорафинировании меди.
9. Электродные процессы и поведение примесей при электрорафинировании никеля.
10. Электродные процессы и влияние состава раствора и режима электролиза на выход по току при электроэкстракции цинка.

## 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		*		*								

## 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. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: Учебник для вузов. -М.: КолосС, 2010. - 672 с.
2. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. Изд. 2-е переработанное и дополненное М.: Студент. 2013.-496 с.
3. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 424 с.

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Виноградов С.С. Промывные операции в гальваническом производстве. - Москва: Глобус, 2007. - 157 с.
2. Григорян Н.С., Акимова Е.Я., Ваграмян Т.А. Фосфатирование. - Москва: Глобус, 2008. - 138 с.
3. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология - Москва: Глобус, 2008. - 248 с
4. Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование. -М.: «Глобус», 2005. - 256с.
5. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. -М.: Техносфера, 2006, 216 с.
6. Садаков Г.А. Гальванопластика: справ. пособие. Ч. 1: Практическая гальванопластика; Ч. 2. Необратимые электрохимические процессы в гальванотехнике. - Москва: Машиностроение, 2004. - 400 с.

7. Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. -М.: изд. МЭИ, 2005. - 280 с.
8. Лебедев В.А. Электрохимия расплавов. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. - 66 с.
9. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. -М.: «Глобус», 1998. – 302 с.
10. Шиврин Г.Н., Годовицкая Т.А., Илюшин С.А., Колмаков А.А. Проблемы электролиза меди и никеля. - Рязань: Голос губернии, 2011. - 352 с.
11. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. -М.: Машиностроение, 1994. - 191с.
12. Буркат Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов. - Санкт-Петербург: Политехника, 2009. - 188 с.
13. Практикум по прикладной электрохимии: Учеб. пособие для вузов/ Н.Г. Бахчисарайцыян, Ю.В. Борисоглебский, Г.К. Буркат, и др.; Под ред. В.Н. Варыпаева, В.Н. Кудрявцева. – 3-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1990 – 304 с.
14. Прикладная электрохимия: Учебник. /Под ред. А.П. Томилова. – Изд. 3-е, пер. и доп. – М., Химия, 1984. – 520 с
15. Набойченко С.С., Юнь А.А. Расчеты гидрометаллургических процессов. -М.: МИСИС, 1995. - 428 с.
16. Баймаков Ю.В., Журинов А.И. Электролиз в гидроэлектрометаллургии – М.: Metallurgizdat, 1977. – 336 с.
17. Аверьянов Е.Е. Справочник по анодированию М.: Машиностроение, 1988. - 220 с.
18. Проскуркин Е.В. Цинкование. - М.: Metallurgiya, 1988. - 528 с.
19. Козлов В.А., Набойченко С.С., Смирнов Б.Н. Рафинирование меди. – М.: Metallurgiya. 1992. – 256 с.
20. Анодная и катодная медь. Вольхин А.И., Елисеев Е.И., Жуков В.П., Смирнов Б.Н. /Под общей ред. Б.Н. Смирнова. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 2001. – 431 с.
21. Алкацев М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. - М.: Metallurgiya, 1981. - 116 с.
22. Гидрометаллургия цинка (очистка растворов и электролиз). /Л.А. Казанбаев, П.А. Козлов, В.Л. Кубасов, А.В. Колесников. - М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006. - 176 с.
23. Фиошин М.Я., Смирнова М.Г. Электрохимические системы в синтезе химических продуктов. – М. Химия, 1985. – 252 с.
24. Варыпаев В.Н., Дасоян М.А., Никольский А.М. Химические источники тока: Учеб. пособие /Под ред. В.Н. Варыпаева. – М.: Высш. школа, 1990. – 240 с.
25. Цупак Т.Е., Новиков В.Т., Начинов Г.Н., Ваграмян А.Т. /Под ред. Цупак Т.Е. Лабораторный практикум по технологии электрохимических покрытий - М.: Химия, 1988. - 160 с.

## 9.2. Методические разработки

1. Технологические расчеты оборудования электрохимических производств. Часть 1. / Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 81с.
2. Технологические расчеты электрохимического оборудования. Часть II. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Останин Н.И., Зайков Ю.П. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 69 с.
3. Технология нанесения защитно-декоративных покрытий. Новиков А.Е., Останин Н.И., Даринцева А.Б., Скопов Г.В. Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 214 с.
4. Электрохимия расплавленных солей. Зайков Ю.П., Ковров В.А., Катаев А.А., Суздальцев А.В., Холкина А.С., Першин П.С. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. -88 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](http://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 проводиться 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  
"Основы электрохимической технологии"

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций (17)</i>	7, 1-17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение лабораторных работ (9)</i>	7, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Теоретический опрос по теме лабораторной работы (9)</i>	7, 9-16	9 x 5 = 45
<i>Защита отчетов</i>	7, 9-16	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,4.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,6</b>		

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций (20)</i>	8, 1-8	40
<i>СРС: выполнение домашних работ</i>	8, 1-8	7 x 5 = 35
<i>СРС: выполнение и защита реферата</i>	8, 6	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение практических занятий (16)</i>	8, 1-8	32
<i>Выполнение расчетно-графической работы</i>	8, 1-8	68
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение лабораторных работ (4)</i>	8, 1-8	4 x 5 = 20
<i>Коллоквиумы (9)</i>	8, 1-8	10 x 5 = 50
<i>Защита отчетов</i>	8, 1-8	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0</b>		

### 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>	7, 9-16	60
<i>Оформление пояснительной записки</i>	7, 9-16	20
<i>Посещение консультаций</i>	7, 9-16	10
<i>Нормоконтроль</i>	7, 9-16	10
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,2</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,8</b>		

Текущая аттестация выполнения проекта по модулю	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение расчетов по заданию курсового проекта по модулю</i>	8, 1-8	60
<i>Оформление пояснительной записки</i>	8, 1-8	20
<i>Посещение консультаций</i>	8, 1-8	10
<i>Нормоконтроль</i>	8, 1-8	10
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,2</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,8</b>		

### 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 7	0,5
Семестр 8	0,5

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**"Основы электрохимической технологии"**

**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  
"Основы электрохимической технологии"

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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** Не предусмотрено.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы** Не предусмотрено.

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*Для подготовки к зачету 8 семестр заочники:*

1. Применение водорода и кислорода. Способы получения водорода и кислорода. Преимущества и недостатки электрохимического способа получения водорода.
2. Теоретические основы процесса электролиза воды. Электродные процессы. Электродные материалы. Режим электролиза, состав раствора, температура.
3. Конструкция биполярной фильтрпрессной ванны для электролиза воды. Особенности конструкции и назначение выносных электродов при электролизе воды.
4. Электролиз воды под давлением. Обратимое напряжение разложения при работе ванны под давлением.
5. Производство хлора, щелочи и водорода. Применение хлора и щелочи. Сырье для производства. Сравнительная характеристика способов получения хлора и щелочи (диафрагменный, ртутный, мембранный).
6. Электродные процессы при диафрагменном способе получения хлора и щелочи (основные и побочные). Выбор материала электрода.
7. Электродные процессы при ионообменном способе получения хлора и щелочи (ос-

новые и побочные). Выбор материала электрода. Особенности технологии.

8. Технологический режим и конструкция электролизера при диафрагменном способе получения хлора и щелочи. Выделение и концентрирование щелочи.

9. Электрохимический синтез хлоркислородных соединений. Производство гипохлорита натрия. Электродные процессы, побочные реакции. Технологическая схема получения.

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

*Для подготовки к экзамену 7 семестр очники, 9 семестр заочники:*

1. Классификация технологических процессов в гидрометаллургии. Достоинства и недостатки гидроэлектрометаллургических методов.
2. Термодинамическая вероятность протекания электродных процессов. Электрохимическая устойчивость воды и потенциалы осаждения и растворения металлов.
3. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов. Влияние условий электролиза и состава электролита на структуру катодных осадков.
4. Кинетика катодных процессов. Совместный разряд ионов металла и катионов водорода, а также нескольких металлов на катоде.
5. Кинетика анодных процессов, растворимые и нерастворимые аноды. Окислительные процессы, происходящие на них. Анодная пассивность. Никелевые и свинцовые аноды.
6. Теоретические основы электролитического рафинирования меди: термодинамика и кинетика электродных процессов. Способы поддержания постоянного состава электролита.
7. Примеси в медных анодах, их поведение при электролизе и влияние на качество осадков и состав катодной меди.
8. Состав электролита и режим электролиза при электрорафинировании меди. Технологические операции при электрорафинировании меди.
9. Технологическая схема электролитического рафинирования никеля. Теоретические основы электролитического рафинирования никеля. Анодный и катодный процессы.
10. Поведение примесей на аноде и на катоде при электрорафинировании никеля. Принципиальная схема процесса электрорафинирования никеля.
11. Состав электролита и условия электрорафинирования никеля. Влияние состава раствора и режима электролиза на выход по току.
12. Методы очистки электролита от примесей при электрорафинировании никеля.
13. Электроэкстракция цинка. Принципиальная технологическая схема. Теоретические основы электроэкстракции цинка: термодинамика и кинетика электродных процессов.
14. Влияние условий электролиза и состава электролита на выход по току при электроэкстракции цинка.
15. Составы электролитов и режимы электролиза при электроэкстракции цинка.
16. Поведение примесей при электроэкстракции цинка. Методы очистки электролита от примесей.
17. Обезжиривание органическими растворителями. Химическое обезжиривание: составы растворов, назначение компонентов. Электрохимическое обезжиривание. Обезжиривание с использованием ультразвука. Преимущества и недостатки.
18. Травление и активирование поверхности металлов. Перед нанесением гальванических покрытий. Выбор травильного раствора в зависимости от природы металла.
19. Химическое и электрохимическое полирование.
20. Распределение тока в гальванической ванне. Рассеивающая и микрорассеивающая способность электролитов и способы их измерения.
21. Меднение. Назначение медных гальванических покрытий. Кислые и комплексные электролиты меднения: составы электролитов, назначение компонентов, процессы на электрода. Сравнительная характеристика электролитов, преимущества и недостатки. Особенности анодного процесса.
22. Никелирование. Назначение никелевых покрытий. Составы электролитов. Назначение компонентов. Процессы на электродах. Двухслойные и трехслойные никелевые покры-

- тия. Назначение и условия осаждения каждого слоя. Блестящее никелирование. Роль добавок в электролитах никелирования. Виды органических добавок.
23. Химическое никелирование. Составы растворов. Назначение компонентов. Преимущества и недостатки химического никелирования.
  24. Цинкование. Свойства цинковых покрытий. Электролиты для нанесения цинковых покрытий. Дополнительная обработка цинковых покрытий.
  25. Хромирование. Назначение покрытий. Типы электролитов хромирования. Виды хромовых покрытий и способы их получения. Особенности процесса гальванического хромирования. Роль ионов-катализаторов. Электродные реакции.
  26. Гальваническое лужение. Свойства и назначение покрытий. Электролиты для осаждения олова.
  27. Гальваническое серебрение. Область применения серебряных покрытий. Технологическая схема процесса серебрения. Электролиты (основные компоненты и их назначение). Обработка серебряных покрытий.
  28. Гальваническое золочение. Электролиты (основные компоненты и их назначение).
  29. Способы нанесения металлических покрытий на поверхность диэлектриков. Технологическая схема нанесения металлических покрытий на полимеры. Подготовка поверхности пластмассы к нанесению покрытия. Обезжиривание и травление поверхности полимеров. Сенсибилизация и активирование.
  30. Химическое меднение. Компоненты растворов и их назначение. Окислительно-восстановительные процессы в ванне химического меднения.
  31. Химическое никелирование. Компоненты растворов и их назначение. Окислительно-восстановительные процессы в ванне химического никелирования.
  32. Химическое серебрение. Химическое золочение. Компоненты растворов и их назначение.
  33. Гальванопластика. Основные технологические операции. Конструирование и изготовление форм. Подготовка форм к нанесению проводящих или разделительных слоев. Нанесение проводящего слоя на неметаллические формы. Нанесение разделительного слоя на металлические формы. Электроосаждение заданного металла или сплава. Обработка тыльной стороны наращенного изделия. Отделение готового изделия от формы.
  34. Анодное оксидирование алюминия. Электролиты для анодного оксидирования и влияние состава электролита на свойства анодной пленки. Механизм формирования оксидной пленки на алюминии. Дополнительная обработка покрытий.
  35. Методы контроля качества гальванических покрытий.
  36. Оксидирование черных и цветных металлов.
  37. Фосфатирование черных и цветных металлов.

*Для подготовки к экзамену 8 семестр очники, 10 семестр заочники:*

10. ХИТ: основные термины и определения. Классификация ХИТ.
11. Электрические характеристики ХИТ.
12. МЦ-элементы с соевым электролитом. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции. Реакции саморазряда.
13. МЦ-элементы с щелочным электролитом. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции. Реакции саморазряда.
14. Щелочные элементы со стабильным напряжением – серебряно-цинковый, ртутно-цинковый, цинк-воздушный. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции.
15. Первичные литиевые ХИТ. Электролиты. Электрохимические системы и токообразующие реакции. Интеркаляция и процессы с разрушением кристаллической решетки.
16. Свинцово-кислотный аккумулятор. Электрохимическая система. Реакции заряда и разряда на электродах. Конструкция и составные части свинцово-кислотной батареи. Конструкция электродов.



17. Аккумуляторы с оксидно-никелевым электродом - никель-кадмиевые, никель железные, никель-металлогидридные.
18. Литиевые аккумуляторы. Аккумуляторы с литиевым анодом. Литий-ионные аккумуляторы. Электролиты. Электрохимические системы. Материалы положительного и отрицательного электродов. Реакции заряда и разряда на электродах. Интеркаляция. Инкапсуляция.
19. Топливные элементы (ТЭ). Схема устройства водородно-кислородного низкотемпературного ТЭ. Конструкция и материалы электродов. Условие стабильности трехфазной границы. Токообразующие реакции.
20. Применение водорода и кислорода. Способы получения водорода и кислорода. Преимущества и недостатки электрохимического способа получения водорода.
21. Теоретические основы процесса электролиза воды. Электродные процессы. Электродные материалы. Режим электролиза, состав раствора, температура.
22. Конструкция биполярной фильтрпрессной ванны для электролиза воды. Особенности конструкции и назначение выносных электродов при электролизе воды.
23. Электролиз воды под давлением. Обратимое напряжение разложения при работе ванны под давлением.
24. Производство хлора, щелочи и водорода. Применение хлора и щелочи. Сырье для производства. Сравнительная характеристика способов получения хлора и щелочи (диафрагменный, ртутный, мембранный).
25. Электродные процессы при диафрагменном способе получения хлора и щелочи (основные и побочные). Выбор материала электрода.
26. Электродные процессы при ионообменном способе получения хлора и щелочи (основные и побочные). Выбор материала электрода. Особенности технологии.
27. Технологический режим и конструкция электролизера при диафрагменном способе получения хлора и щелочи. Выделение и концентрирование щелочи.
28. Электрохимический синтез хлоркислородных соединений. Производство гипохлорита натрия. Электродные процессы, побочные реакции. Технологическая схема получения.
29. Технология производства пероксида водорода. Электрохимический синтез пероксодисерной кислоты. Электродные процессы. Факторы, определяющие преимущественное образование пероксодисерной кислоты.
30. Технология производства пероксида водорода. Состав электролита. Конструкция электролизера для получения пероксодвусерной кислоты. Ванна с охлаждаемыми катодами.
31. Плавкость расплавленных солей. Типы диаграмм состояния (с непрерывным рядом твердых растворов; эвтектического типа; с инконгруэнтно плавящимся соединением; с конгруэнтно плавящимся соединением). Правило фаз. Строение расплавленных солей.
32. Термодинамика гальванического элемента в расплавленных солях (хлоридный электрод сравнения, - натриевый электрод сравнения).
33. Причины кажущихся отклонений от закона Фарадея в расплавах.
34. Физико-химические свойства расплавов: поверхностное натяжение, вязкость расплава, плотность расплава, электропроводность расплавленных солей.
35. Особенности электродных процессов в расплавленных солях. Анодный эффект.
36. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Производство глинозема. Характеристика сырья. Способ Байера. Способ спекания. Получение криолита.
37. Электролиз криолит-глиноземного расплава. Состав электролита. Диаграмма плавкости систем  $\text{NaF} - \text{AlF}_3$  и  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 - \text{Al}_2\text{O}_3$ . Плотность, электропроводность и поверхностное натяжение криолит-глиноземного расплава.
38. Электродные реакции в электролизере. Анодный эффект. Факторы, влияющие на выход по току алюминия.
39. Конструкции электролизеров и электродов при производстве алюминия. Технико-экономические показатели электролиза алюминия.
40. Производство магния. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Сырье для получения магния. Получение исходных материалов. Получение искусственного

карналлита. Хлорирование магнезита. Обезвоживание хлоридов: обезвоживание бишофита, обезвоживание карналлита.

41. Требования к электролиту для получения магния. Составы электролитов. Диаграммы плавкости систем  $MgCl_2 - KCl$  и  $MgCl_2 - NaCl$ . Свойства электролитов: плотность, вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение.
42. Катодные и анодные процессы, протекающие при электролизе расплавов для получения магния. Основные процессы. Побочные реакции на электродах и в электролите. Влияние различных факторов на выход по току магния.
43. Устройство электролизеров для получения магния. Техничко-экономические показатели электролиза магния.

#### **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.