

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Энгельсский технологический институт (филиал)

Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых и  
пищевых производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий»

направления подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»

Профиль «Материаловедение, экспертиза материалов и управление  
качеством»

форма обучения – **очная**

курс – **3**

семестр – **5**

зачетных единиц – **5**

всего часов – **180**

в том числе:

лекции – **32**

практические занятия – **нет**

лабораторные занятия – **32**

самостоятельная работа – **116**

зачет – **нет**

экзамен – **5 семестр**

РГР – **нет**

курсовая работа – **нет**

курсовой проект – **нет**

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена

на заседании УМКН направления ХМТН

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: Целью освоения дисциплины Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий» является изучение студентами электродных процессов, основ технологий прикладной электрохимии: нанесение гальванических покрытий; производство и эксплуатация химических источников тока (ХИТ).

Задачи изучения дисциплины являются:

- Изучение теоретических основ целевых и побочных электродных процессов, применяемых в электрохимических технологиях.
- Освоение взаимосвязей между технологическими параметрами ведения процесса и качеством получаемого продукта, а также эксплуатационными характеристиками и производительностью оборудования электрохимических технологий.
- Получение знаний об основах электрохимического формирования покрытий, получение соединений и металлов, производства и эксплуатации ХИТ.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина дисциплины Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий» относится к дисциплинам по выбору ООП ВО в профиле «Материаловедение, экспертиза материалов и управление качеством» подготовки бакалавров.

Для изучения дисциплины студент должен знать основные типы электрохимических систем, их основные части и свойства, механизм электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уметь находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут протекать в ней; владеть техникой электрохимических измерений, методами определения и анализа результатов определенных характеристик процессов. Для освоения дисциплины необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров: Б.1.1.5 «Математика», Б.1.1.6 «Физика», Б.1.1.7 «Химия», Б.1.1.13 «Материаловедение», Б.1.2.11 «Физико-химия материалов», Б.1.1.15 «Физическая химия», Б.1.1.9 «Экология».

У студента должен быть сформирован ряд компетенций в результате изучения дисциплины: ПК-4; ПК-9; ПК-11.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-4 – способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;

ПК -9 - готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

ПК-11 – способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.

Студент должен знать: научные основы и технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий. Основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.

Студент должен уметь: анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.

Студент должен владеть: техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий на 7 семестр.

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-ви-у-мы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1		1-3	История возникновения и развития гальванотехники в России. Основные закономерности электроосаждения металлов. Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий.	31/6	6/6		-	-	25
2		4,5	Технология электрохимического осаждения металлов. Технология электрохимического осаждения сплавов. Технология электрохимического осаждения композиционных покрытий.	64/10	16		28	-	20
3		6	Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.	30/2	4/2		-	-	26
4		7	Химические источники тока (ХИТ), разновидности, принципиальное устройство, характеристики, конструкции электродов.	17/2	2/2		-	-	15
5		8-9	Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления. Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства	21/2	2/2		4	-	15
7		10	Литиевые источники тока.	17	2		-	-	15
Всего				180/22	32		32	-	116

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
<b>7 семестр</b>				
1	1	1	<i>История возникновения и развития гальванотехники в России:</i> - история гальванотехники в России в XVIII; - история гальванотехники в России в XIX веке; - место гальванотехники в современной промышленности.	[1]
2	1	1	<i>Основные закономерности электроосаждения металлов:</i> - катодные и анодные процессы основные и побочные реакции при электроосаждении металлов. I закон Фарадея. Выход по току, равновесный и бестоковый потенциалы, поляризация, перенапряжение, поляризуемость. Распределение тока и металла по поверхности катода.	
3	4	2-3	<i>Методы подготовки поверхности металлов перед нанесением покрытий:</i> - Механические методы подготовки поверхности. Требования к качеству подготовки поверхности. Методы оценки качества механической подготовки поверхности. Шероховатость поверхностей. Шлифование, полирование и галтование и вибрационная подготовка поверхности металла. Различные виды струйно - абразивных методов обработки поверхности. - Химические и электрохимические методы подготовки поверхности: (Химическое обезжиривание в органических растворителях, растворах щелочей, в технических моющих средствах. <u>Электрохимическое обезжиривание.</u> Назначение катодного и анодного обезжиривания, катодные и анодные процессы; Составы растворов для электрохимического	

4	6	<p>обезжиривания, режимы катодного и анодного обезжиривания.</p> <p>- <u>Химическое травление</u> – назначение, процессы, протекающие на поверхности деталей при химическом травлении; особенности травления углеродистых коррозионных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов; ингибиторы травления</p> <p>- <u>Электрохимическое травление</u> - назначение, особенности электрохимического травления на аноде и катоде. Составы растворов и режимы электрохимического травления. Снятие травильного шлама. Специальные способы травления.</p> <p>- <u>Активация</u> - назначение, составы растворов для активации и режимы процесса.</p> <p>4-6 <i>Технология электрохимического осаждения металлов.</i></p> <p>4.1. Электрохимическое нанесение цинковых и кадмиевых покрытий:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства покрытий. Коррозионная стойкость и защитная способность цинковых и кадмиевых покрытий, области применения. Составы электролитов, применяемых для нанесения цинковых и кадмиевых покрытий, основные компоненты и условия электролиза; основные катодные и анодные реакции при цинковании и кадмировании из различных составов электролитов; Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Особенности протекания анодных процессов в различных электролитах цинкования. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов цинкования и кадмирования. Наводороживание и водородная хрупкость металла-основы и металла-покрытия в процессе электроосаждения цинковых и кадмиевых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла-основы и металла-покрытия.</p>	[1, 14-29]
---	---	--	------------

	2	7	<p>4.2. Электрохимическое никелирование: Физико-химические и физико-механические свойства покрытий, области применения. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения никелевых и кобальтовых покрытий. Особенности процесса растворения никелевых анодов. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические характеристики различных электролитов никелирования.</p>	
	2	8	<p>4.3. Электрохимическое хромирование: Физико-химические и физико-механические свойства хромовых покрытий, области применения. Механизм электроосаждения хрома. Электроосаждение хрома из стандартного, саморегулирующегося, фторидного и тетрахроматного электролитов. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий. Термическая и механическая обработка деталей до и после нанесения хромовых покрытий. Особенности анодных процессов и применения различных анодных материалов. Причины отсутствия рассеивающей способности электролитов хромирования. Особенности оборудования, применяемого для нанесения хромовых покрытий. Электроосаждение покрытий из растворов на основе соединений хрома (III). Составы электролитов, условия электролиза и свойства покрытий.</p>	
	2	9	<p>4.4. Электрохимическое оловянирование: Физико-химические и физико-механические свойства оловянных и свинцовых покрытий. Области применения оловянных покрытий. Составы кислых и щелочных электролитов и условия осаждения оловянных покрытий. Влияние ионов олова различной валентности в электролитах на качество осаждаемых</p>	

	1	10	<p>покрытий. Особенности анодных процессов при электроосаждении олова. Сравнительные технологические и экологические характеристики борофтористо-водородных, хлоридных, сульфатных, алкилсульфонатных, щелочных и других электролитов оловянирования.</p> <p>4.5. Электрохимическое серебрение: Физико-химические и физико-механические свойства серебряных и золотых покрытий. Области применения серебряных покрытий. Составы электролитов и условия осаждения серебряных покрытий. Особенности нанесения серебряных покрытий на электроотрицательные металлы. Способы подавления контактного восстановления серебра и улучшения сцепления покрытий с металлом-основой. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов серебрения.</p>	
5	2	11	<p>5. <i>Технология электрохимического осаждения сплавов.</i></p> <p>Электролитические покрытия сплавами на основе никеля:</p> <p>Физико-химические и физико-механические свойства покрытий сплавами на основе никеля: никель-индий, никель-молибден, никель-вольфрам, никель-фосфор и никель-бор. Химический и фазовый составы сплавов. Области применения гальванических покрытий сплавами на основе никеля. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе никеля, и условия электролиза. Влияние состава электролита и условий электролиза на химический и фазовый составы сплавов и свойства покрытий.</p>	[1, 14-29]
6	4	12	<p>Электроосаждение композиционных электрохимических покрытий</p>	[1, 3, 14-29]
7	4	13	<p>Нестационарные режимы электролиза. Виды, перспективы применения.</p>	[1, 3, 14-29]



8	2	14	<i>Основные сведения о ХИТ.</i> Классификация химических источников тока. Области применения. Электрохимические системы ХИТ. Основные электрические характеристики ХИТ. Эксплуатационные параметры ХИТ. Конструктивные разновидности ХИТ. Конструкции электродов ХИТ. Состав активной массы электрода, назначение компонентов. Сепараторы ХИТ. Электролиты.	[8-9]
9	2	15	<i>Первичные ХИТ.</i> Области применения. Электрохимические системы первичных ХИТ. <i>Вторичные ХИТ – аккумуляторы.</i> общие сведения, электрохимические и физико-химические процессы, характеристики, конструкция и технология, особенности ухода и эксплуатации. Направления совершенствование аккумуляторов.	[8-9]
10	2	16	8. <i>Литиевые источники тока.</i> Литиевые элементы: области применения, катоды и электролиты ЛИТ, электрохимические процессы, конструкции, характеристики. Литиевые аккумуляторы: области применения, катоды и электролиты ЛИТ, особенности электрохимических процессов, конструкции, характеристики	[8-9, 14-29]

### 6. Коллоквиумы

Учебным планом не предусмотрены.

### 7. Перечень практических занятий

Учебным планом не предусмотрены.

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	4	3
4,5	4	Определение рассеивающей способности гальванических ванн	[11]

	4	Определение выхода металла по току и расхода по электроэнергии на единицу массы выделяющегося металла	[11]
	4	Влияние состава электролита на качество цинковых покрытий	[11]
	4	Электролитическое получение медного порошка	[11]
	4	Электрохимическое полирование медных, латунных или стальных изделий.	[11]
8	4	Определение характеристик марганцево-цинкового элемента.	[14]
9	8	Определение некоторых характеристик никель-кадмиевого аккумулятора.	[14]

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
4,5,6	61	<p><b>Электрохимическое осаждение покрытий металлами.</b></p> <p>Коррозионная стойкость и защитная способность цинковых и кадмиевых покрытий в различных коррозионных средах. Влияние состава коррозионной среды на эффективность противокоррозионной защиты стальных деталей кадмиевыми и цинковыми покрытиями. Электроосаждение цинковых и кадмиевых покрытий из щелочных бесцианидных электролитов. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.</p> <p>Области применения никеля в качестве самостоятельного и промежуточного покрытия. Особенности процесса растворения никелевых анодов. Сравнительные технологические характеристики различных электролитов никелирования.</p> <p>Механизм электроосаждения хрома.</p>	[[1, 14-29]]

Электроосаждение хрома из стандартного, саморегулирующегося, фторидного и тетрахроматного электролитов. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства хромовых покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий. Особенности анодных процессов при хромировании. Применение различных анодных материалов в процессе хромирования. Электроосаждение покрытий из растворов на основе соединений хрома (III). Составы электролитов, условия электролиза и свойства получаемых покрытий.

**Электрохимическое меднение:**

Физико-химические и физико-механические свойства покрытий. Области применения меди в качестве самостоятельного и промежуточного гальванического покрытия. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения медных покрытий. Особенности нанесения медных покрытий на электроотрицательные металлы. Способы подавления контактного восстановления меди и улучшения сцепления медных покрытий с металлом-основой. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.

**Электроосаждение железных и кобальтовых покрытий:**

Физико-химические и физико-механические свойства покрытий, области применения. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения кобальтовых покрытий. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства покрытий. Условия электролиза и составы электролитов, применяемых для нанесения железных покрытий. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Влияние окисления ионов железа (II) до железа (III) в объеме электролита на качество получаемых покрытий.

**Электрохимическое свинцевание:**

Физико-химические и физико-механические свойства свинцовых покрытий. Влияние ионов олова различной валентности в электролитах на качество осаждаемых покрытий.

Области применения свинцовых покрытий. Составы кислых и щелочных электролитов и условия осаждения свинцовых покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики щелочных, борофтористоводородных, алкилсульфонатных и других электролитов свинцевания.

**Электролитическое золочение:**

Физико-химические и физико-механические свойства золотых покрытий. Области применения золотых покрытий. Составы электролитов и условия осаждения золотых покрытий. Влияние составов электролитов и условий электролиза на свойства покрытий. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов золочения.

**Электроосаждение металлов платиновой подгруппы:**

Физико-химические и физико-механические свойства, области применения платиновых, палладиевых и родиевых покрытий. Составы электролитов и условия осаждения металлов платиновой группы. Влияние составов электролитов и условий электролиза на свойства покрытий платиной, палладием и родием.

Физико-химические и физико-механические свойства и области применения покрытий сплавами на основе палладия. Составы электролитов, применяемых для нанесения покрытий сплавами на основе палладия, и условия электролиза.

**Нанесение гальванических покрытий на цветные металлы и сплавы:**

Особенности подготовки поверхности цветных металлов и сплавов перед нанесением различных гальванических покрытий. Технологии нанесения гальванических покрытий на цинк, алюминий, магний, титан

[[1, 14-29]]

		<p>их сплавы.</p> <p><b>Наводороживание и водородная хрупкость металла:</b></p> <p>Основные закономерности и механизмы наводороживания в процессе химической и электрохимической подготовки поверхности, в процессе электроосаждения кадмиевых, цинковых и хромовых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла-основы и металла-покрытия.</p> <p><b>Технология электрохимического осаждения сплавов.</b></p> <p><b>Сплавы на основе меди.</b> Химический и фазовый составы сплавов на основе меди, области применения.</p> <p>Составы электролитов, применяемых для нанесения латунных и бронзовых покрытий, и условия электролиза.</p> <p><b>Сплавы на основе цинка.</b> Коррозионная стойкость и защитная способность покрытий сплавами цинк-никель, цинк-кобальт и цинк-железо. Области применения покрытий сплавами на основе цинка. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе цинка, и условия электролиза.</p> <p><b>Сплавы на основе никеля.</b> Химический и фазовый составы сплавов. Области применения гальванических покрытий никелевыми сплавами. Составы электролитов, применяемых для нанесения сплавов на основе никеля, и условия электролиза.</p> <p><b>Электрохимическое и химическое окрашивание цветных металлов:</b></p> <p>Химические и электрохимические способы нанесения цветных покрытий на медь, никель, серебро и их сплавы. Составы растворов и электролитов, условия окрашивания цветных металлов и сплавов.</p>	
8-11	15  15	<p>Жидкостные и газожидкостные пористые электроды: структура, способ подачи реагента, факторы, влияющие на их работу.</p> <p>Воздушно-кислородные электроды: механизм реакции восстановления кислорода, конструкция и технология. Воздушно-железные</p>	[8,9,14-29]

	10	и воздушно-цинковые элементы. Марганцево-магниевые элементы.	
	15	Никель-железные аккумуляторы. Хлорно-цинковые аккумуляторы. Твердые электролиты в химических источниках тока. Серно-натриевые аккумуляторы. Конструкции электродов литиевых источников тока.	

### 10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена.

### 11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

### 12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен.

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий» должны сформироваться профессиональные компетенции ПК-4, 9,11.

Под компетенцией ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

Для формирования данной компетенции необходимы базовые знания фундаментальных разделов химии, физики, математики, электрохимии, физической химии.

Формирования данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин Б.1.3.3.1 Антикоррозионные материалы и покрытия, Б.1.3.4.1 Полимерное материаловедение.

Код компетенции	Этап формирования	Цель освоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-4	5 семестр	Формирование: <i>знаний</i> о подготовительных, основных и заключительных	Текущий контроль в форме круглого	Лабораторные работы, тестовые задания,	5-ти балльная

		операций при получении готового продукта электрохимическим способом; <i>умения</i> обоснованного выбора технологических условий для проведения технологического процесса; <i>навыков</i> проведения электрохимических измерений, определения характеристик электрохимических процессов.	стола, в форме отчета по лабораторным работам, тестирование, зачет	вопросы к зачету	
--	--	---	--	------------------	--

Под компетенцией ПК- 9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами (ПК-9);

Для формирования данной компетенции необходимы базовые знания фундаментальных разделов химии, физики, математики, физической химии, общей химической технологии, электрохимии.

Формирования данной компетенции параллельно происходит в рамках учебных дисциплин Б.1.3.4.1 Полимерное материаловедение.

Код компетенции	Этап формирования	Цель освоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-9	5	Формирование: <i>знаний</i> основ технологий нанесения электролитических металлических покрытий, композиционных покрытий, электрометаллургического получения металлов, производства и эксплуатации химических источников тока; <i>умения</i> анализировать техническую документацию в области электрохимических технологий, разрабатывать и обоснованно рекомендовать технологию электрохимического	Текущий контроль в форме круглого стола, в форме отчета по лабораторным работам, тестирование.  <b>Экзамен</b> (5 семестр)	Лабораторные работы, тестовые задания, вопросы к зачету.  Вопросы к экзамену	Зачтено/ не зачтено  По 5-балльной шкале

		процесса; <i>навыков</i> проведения электрохимических измерений, определения характеристик проводимых электрохимических экспериментов и обработки полученных результатов.			
--	--	---	--	--	--

Под компетенцией ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.

Для формирования данной компетенции необходимы базовые знания фундаментальных разделов химии, физики, математики, физической химии, экологии, электрохимии.

Формирования данной компетенции параллельно происходит в рамках учебной дисциплины Б.1.3.3 «Антикоррозионные материалы и покрытия».

Код компетенции	Этап формирования	Цель освоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-11	5	Формирование: <i>знаний</i> , позволяющих определить какие технологические параметры необходимы для проведения процесса; <i>умения</i> находить взаимосвязь между технологическими параметрами и качеством получаемого продукта; <i>навыков</i> рекомендации применения автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Текущий контроль в форме круглого стола, отчета по лабораторным работам, тестирование.  <b>Экзамен</b> (5 семестр)	Лабораторные работы, тестовые задания, вопросы к зачету.  Вопросы к экзамену	Зачтено/не зачтено  По 5-балльной шкале



Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.3.5.1 «Основы электрохимических технологий» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы, сдачу экзамена в 5 семестре.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. Приступить к выполнению следующей лабораторной работы студенту разрешается только после полного отчета по предыдущей лабораторной работе. Шкала оценивания выполнения лабораторной работы – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

При организации самостоятельной работы по данной дисциплине рекомендуется использовать следующие ее формы: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы; выполнение домашних заданий разнообразного характера: решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы. Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае, если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

В конце модуля обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено / не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем на 40% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

Уровни освоения компетенций в рамках дисциплины Б.1.3.5.1  
«Основы электрохимических технологий»

Уровни сформированности компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенции
Пороговый уровень	Обязательный для всех студентов-выпускников вуза по завершении освоения ООП ВО	1. Студент должен знать: научные основы и технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий. Основные и побочные

		<p>электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p>2. Студент должен уметь: анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p>3. Студент должен владеть: техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p>
--	--	---

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным работам и защите всех занятий;
- сдачи всех отчетов по всем темам самостоятельной работы и их защите;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается в устном виде по билетам. На подготовку билета обучающемуся дается 40 минут. Оценивание результатов выполнения теста проводится по 5-балльной шкале. Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится при правильном ответе на 0%-35%; оценка «3» (удовлетворительно) – при правильном ответе на 40%-65%; оценка «4» (хорошо) – при правильном ответе на 70%-90% и оценка «5» (отлично) – при правильном ответе на 95%-100%. Вопросы по билетам представлены из перечня «Экзаменационные вопросы». Оценивание проводится по 5-балльной шкале.

Оценка «5» (отлично) ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,

Оценка «4» (хорошо) на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,

но в ответе:

- имеются негрубые ошибки или неточности;
- возможны затруднения в использовании практического материала;
- делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнание;
- ответе с одной грубой ошибкой;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
Пороговый уровень (удовлетворительно)	<p>На удовлетворительном уровне <b>знает</b>: основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов; условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Недостаточное умение</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов.</p> <p><b>Владеет</b>: техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами определения основных характеристик химических</p>

	источников тока.
Продвинутый (хорошо)	<p><b>На хорошем уровне знает:</b> технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий; основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Достаточно хорошо умеет:</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p><b>Хорошо владеет:</b> техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p> <p>При этом имеются негрубые ошибки или неточности.</p>
Высокий (отлично)	<p><b>В совершенстве знает:</b> научные основы и технологии электроосаждения и химического осаждения металлов, сплавов и композиционных электрохимических покрытий; основные и побочные электродные процессы, составы растворов и электролитов, научный подход к составлению состава электролита и выбора составов растворов, условия электролиза и их влияние на качество получаемых покрытий; основные технические характеристики и условия эксплуатации</p>

	<p>электролизеров; токообразующие реакции основных систем химических источников тока; основные характеристики химических источников тока.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать взаимосвязь технологических параметров процесса и качества получаемых продуктов; использовать методы исследования и определения параметров электрохимических и химических процессов; проводить эксперименты и анализировать их результаты с целью выбора оптимальных технологических условий проведения процесса.</p> <p><b>Отлично владеет:</b> техникой и технологией осаждения гальванических и химических покрытий, обеспечивающих необходимые функциональные свойства покрываемых изделий; методами анализа состава и свойств покрытий; методами проведения экспериментов по электрохимическому синтезу химических продуктов и определения эффективности процесса; методами определения основных характеристик химических источников тока.</p>
--	--

## СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Содержание тестовых материалов

**1. Дополните**

Основная катодная реакция в гальванотехнике это .....

**2. Дополните**

В гальванической ванне, работающей с растворимыми анодами, основной реакцией является ... ..

**3. Дополните**

Антикоррозионная обработка цинковых и кадмиевых покрытий проводится с целью усиления ... ..

**4. Расположите названия электролитов цинкования в порядке возрастания перенапряжения выделения цинка**

**1:** Сульфатный электролит

**3:** Аммиачный электролит

**4:** Цианистый электролит

**2:** Сульфатный электролит с добавкой поверхностно-активного вещества

**5. Отметьте правильный ответ**

Электрохимическое цинковое покрытие, нанесенное на стальную основу из цианистого электролита ...

- повышает твердость
- придает магнитные свойства изделию
- выполняет защитную функцию
- повышает износостойкость

**6. Дополните**

Электрохимическое кадмиевое покрытие, нанесенное на изделие, изготовленное из стали выполняет защитные функции при эксплуатации изделия в ... ..

**7. Дополните**

Простые кислые электролиты кадмирования используются ограниченно лишь для покрытия деталей ... ..

**8. Дополните**

В состав электролитов оловянирования вводится избыток серной кислоты для предупреждения .....

**9. Дополните**

С целью получения доброкачественных оловянных покрытий в состав электролитов оловянирования обязательно вводится добавка ... ..

**10. Дополните**

Олово является анодным покрытием и защищает сталь электрохимически в среде ... ..

**11. Расположите названные электролиты оловянирования в порядке уменьшения перенапряжения выделения олова**

**3:** станнатный электролит

**2:** сульфатный электролит с добавкой органического поверхностно-активного вещества

**1:** сульфатный без добавки органического поверхностно-активного вещества

**12. Дополните**

Электрохимическое никелевое покрытие наносится на подслои медного покрытия толщиной 25-30 мкм с целью снижения ... ..

**13. Дополните**

Галогенд ионы (Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>) вводятся в состав электролита никелирования с целью ... анодов

**14. Дополните**

В ванне никелирования блестящее никелевое покрытие получается при введении в состав электролита ... ..

**15. Дополните**

В состав электролитов никелирования вводится борная кислота, выполняющая функцию ... ..

**16. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается баланс напряжения на диафрагменном электролизере

$U_{\text{нд}} = -\frac{\Delta U}{nF}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{диафр}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$I_{\text{р}} = \frac{U}{R + K + r}$

**17. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается баланс напряжения на бездиафрагменном электролизере

$U_{\text{нд}} = -\frac{\Delta U}{nF}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{диафр}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$U_{\text{эл-ре}} = E_{\text{А}} - E_{\text{К}} + \Delta U_{\text{эл-те}} + \Delta U_{\text{конт}} + \Delta U_{\text{эл-дов}}$

$I_{\text{р}} = \frac{U}{R + K + r}$

**18. Дополните**

Блестящее беспористое никелевое электрохимическое покрытие выполняет функции ... ..

**19. Дополните**

Покрывание электрохимическим никелем по отношению к железу является ...

**20. Дополните**

Покрывание электрохимическим цинком по отношению к железу является ...

**21. Дополните**

Электролитическое железнение применяется главным образом для повышения поверхностной ...

**22. Дополните**

Во избежание загрязнения электролита никелирования анодным шламом никелевые аноды заключают в ...

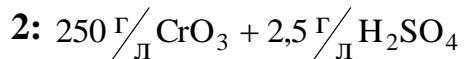
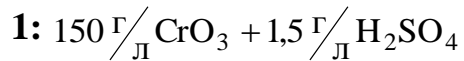
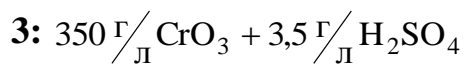
**23. Дополните**

Сульфаминовые электролиты содержат соль никеля сульфаминовой кислоты, борную кислоту, органические и антипиттинговые добавки и хлорид никеля, который вводятся для ... ..

**24. Дополните**

При работе ванны цинкования на цинковых анодах протекает процесс их ...

**25. Расположите электролиты хромирования в порядке возрастания выхода по току**



**26.** Дополните

В составе саморегулирующегося электролита хромирования присутствует ...  
...

**27.** Расположите по силе воздействия на процесс хромирования следующие виды перемешивания:

- 1:** ультразвуковое
- 2:** анодно-струйное
- 3:** барботаж

**28.** Расположите электролиты хромирования по возрастанию выхода по току

- 1:** тетрахроматный
- 2:** саморегулирующийся
- 3:** сульфатный - стандартный

**29.** Дополните

При электроосаждении хромового покрытия на стальные детали в момент включения требуется ... .. для получения качественного покрытия

**30.** Отметьте правильный ответ

Катодный процесс, способствующий увеличению хрупкости хромового покрытия

- $\text{Cr}^{6+} + 3\text{e} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$
- $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$
- $\text{HCrO}_4^- + 3\text{e} + 7\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

**31.** Отметьте правильные ответы

Процессы на аноде при хромировании стальных деталей

- $\text{Cr}^{3+} - 3\text{e} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$
- $\text{Fe} - 2\text{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
- $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- $\text{Cr} - 3\text{e} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$

**32.** Отметьте правильные ответы

Аноды, используемые при хромировании деталей

- хромовые
- стальные
- свинцовые
- сплав свинец-сурьма

**33.** Отметьте правильные ответы

Использование реверсивного тока при хромировании деталей позволяет

- повысить выход по току



- увеличить равномерность покрытия
- уменьшить наводораживание деталей

**34. Дополните**

Сближение потенциалов при электроосаждении сплава Cu-Zn осуществляется путем использования ... ..

**35. Расположите сплав медь-цинк в порядке возрастания содержания меди:**

- 1:** томпак
- 2:** желтая латунь
- 3:** зеленая латунь
- 4:** серая латунь
- 5:** белая латунь

**36. Отметьте правильные ответы**

Основное назначение борной кислоты во фторборатном электролите получения сплава олово-свинец

- для повышения электропроводности
- для предотвращения гидролиза солей
- для придания устойчивости электролиту
- для придания блеска покрытию

**37. Отметьте правильные ответы**

Аноды используемые для получения сплава олово-свинец ОС-60 из фторборатного электролита

- сплав ОС-60
- свинец
- графит
- свинец и олово

**38. Отметьте правильные ответы**

Сплавы олова, используемые в производстве печатных плат

- олово-свинец
- олово-висмут
- олово-медь

**39. Отметьте правильный ответ**

Сухит пленочный фоторезисторы в производстве печатных плат применяют

- для нанесения защитного слоя
- для повышения коррозионной стойкости изделий
- для увеличения толщины изделия

**40. Отметьте правильный ответ**

Основное назначение операции химического травления в производстве печатных плат это

- удаление оксидов с поверхности металлических проводников
- удаление меди с пробельных участков заготовок
- удаление защитного слоя с поверхности металлических проводников

**41.** Расположите электролиты травления в ряд по убыванию скорости травления:

- 1: на основе хлорного железа
- 2: кислый хлорно-медный электролит
- 3: щелочной хлорно-медный электролит

**42.** Отметьте правильные ответы

Восстановители, используемые в процессе химического меднения диэлектриков

- формальдегид
- водород
- гипофосфит натрия

**43.** Отметьте правильные ответы

Комплексообразователи, применяемые в электролитах химического меднения диэлектриков в производстве печатных плат

- трилон Б
- сегнетова соль
- сахараза
- борная кислота

**44.** Дополните

Для повышения экологичности производства печатных плат проводится ... металлизация диэлектриков

**45.** Дополните

Электрофорез - это направленное движение ... .. под действием электрического тока

**46.** Дополните

Заряд на коллоидной частице может образоваться за счет ... ионов электролитов

**47.** Отметьте правильные ответы

При электрофоретическом осаждении на аноде в электролите должны присутствовать

- комплексообразователь
- реагент, связывающий кислород
- реагент, увеличивающий электропроводность раствора

**48.** Отметьте правильные ответы

Пути повышения стабильности электрофоретической дисперсии

- увеличение размерности осаждаемых частиц более 2 мкм
- введение жирных кислот, карбоксиметилцеллюлозы
- введение ионов железа, алюминия
- введение ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$

**49.** Дополните

Выход по току при электрофорезе - это отношение веса полимерного покрытия к ... .., пошедшего на его образование

**50. Отметьте правильные ответы**

Равномерность электрофоретического покрытия достигается путем

- интенсивного перемешивания
- применения реверсивного тока
- увеличения плотности тока

**51. Отметьте правильные ответы**

Условия, благоприятствующие получению композиционных электрохимических покрытий

- высокая катодная поляризация
- отсутствие выравнивающей способности
- присутствие в электролите поверхностно-активных веществ
- большой размер частиц неметаллической фазы

**52. Дополните**

Композиционные электрохимические покрытия осаждаются преимущественно из ...

**53. Отметьте правильный ответ**

Содержание алмаза в составе композиционного электрохимического покрытия Ni-бор-алмаз зависит от

- плотности тока
- температуры суспензии
- концентрации добавки декагидробората

**54. Дополните**

Композиционные электрохимические покрытия совмещают в себе свойства металлов и ...

**55. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается время электролиза с целью нанесения заданной толщины металлического покрытия

- $I = i \cdot S$
- $t = \frac{\delta \cdot \rho}{i \cdot q \cdot \hat{A} \hat{\delta}}$
- $\delta = \frac{i \cdot t \cdot q \cdot \hat{A} \hat{\delta}}{\rho}$
- $U_p = -\frac{\Delta G}{nF}$

**56. Отметьте правильный ответ**

Формула, по которой рассчитывается толщина металлического покрытия, нанесенного из заданного состава электролита, при заданном режиме электролиза

- $t = \frac{\delta \cdot \rho}{i \cdot q \cdot \hat{A} \hat{\delta}}$
- $\delta = \frac{i \cdot t \cdot q \cdot \hat{A} \hat{\delta}}{\rho}$

$$\square U_p = -\frac{\Delta G}{nF}$$

$$\square I = i \cdot S$$

### Вопросы для экзамена

1. Свойства и области применения меди в качестве самостоятельного и промежуточного гальванического покрытия. Способы подавления контактного восстановления меди и улучшения сцепления медных покрытий с металлом - основой.
2. Свойства и назначение никелевых покрытий. Области применения никеля в качестве самостоятельного и промежуточного покрытия. Составы электролитов и условия нанесения никелевых покрытий.
3. Электроосаждение медных покрытий из простых и комплексных электролитов. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов меднения.
4. Физико-химические, физико-механические свойства и области применения цинковых и кадмиевых покрытий. Составы электролитов и условия нанесения цинковых и кадмиевых покрытий.
5. Сравнительные технологические и экологические характеристики цианидных и бесцианидных электролитов цинкования и кадмирования.
6. Механические методы подготовки поверхности. Требования к качеству подготовки поверхности.
7. Химическое обезжиривание в органических растворителях, водных щелочных растворах, в моющих и растворяюще-эмульгирующих средствах.
8. Химическое травление поверхности металла.
9. Механизмы наводороживания и водородная хрупкость металла-основы и металла-покрытия в процессе электроосаждения кадмиевых и цинковых покрытий. Способы предотвращения и устранения водородной хрупкости металла - основы и металла-покрытия.
10. Области применения гальванических покрытий сплавами на основе олова (олово-свинец, олово-висмут).
11. Химические и электрохимические способы нанесения цветных покрытий на медь, никель, серебро и их сплавы. Составы растворов и условия окрашивания цветных металлов.
12. Влияние состава электролитов и условий электролиза на свойства никелевых покрытий. Особенности процесса растворения никелевых анодов.
13. Влияние состава электролита и условий электролиза на свойства хромовых покрытий. Подготовка поверхности различных металлов и сплавов перед нанесением хромовых покрытий.
14. Методы оценки качества поверхности детали после подготовки и покрытия.
15. Ультразвуковые методы обезжиривания.

16. Области применения свинцового покрытия. Электролиты и условия электролиза.
17. Электрохимическое обезжиривание. Катодные и анодные процессы при электрохимическом обезжиривании.
18. Электрохимическое травление. Растворы и условия электролиза.
19. Электрохимическое полирование.
20. Определение ХИТ. Классификация химических источников тока.
21. Требования к конструкции ХИТ. Составные части конструкции химического источника тока.
22. Конструктивные разновидности ХИТ.
23. Разрядная емкость ХИТ. Удельные характеристики ХИТ.
24. Технология изготовления никель-кадмиевого аккумулятора ламельной конструкции.
25. Разрядные характеристики ХИТ. Напряжение разомкнутой цепи. Конструкции.
26. Понятие об электрохимической системе. Активное вещество, активная масса, основные виды добавок в активную массу.
27. Эксплуатационные характеристики химического источника тока.
28. Классификация электродов ХИТ. Конструкционные разновидности электродов.
29. Химические источники тока с литиевым анодом. Типы ЛИТ. Области применения. Характеристики.
30. Вторичные литиевые источники тока. Процессы, протекающие на отрицательном электроде при разряде и заряде ЛИТ. Условия эксплуатации.
31. Резервные ХИТ. Области применения. Электрохимические системы. Конструкции. Характеристики.
32. Комбинированные ХИТ. Области применения. Электрохимические системы. Конструкции. Характеристики.
33. Свойства и назначение хромовых покрытий. Механизм электроосаждения хрома. Причины отсутствия рассеивающей способности электролитов хромирования.

#### **14. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Технология электрохимического осаждения металлов.	Лекционные занятия	Презентация, интерактивная лекция

Первичные источники тока, характеристики, конструкции, технологии изготовления.		
Аккумуляторы, функциональное назначение, характеристики, конструкции, основные технологии производства.		
Влияние состава электролита на качество цинковых покрытий.  Электрохимическое полирование медных, латунных или стальных изделий.	Лабораторные занятия	Деловая игра - производственное совещание, объединяющая теорию и практику, анализ и выбор технологических условий проведения процесса.

### 15.1 Обязательные издания.

1. Гамбург, Ю. Д. Теория и практика электроосаждения металлов / Ю. Д. Гамбург, Дж. Зангари; пер. с англ. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 441 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-809-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785001018094-SCN0002.html?SSr=57013463c6086bbb69c550fyalyмова> (дата обращения: 30.06.2021). - Режим доступа: по подписке.

2. Целуйкина, Г. В. Разработка технологии и расчет оборудования для нанесения гальванических покрытий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Целуйкина, С.М. Закирова, Н.Д. Соловьева – Электрон. текстовые данные. - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2019. – 42 с. URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=4> (дата обращения: 30.06.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей

3. Ялымова, Т.Ю. Композиционные электрохимические покрытия: Учебное пособие / Т.Ю. Ялымова, Н.Д. Соловьева: – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2019. – 50 с. Экземпляров всего: 20 URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1467&tip=4> (дата обращения: 30.06.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей

### 15.2 Дополнительные издания

4. Межевич, Ж. В. Методы контроля гальванических покрытий : практикум / Межевич Ж. В. , Березин Н. Б. - Казань : КНИТУ, 2018. - 88 с. - ISBN 978-5-7882-2468-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224688.html> (дата обращения: 02.06.2021). - Режим доступа: по подписке.

5. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пиирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Межевич, Ж.Б. Электрохимические критерии и способы защиты от коррозии технических материалов и конструкций: учебно – методическое пособие /Ж.В. Межевич. О.И. Григорьева – Казань: КНИТУ, 2018. – 200 с. - ISBN 987-5-7882 – 2598 – 2. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. –

URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225982.html> - режим доступа: по подписке

7. Кайдриков, Р. А. Электрохимические методы оценки коррозионной стойкости многослойных гальванических покрытий: монография / Р. А. Кайдриков, С. С. Виноградова, Б. Л. Журавлев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 141 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64046.html> (дата обращения: 30.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Шпак, И.Е. Химические источники тока: учебное пособие/ И.Е. Шпак, А.М. Михайлова, Н.В. Архипова; Саратовский гос. техн. ун-т. – Саратов: СГТУ, 2003. – 98 с. Экземпляров всего: 14

9. Сербиновский, М. Ю. Литиевые источники тока: конструкции, электроды, материалы, способы изготовления и устройства для изготовления электродов: монография / М. Ю. Сербиновский. - Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 2001. - 155 с. Экземпляров всего: 14

10. Маслов, А. В. Практическое руководство к решению задач по технологии электрохимической обработки материалов: учебно-методическое пособие / А. В. Маслов, В. Ю. Ширяев. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 60 с. — ISBN 978-5-88247-623-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22910.html> (дата обращения: 30.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **15.3. Методические указания**

11. Целуйкина, Г.В., Закирова С.М. Прикладная электрохимия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электрохимические технологии для студентов направления 18.03.01 (240100.62) – Химическая технология, профиль «Технология электрохимических производств». – Энгельс: изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2019. – 51 с. — URL:

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 30.06.2021). Режим доступа: для авторизованных пользователей

12. Соловьева Н.Д., Ялымова Т.Ю.: «Композиционные электрохимические покрытия»: Методические указания к учебно-исследовательской работе по курсу «Теоретические основы электрохимического осаждения металлов и сплавов» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 20 с. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 30.06.2021). Режим доступа: для авторизованных пользователей

13. Савельева Е.А. Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 Химическая технология Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова: - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра «Химические технологии», 2021. - 37 с. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1008&tip=6> (дата обращения: 30.06.2021). Режим доступа: для авторизованных пользователей

#### 15.4. Периодические издания

14. Гальванотехника и обработка поверхности. Издательство ООО "Гальванотех" Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7759](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7759) Доступные архивы 20051-2020гг.

15. Журнал прикладной химии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7798> Доступные архивы 2003 – 2020гг.

16. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2020гг.

17. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2020гг.

18. Электрохимия Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8297](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8297) Доступные архивы 2000-2020гг.

19. Электрохимическая энергетика Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8296](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8296) Доступные архивы 2007-2020гг.

#### 15.5. Интернет – ресурсы:

20. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

21. Российское общество гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности. Режим доступа: <http://www.galvanicrus.ru/>

22. Химический каталог. Режим доступа: <http://www.ximicat.com>

23. ГАЛЬВАНОТЕХНИКА И ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ Режим доступа: <http://www.galvanotekhnika.info/>

24. НПП Электрохимия. Режим доступа: <https://zctc.ru/>

25. Электрохимический портал. Режим доступа: <http://echemistry.ru/>

26. Завод гальванических покрытий и металлообработки. Режим доступа: <https://zctc.ru/catalog/galvanica%202>

27. <https://docplayer.ru/26878071-Metodicheskie-materialy-po->



<discipline-funkcionalnaya-galvanotekhnika.html>

28. [Электронно-библиотечная система Лань](#)

29. ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа"

### **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные, лабораторные занятия и коллоквиумы проводятся в учебной аудитории 304, имеющей специализированную мебель, мультимедийное оборудование. Площадь лаборатории – 60 м<sup>2</sup>. Для проведения лабораторного практикума используется оборудование:

Источник питания НУ-1505D,

НУ-1502С

Вольтамперметры

Колокольная ванна, гальванические ванны

Толщиномер ТТ-210

Химические источники тока систем НК, СКА, МЦ

Набор сопротивлений

Потенциостат Р-8

Потенциостат Р-8S

Шкаф вытяжной

ШВ-202-КНО

Весы аналитические, электронные ВК-600

Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01

Устройство зарядное «ЭЛЕКТРОНИКА»

Выполнение самостоятельной работы студентов обеспечивается наличием учебной, справочной литературы, периодических изданий в библиотеке ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., использованием электронной библиотеки ВУЗа, электронной информационной среды. Студенты могут воспользоваться компьютерами в библиотеке, в вычислительном зале кафедры технической физики, в лаборатории кафедры ТЭП, собственными компьютерами. Компьютеры имеют лицензионное программное обеспечение.

**Программное обеспечение:** Операционная система Windows XP. Пакет программ Microsoft Office 2007/2003, Microsoft Office 2010.

Рабочую программу составил: доцент кафедры ТОХП к.т.н. Ялымова Т.Ю.



«29»июня 2021 г.

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

**Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМК

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМК института \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /