

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине**

**М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии»**

**Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»**

**Профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»**

**Квалификация - МАГИСТР**

Форма обучения: очная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 4 з.е.

в академических часах: 144 ак.ч.

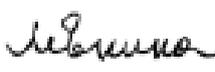
Рабочая программа по дисциплине «Приоритетные электрохимические технологии» направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.04.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №910.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «26» июня 2023 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л.//

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** изучение современных достижений в области электрохимических технологий, направленных на модифицирование поверхностных свойств изделий, на получение новых материалов, на разработку малоотходных технологий.

Задачи изучения дисциплины: - освоение приоритетных направлений развития электрохимических технологий;

- выработка навыков, позволяющих научно обоснованно совершенствовать технологию, выбирать оборудование;

- освоение методов исследования и принципов обработки экспериментальных данных;

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина М.1.2.4. «Приоритетные электрохимические технологии» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология».

Для ее освоения необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки магистров М.1.1.5 “Инструментальные методы исследования в химической технологии”, М.1.2.2 “Дизайн новых материалов”, М.1.2.3 “Химия твёрдого тела”.

Знания, полученные студентами по дисциплине «Приоритетные электрохимические технологии», развиваются и углубляются в дальнейшем при изучении магистрантами профильных дисциплин.

### 1 Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующую компетенцию в рамках Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО):

ПК-2 - Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования	<b>ИД-1<sub>ПК-2</sub></b> Способен применять современные достижения в области электрохимических технологий, направленные на модифицирование поверхностных свойств изделий, на получение новых материалов, на разработку малоотходных технологий, исходя из анализа научно-технической информации и результатов исследования

Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Наименование показателя оценивания (результаты обучения по дисциплине)
<b>ИД-1</b> ПК-2 Способен применять современные достижения в области электрохимических технологий, направленные на модифицирование поверхностных свойств изделий, на получение новых материалов, на разработку малоотходных технологий, исходя из анализа научно-технической информации и результатов исследования	<p><b>Знает:</b> этапы реализации процесса и методы исследования при разработке и изучении новых материалов, покрытий; современные достижения в области электрохимических технологий</p> <p><b>Умеет:</b> применить приобретённые знания для совершенствования технологии электрохимических процессов получения новых материалов и покрытий;</p> <p><b>Владеет:</b> навыками организации, проведения экспериментальной работы и анализа результатов при изучении исследуемых процессов; навыками аналитической работы со специальной литературой.</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной деятельности	акад. часов	
	Всего	по семестрам
		2сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	48	48
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	32	32
лабораторные занятия	-	-
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-
2. Самостоятельная работа студентов, всего	96	96
– курсовая работа (проект)	-	-
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачёт
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	4
Объем дисциплины в акад. часах	144	144

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1. Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные направления катодного модифицирования металлической поверхности.

Вопросы: Использование электрохимических технологий в машиностроении, приборостроении, автомобилестроении, космической

технике, медицине. Перспективы развития электрохимического модифицирования металлической поверхности: нанесения тонкослойных наноструктурированных покрытий (металлы, сплавы, композиционные электрохимические покрытия (КЭП)), Влияние состава электролита, режима электролиза на состав, структуру и свойства покрытий. Использование катодного внедрения, дофазового осаждения металлов при модифицировании металлической поверхности изделий.

## **Тема 2. Электрохимический способ генерации и аккумуляции водорода**

Вопросы: Катодное выделение водорода. Механизм электровосстановления водорода. Влияние материала катода, состава электролита, режима электролиза на перенапряжение процесса. Катодное внедрение водорода в материал матрицы, Формирование интерметаллических соединений, твёрдых растворов. Получение металлгидридных материалов. Перспектива развития водородной энергетики на основе титана, алюминия и их сплавов.

## **Тема 3. Анодные процессы в электрохимической технологии**

Вопросы: Электрохимическая размерная обработка металлов (ЭХРО). Применение. Виды. Полирование металлической поверхности. Анодное оксидирование цветных металлов. Анодирование алюминия. Применение. Механизм формирования оксидной плёнки. Микродуговое оксидирование. Механизм процесса. Применение.

## **Тема 4. Электрохимия в разработке малоотходных технологий**

Вопросы: Роль электрохимии в разработке малоотходных технологий. Рациональное водопотребление. Использование электрохимических способов при очистке сточных вод, регенерации отработанных растворов электролитов, утилизации твёрдых отходов. Использование мембран.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Тема 1. Основные направления катодного модифицирования металлической поверхности.	4	-	24	ИД-1ПК-2
2.	Тема 2. Электрохимический способ генерации и аккумуляирования водорода	4		24	ИД-1ПК-2
3	Тема 3. Анодные процессы в электрохимической технологии	4		22	ИД-1ПК-2
4	Тема 4. Электрохимия в разработке малоотходных технологий	4		26	ИД-1ПК-2
	Итого	16		96	

## 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах
			очная форма обучения
1	Тема 1. Основные направления катодного модифицирования металлической поверхности.	<p>1. Решение задач с применением законов Фарадея при электроосаждении металлов, сплавов, КЭП.</p> <p>2. Тема 1. Подготовка металлической поверхности перед нанесением покрытия. Современные направления совершенствования подготовки поверхности : применение ультразвука, дофазового осаждения металлов.</p> <p>3. Тема 2. Применение УЗ при электроосаждении металлов, сплавов, КЭП. Механизм действия. Оборудование.</p>	8

		<p>4. Тема 3. Перспектива развития гальванического модифицирования поверхности. Сравнительная характеристика гальванического способа с вакуумным напылением, лазерным нанесением, термическим способом и др.</p> <p>Представление отчёта по темам 1, 2, 3. Обсуждение вопросов.</p>	
2	Тема 2. Электрохимический способ генерации и аккумуляции водорода	<p>1. Решение задач по определению перенапряжения выделения водорода, кинетических характеристик электровосстановления водорода.</p> <p>2. Тема 1. Катодное внедрение как метод модифицирования поверхностных свойств изделий. Механизм и кинетические закономерности катодного внедрения. Потенциостатический метод изучения процесса. Внедрение водорода, металлов. Назначение, применение. Примеры модифицирования поверхности.</p> <p>3. Тема 2. Водородная энергетика. Получение металлгидридных сплавов. Титан, сплавы на основе титана, гидридные сплавы на основе титана. Алюминий, сплавы на основе алюминия, гидридные сплавы на основе алюминия</p> <p>4. Тема 3. Электромобили. Перспектива развития. Электрохимические системы, используемые в электромобилях.</p> <p>Представление отчёта по темам 1, 2, 3. Обсуждение вопросов.</p>	6
3	Тема 3. Анодные процессы в электрохимической технологии	<p>1. Решение задач по анодному растворению металлов. Селективное растворение сплавов. Анализ поляризационной кривой анодного поведения металлов на примере никеля.</p> <p>2. Тема 1. Анодная обработка металлической поверхности: полирование, электрохимическая размерная обработка поверхности. Достоинства. Недостатки. Микродуговое оксидирование.</p>	8

4	Тема 4. Электрохимия в разработке малоотходных технологий	<p>Применение. Электролиты, режимы процесса. Механизм процесса. Структура формирующегося покрытия.</p> <p>3. Анодирование алюминия. Механизм образования оксидной плёнки Составы растворов, режимы электролиза. Применение анодированного алюминия. Направления совершенствования технологии.</p> <p>1. Представление отчёта по темам 1, 2,3. Обсуждение вопросов.</p> <p>Составление технологических схем процессов с различными вариантами операции промывки. Расчёт расхода воды. Обоснование оптимального технологического варианта.</p> <p>2. Электрохимические способы очистки сточных вод: электролиз, электрофлотация, гальванокоагуляция, электрокоагуляция. Сравнительная характеристика процессов. Оборудование.</p> <p>3. Электромембранные технологии при очистке сточных вод и регенерации отработанных растворов. Особенности процессов при использовании мембран Примеры. Утилизация твёрдых отходов. Роль электрохимических способов. Утилизация твёрдых отходов при использовании локальной очистки сточных вод, при обработке сточной воды на станции нейтрализации.2, 3. Обсуждение вопросов.</p>	10
	<b>Итого</b>		32

#### 5.4. Перечень лабораторных работ

*Лабораторные занятия не предусмотрены*

### 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в академических часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1	Тема 1. Основные направления катодного модифицирования металлической поверхности.	<p><b>.Современные направления совершенствования подготовки поверхности изделий перед покрытием:</b>  <u>обезжиривание</u> в ОР, щелочных растворах; химическое, электрохимическое обезжиривание. Процессы. Преимущества и недостатки каждого из способов. Обоснование наиболее перспективного способа;  <u>травление, активация:</u> химическое, электрохимическое. Преимущества и недостатки способов. Обоснование наиболее перспективного подхода.  <u>Использование УЗ</u> на стадиях подготовки поверхности. Дофазовое осаждение металлов в потенциостатическом режиме.</p> <p><b>2.Перспективы развития гальванического модифицирования поверхности:</b>  <u>приоритетные направления развития:</u> управляемые процессы, тонкослойные покрытия, текстурированные, наноструктурированные и др. Назначение указанных покрытий, преимущества перед другими. Катодное внедрение как метод модифицирования металлической поверхности изделий.  <u>Состав электролита:</u> назначение компонентов и их влияние на перенапряжение процесса. Вопрос унифицирования состава электролитов для нанесения покрытий.  <u>Режим процесса:</u> стационарный и нестационарный режим. Возможность</p>	24	-	-

		совершенствования структуры покрытия при использовании нестационарного электролиза. Сравнительный анализ электрохимического способа осаждения с другими альтернативными способами			
2	Тема 2. Электрохимический способ генерации и аккумуляирования водорода	Катодное внедрение как метод модифицирования поверхностных свойств изделий. Механизм и кинетические закономерности катодного внедрения. Потенциостатический метод изучения процесса. Внедрение водорода, металлов. Назначение, применение. Примеры модифицирования поверхности. Водородная энергетика. Получение металлгидридных сплавов. Титан, сплавы на основе титана, гидридные сплавы на основе титана. Алюминий, сплавы на основе алюминия, гидридные сплавы на основе алюминия Электромобили. Перспектива развития. Электрохимические системы, используемые в электромобилях. Топливные элементы Электроды, используемые в топливных элементах. Электрохимические процессы. Электролиз воды. Электролизёры, используемые при электролизе воды	24	-	-
3	Тема 3. Анодные процессы в электрохимической технологии	<u>Анодное растворение металлов</u> (механизм, кинетика). Пассивация металлов. Поляризационная кривая. Теория пассивного состояния. Необходимость знания теории процесса при решении технологических задач. Анодные процессы в электрохимической технологии. Примеры. Анодное полирование. Механизм, электролиты, режим процесса. Электрохимическая размерная обработка металлов: механизм, разновидности процессов ЭХО, ЭХРО, требования к электролиту. <u>Механизм формирования анодных оксидных пленок на Al</u> : физико-геометрическая модель Келлера;	22	-	-

		коллоидно-электрохимическая модель Богоявленского; плазменная модель. Электролиты анодирования. Применение анодированного Al. <u>МДО</u> : механизм процесса, состав образующегося оксидного слоя и его свойства; электролиты МДО <u>Паротермическое оксидирование..</u>			
4	Тема 4. Электрохимия в разработке малоотходных технологий	Основные принципы разработки экологически безопасного (малоопасного) гальванического производства: Схема разработки экологически безопасного гальванического производства. Основные источники загрязнений, отходов: обработка поверхности и промывка деталей. Экологическая опасность: растворы, срок их службы, величина уноса электролита поверхностью деталей. Экологический критерий, его расчет. Способы промывки. Механизм процессов. Сравнительная характеристика: химические (реагентный, ионообменный, сорбционный); электрохимические (с растворимыми и нерастворимыми анодами: электролиз, электрокоагуляция, электродиализ, гальванокоагуляция); биологические; термические. Требования к воде. Использование ВУ при организации рационального водопотребления. Решение проблем регенерации рабочих электролитов. Утилизация отходов	26	-	-

Самостоятельная работа состоит в подготовке

- а) к практическим занятиям, предусматривающим решение задач и обсуждение теоретических вопросов;
- б) к зачету.

Студентам рекомендуется использовать материалы, представленные в списке основной, дополнительной литературы, периодическую печать.

## 6. Расчетно-графическая работа

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена*

## 7. Курсовая работа

*Курсовая работа не предусмотрена*

### **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен*

### **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа не предусмотрена*

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии» должна сформироваться профессиональная компетенция ПК-2.

При оценивании знаний используются индикаторы компетенции ПК-2.

Под компетенцией ПК-2 понимается способность к проведению работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.

В процессе изучения дисциплины студенты ориентированы на творческое решение профессиональных задач, и готовность к принятию нестандартных решений, умение использовать современное оборудование и методы исследования.

#### Уровни освоения компонент компетенций

Ступени уровней освоения	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенций
Пороговый (удовлетворительно)	Обязательный для всех студентов – выпускников вуза по завершению освоения ОПОП ВО	В целом успешные, но не систематические знания этапов решения проблемы, методов осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, недостаточно активно выраженные умения определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке, разрабатывать схему реализации работы как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них.
Продвинутый (хорошо)	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенций для	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы знания этапов решения проблемы, методов осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации,

	выпускника вуза	порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, умения самостоятельно определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке, разрабатывать схему реализации проекта как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них.
Высокий (отлично)	Максимально возможная выраженность компетенций, уровень важен для самосовершенствования	Систематизированные знания этапов решения проблемы, методов осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации, порядка проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования, активно выраженные умения определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке, разрабатывать схему реализации проекта как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии», проводится промежуточная аттестация в виде зачёта. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине М.1.2.4 «Приоритетные электрохимические технологии» включает учет успешности работы на практических занятиях (участие в обсуждении теоретических вопросов, решении задач), выполнении самостоятельных работ, и сдачу зачёта.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы. Отчет по СРС докладывается на практических занятиях или в дни консультаций по СРС, установленные кафедрой. К зачёту по дисциплине обучающиеся допускаются при проработке теоретического материала по каждой теме практического занятия, представлении решённых задач, отчёта по СРС в соответствии с пунктом 9 рабочей программы.

Основной формой промежуточной аттестации является зачёт в виде устного ответа по билету. «Зачтено» выставляется при правильном, полном, логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, способности иллюстрировать теоретические положения практическим

материалом, делать обобщающие выводы. «Не зачтено» выставляется при не соблюдении вышеперечисленных уровней освоения материала.

### Вопросы для зачета

1. Модифицирование поверхности изделий путем электроосаждения металлов, сплавов, КЭП. Возможности, преимущества способа.
2. Вакуумное напыление как способ изменения физико-химических и механических свойств поверхности изделий.
3. Ионная имплантация как способ изменения физико-химических и механических свойств поверхности изделий.
4. Электроосаждение металлов. Стадии процесса, факторы, влияющие на скорость осаждения металла, структуру и свойства покрытия.
5. Условия получения мелкозернистых электролитических осадков.
6. Электроосаждение сплавов. Условия совместного осаждения металлов. Возможности модифицирования поверхности изделий путем соосаждения металлов.
7. Электроосаждение наноструктурированных КЭП. Примеры. Технологические аспекты процесса, структура образующегося покрытия.
8. Катодное внедрение металлов как метод изменения структуры и поверхностных свойств изделий.
9. Катодное выделение водорода. Стадии процесса. Механизм электровосстановления.
10. Титан. Свойства титана. Гидриды титана и сплавов на основе титана.
11. Алюминий. Свойства алюминия. Гидриды алюминия и сплавов на основе алюминия.
12. Перспективы развития водородной энергетики.
13. Топливные элементы. Принцип работы. Применение.
14. Электромобили. Перспектива развития.
15. Электролиз воды. Технология процесса. Конструкция электролизёров.
16. Анодная обработка поверхности стали как способ изменения эксплуатационных свойств.
17. Электрохимическое полирование стальной поверхности: механизм полирования, электролиты, режим процесса.
18. Электрохимическая размерная обработка. Применение, механизм, электролиты. Достоинства и недостатки.
19. Анодирование Al: механизм, электролиты, режимы.
20. Использование УЗ в электрохимической технологии нанесения покрытий.
21. Роль УЗ в подготовке поверхности металлических изделий (например, при обезжиривании).
22. Микродуговое оксидирование как способ модифицирования поверхности изделий (на примере Al и его сплавов).

23. Роль электрохимии в разработке безреагентных модулей очистки промывной воды.
24. Разработка схем локальной очистки промывной воды с применением электрохимического способа очистки (примеры).
25. Разработка схем локальной очистки промывной воды с применением электрофлотационного способа очистки.
26. Использование комбинированных способов очистки промывных и сточных вод.
27. Электродиализ. Возможности. Перспектива применения.
28. Современные технологии очистки и обезжиривания поверхности деталей. Регенерация отработанных растворов.
29. Травление поверхности обрабатываемых изделий.
30. Регенерация отработанных растворов травления.

### **Практические задания для проведения зачета**

Задание 1. Используя 1-ый закон Фарадея, рассчитать продолжительность процесса электролиза при электроосаждении металлического покрытия, композиционного электрохимического покрытия (КЭП),

Варианты 1-3:

электроосаждение цинка, никеля, сплава цинк – никель, КЭП цинк-графит.

Условия для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 2. Используя 1-ый закон Фарадея, рассчитать выход по току при электроосаждении металлического покрытия, композиционного электрохимического покрытия (КЭП),

Варианты 1-4:

электроосаждение цинка, никеля, сплава цинк – никель, КЭП цинк-графит.

Условия для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 3. Рассчитать парциальные плотности тока для компонентов сплава цинк – никель.

Данные для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 4. Используя поляризационную кривую электровосстановления водорода, рассчитать перенапряжение процесса.

Варианты 1-4 Расчёт провести, используя результаты по электровосстановлению водорода на платине, свинце, цинке, никеле.

Данные для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 5. Используя поляризационную кривую электровосстановления водорода, рассчитать плотность тока обмена, коэффициент переноса процесса для процесса выделения водорода.

Варианты 1-4 Расчёт провести, используя результаты по электровосстановлению водорода на платине, свинце, цинке, никеле.

Данные для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 6. Проанализировать потенциостатическую кривую для процесса катодного внедрения лития в алюминиевую основу. Предложить возможный механизм процесса

Варианты 1-4. Рассматривается влияние потенциала поляризации.

Данные для анализа предоставляются преподавателем.

Задание 7. Анализ поляризационной кривой анодного поведения металлов на примере никеля

Задание 8. Рассчитать количество растворенного металла при проведении электрохимической размерной обработки (ЭХРО) стальной поверхности.

Варианты 1-4.

Данные для расчёта выдаются преподавателем.

Задание 9. Рассчитать расход воды на стадии промывки деталей после нанесения покрытия по предлагаемой схеме.

Варианты: 3: нанесение цинкового, никелевого, медного покрытия.

Схема для расчёта предлагается преподавателем.

Задание 10. Обосновать экономически целесообразную схему очистки промывной воды технологического процесса.

Варианты : 3: процессы никелирования, нанесения КЭП, хромирования.

Задание 11. Рассчитать степень очистки промывной воды после операции нанесения покрытия при использовании электрофлотационного способа.

Варианты: 3 : процессы никелирования, нанесения КЭП, хромирования.

Данные для расчёта выдаются преподавателем.

## 11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Рекомендуемая литература

1. Григорьева, И. О. Технология гальванических металлических покрытий : учебное пособие / И. О. Григорьева, Ж. В. Межевич, А. Ф. Дресвянников. - Казань: КНИТУ, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-7882-2780-1. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788227801.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Гаврилов, С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники: учеб. пособие / С.А. Гаврилов, А.Н. Белов. – М.: Высшее образование, 2009 г.

Всего экземпляров - 5.

3. Ролдугин, В.И. Физикохимия поверхности: учебник-монография/ В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. – 568 с.

Всего экземпляров - 8.

4. Соловьева, Н.Д. Экологические проблемы электрохимических производств / Соловьева Н.Д., Савельева Е.А., Рябова О.В.: учебное пособие по курсу "Экологические проблемы гальванических производств" для студентов специальности 240302.65 "Технология электрохимических производств" и

направления 240100.62 - "Химическая технология", профиль "Технология электрохимических производств". - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. - 68 с.

Всего экземпляров - 8.

5. Теоретическая электрохимия / А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина и др. – Изд-во: Студент, 2013 – 494 с.

Всего экземпляров - 10.

6. Соловьева Н.Д., Ялымова Т.Ю. Композиционные электрохимические покрытия: Учебное пособие. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2016. – 50 с.

Всего экземпляров 25

7. Задачи по электрохимии: учебное пособие к практическим занятиям по «Электрохимии растворов», «Современные проблемы и методы исследования в функциональной гальванотехнике»/ Е.В. Ченцова, Е.А Савельева - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. - 84 с. – 25 экз.

8. Перельгин, Ю.П. Коррозия и защита металлов от коррозии: учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю. П. Перельгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. – 88 с. <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/u36mWX4yGz0I.pdf>

9. Соловьева Н.Д., Шевченко Т.Ю. Дофазовое осаждение металла и его влияние на скорость и свойства электроосаждаемого покрытия. Методические указания к учебно-исследовательским работам по курсу «Приоритетные электрохимические технологии». – Энгельс: Издательство ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. 2021 – 16с.

10. Самостоятельная работа студентов / Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, Н.Д. Соловьева, И.И. Фролова. Методические рекомендации. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 36 с.

## 11.2 Периодические издания

1. Перспективные материалы, [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7938](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7938). -Доступные архивы 2003-2020 гг

2. Физико-химия поверхности и защита металлов, [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=26652](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=26652).- Доступные архивы 2008-2020 гг

3. Физика металлов и металловедение, <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8250>. - Доступные архивы 2003 -2020 гг

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

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

## 11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы

не используются

#### **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Приоритетные электрохимические технологии» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=105>)

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

#### **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. ЭБС «Лань»
3. «ЭБС elibrary»
4. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА

#### **11.6. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

*Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

#### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

##### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

1. Справочная система «Консультант Плюс».
2. Библиотека МГУ им М.В.Ломоносова. Химический факультет МГУ [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
3. Российская национальная библиотека (РНБ) [www. nlr.ru](http://www.nlr.ru)

##### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

##### **12.3 Программное обеспечение**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint),  
Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: рабочие места обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Рабочую программу составил:

профессор кафедры ТОХП



Соловьева Н.Д.

## 14. 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 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /