

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.7 «Теоретическая электрохимия»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5
зачетных единиц – 5
всего часов – 108
в том числе:
лекции – 16
практические занятия – 16
лабораторные занятия – 16
самостоятельная работа – 60
зачет – нет
экзамен – 5 семестр

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
19 июня 2023 г., протокол № 13
Зав. кафедрой Левкина Н.Л. Левкина

Рабочая программа утверждена на заседании
УМКН направления ХМТН
26 июня 2023 г., протокол № 5
Председатель УМКН Левкина Н.Л. Левкина

Энгельс 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование знаний по теории электрохимических процессов, их механизму, кинетике и по методам изучения механизма и кинетики электродных процессов.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение научной терминологии электрохимии;
- освоение теоретических положений, основных уравнений разделов теоретической электрохимии;
- выработка навыков распознавания лимитирующей стадии электродного процесса;
- ознакомление с методами изучения кинетики электродного процесса;
- выработка навыков организации, проведения экспериментальных исследований электрохимических систем;
- выработка навыков определения параметров электродных процессов по экспериментальным данным в электрохимии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б.1.2.10. «Теоретическая электрохимия» относится к вариативной (обязательной) части ОПОП ВО бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Для ее освоения необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров: Б.1.1.8 «Физика», Б.1.1.9 «Общая и неорганическая химия», Б.1.1.21 «Аналитическая химия», Б.1.1.22 «Физическая химия», Б.1.1.23 «Коллоидная химия», Б.1.1.30 «Физико-химические методы анализа»

Знания, полученные обучающимися по дисциплине «Теоретическая электрохимия», развиваются и углубляются в дальнейшем при изучении студентами профильных дисциплин, таких как Б.1.2.13 «Электрохимические технологии», Б.1.3.1.1 «Коррозия и защита металлов от коррозии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов

- ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные положения теории растворов электролитов;
- основы термодинамики электрохимических систем;

-основные положения электрохимической кинетики процессов выделения водорода, кислорода, металлов, анодного растворения и пассивации металлов.

Уметь:

- использовать теоретические знания по термодинамике и кинетике электрохимических процессов для осуществления экспериментальных исследований и испытаний результатов.

Владеть:

-навыками организации и проведения экспериментальной работы, опираясь на теоретические знания, навыки обработки и интерпретации экспериментальных результатов.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов	ИД-1 _{ОПК-1} Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов. ИД-2 _{ОПК-1} Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире. ИД-3 _{ОПК-1} Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области, информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений.
ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные результаты	ИД-1 _{ОПК-5} знает методики для измерения эксплуатационных и функциональных свойств материалов. ИД-2 _{ОПК-5} Умеет осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике. ИД-3 _{ОПК-5} Владеет навыками обработки и интерпретации экспериментальных данных.

Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Наименование показателя оценивания (результаты обучения по дисциплине)
ИД-1 _{ОПК-1} Знает теоретические основы химии как науки о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов. ИД-2 _{ОПК-1} Умеет анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире. ИД-3 _{ОПК-1} Владеет инструментарием для решения химических задач в своей предметной области, информацией о	Способен применять знания по теоретическим основам химии, как науки о строении вещества, природе химической связи при изучении механизма химических реакций, протекающих в технологических процессах. Способен проанализировать экспериментальные результаты, полученные при изучении технологического процесса. Способен использовать методики и приборы для решения задач электрохимии.

назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений.	
ИД-1 _{ОПК-5} Знает методики для измерения эксплуатационных и функциональных свойств материалов.	Способен выбрать методики для определения и измерения эксплуатационных и функциональных свойств материалов в электрохимической системе.
ИД-2 _{ОПК-5} Умеет осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике.	Способен провести экспериментальные исследования и испытания по заданной методике.
ИД-3 _{ОПК-5} Владеет навыками обработки и интерпретации экспериментальных данных.	Способен провести обработку экспериментальных данных и интерпретировать полученные результаты.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо ду ля	№ Не де ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек ции	Кол лок-виу мы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5семестр									
1	1,2	1	Теория электролитов	20	4	-	2	2	12
	3	2	Основы электрохимической термодинамики	20	2	-	2	4	12
	4	3	Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит	14	2	-	-	-	12
2	5,6,7	4	Основы электрохимической кинетики	36	6	-	10	8	12
	8	5	Анодное растворение металлов. Пассивация металлов	18	2	-	2	2	12
Всего				108	16	-	16	16	60

5. Содержание лекционного курса

№ тем ы	Всего часов	№ Лек- ции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учено- методич еское обеспече ние
1	2	3	4	5
1	4	1, 2	<u>Теория электролитов.</u> Вопросы: Теория электролитической диссоциации. Ион-дипольное взаимодействие в электролитах. Ион-ионное взаимодействие в электролитах. Неравновесные явления в растворах электролитов: диффузия, миграция ионов, электропроводность удельная, эквивалентная. Расплавы. Твердые электролиты.	[15.1.1, 15.2.1-15.2.3, 15.4, 15.5]
2	2	3	<u>Основы электрохимической термодинамики.</u> Вопросы: Электрохимический потенциал и равновесие на границе электрод-раствор. Окислительно-восстановительные реакции и понятие электродного потенциала. Классификация электродов. Классификация электрохимических цепей. Мембранное равновесие и мембранный потенциал.	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-15.2.3, 15.4, 15.5]
3	2	4	<u>Двойной электрический слой (ДЭС) и адсорбционные явления на границе электрод/электролит.</u> Вопросы: Электрокапиллярные явления. Емкость двойного электрического слоя. Потенциал нулевого заряда. Основные модельные представления о строении ДЭС	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]
4	6	5,6,7	<u>Основы электрохимической кинетики</u> Вопросы: Прохождение электрического тока через электрохимическую систему. Законы Фарадея. Выход вещества по току. Вторичные и побочные процессы при электролизе. Кулонометры Поляризация. Перенапряжение. Скорость электродных реакций. Стадии электродного процесса. Лимитирующая стадия электродной реакции. Виды перенапряжений. Перенапряжение диффузии. Доставка вещества к поверхности электрода диффузией, конвекцией и миграцией. Коэффициенты диффузии, зависимость от состава электролита. Изменение концентрации вблизи электрода при прохождении тока. Основные уравнения диффузии. Уравнения Фика. Диффузионный слой. Уравнения концентрационной поляризации. Влияние миграции при разряде катионов и анионов. Роль перемешивания в диффузионных процессах конвективной диффузии. Зависимость диффузионного перенапряжения от времени в условиях нестационарной диффузии при заданной плотности тока. Хронопотенциометрия. Теория диффузионного перенапряжения на вращающемся дисковом электроде. Перенапряжение переноса заряда. Основные положения теории элементарного акта разряда. Зависимость скорости электрохимической реакции от потенциала. Вывод уравнения поляризационной кривой.	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]

			<p>Уравнение поляризационной кривой при малых перенапряжениях. Уравнение Тафеля для высоких перенапряжений. Ток обмена, коэффициент переноса, их определение из поляризационных измерений. Основные закономерности безбарьерных и безактивационных процессов.</p> <p>Кинетика сложных электродных процессов. Стадийные электродные процессы. Лимитирующая стадия. Критерии сложных электродных процессов. Кажущийся коэффициент переноса. Поляризационные кривые.</p> <p>Перенапряжение выделения водорода. Основы теории электровыделения водорода. Механизм выделения водорода из кислой, нейтральной и щелочной среды. Теория замедленного разряда, замедленной рекомбинации и электрохимической десорбции. Уравнения Тафеля, Фольмера, Гейровского. Уравнение поляризационной кривой. Расчет величины тока обмена, коэффициента переноса по уравнению Тафеля. Влияние материала электрода, pH и катионо-, анионоактивных, нейтральных ПАВ в растворе на перенапряжение выделения водорода.</p> <p>Основные закономерности электрохимического выделения и растворения металлов. Возникновение металлической фазы в процессе электроосаждения на инородной подложке. Совместный разряд ионов двух металлов с соизмеримыми скоростями. Методы сближения потенциалов выделяющихся металлов.</p>	
5	2	8	<p><u>Анодное растворение металлов. Пассивация металлов.</u> Вопросы: Анодное растворение металлов. Механизм и кинетика процесса. Замедление анодного растворения металлов при хемосорбции кислорода. Явление пассивации. Современные теории пассивации. Фазовые и адсорбционные пассивирующие слои. Методы исследования их состава и толщины.</p>	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]
Итого	16			

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<u>Растворы электролитов.</u> Решение задач по темам: «Ионные равновесия в растворах электролитов», «Неравновесные явления в растворах электролитов».	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1, 15.2.2, 15.2.5]
2	4	2, 3	<u>Основы электрохимической термодинамики.</u> Решение задач по темам. Проведение семинара. Классификация электродов: электроды I, II рода,	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1, 15.2.2, 15.2.5]

			окислительно-восстановительные электроды, газовые, ионселективные, ферментные электроды.	
4	8	4, 5, 6	<u>Основы электрохимической кинетики.</u> Семинары по темам: «Диффузионная кинетика», «Кинетика замедленного разряда», «Электроосаждение металлов и сплавов». Решение задач.	[15.1.1, 15.1.2, 15.1.3, 15.2.1, 15.2.2, 15.2.5]
5	2	7	<u>Анодное растворение металлов. Пассивация металлов.</u> Решение задач	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1, 15.2.2, 15.2.5, 15.3.1]

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы.	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	2	Измерение электропроводности электролитов	[15.3.1]
2	4	Измерение потенциалов электродов I рода, окислительно-восстановительных электродов	[15.3.1]
		Определение коэффициентов активности методом ЭДС	
4	4	Определение вида поляризации электрохимического процесса методом поляризационных кривых	[15.3.1]
	2	Концентрационная поляризация	[15.3.1]
	2	Перенапряжение выделения водорода	[15.3.1]
5	2	Анодная пассивация металлов	[15.3.1]

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	12	Сольватация. Числа сольватации. Граница полной сольватации. Энергия сольватации. Электропроводность. Пути повышения электропроводности растворов. Расплавы. Твердые электролиты. Проводимость твердых электролитов. Методы измерения электропроводности, чисел переноса.	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]
2	12	Понятие поверхностного, внутреннего, внешнего потенциалов. Гальвани-потенциал. Равновесие в электрохимической цепи. Электродвижущая сила (ЭДС). Методы определения ЭДС. Концентрационные цепи с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал. Диаграмма областей электрохимической устойчивости воды. Метод ЭДС для определения коэффициентов активности, чисел переноса.	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]
3	12	Адсорбционные явления на границе раздела фаз. Потенциал нулевого заряда. Адсорбционный метод изучения ДЭС. Идеально поляризуемые, неполяризуемые электроды. Емкость ДЭС. Методы изучения ДЭС.	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]

4	12	<p>Кинетика электродных процессов. Равновесное и стационарное состояние электрохимической системы: процессы на электродах, равновесный потенциал, потенциал под током, ток обмена, катодный и анодный ток. Основные процессы, побочные процессы при электролизе. Определение величины выхода по току. Законы Фарадея, определение величины электрохимического эквивалента вещества, участвующего в электродном процессе.</p> <p>Перенапряжение электрохимических процессов. Стадийные электродные процессы. Лимитирующая стадия электродного процесса. Классификация поляризационных явлений. Определение величины поляризации, перенапряжения электродного процесса. Массоперенос заряженных частиц в растворе.</p> <p>Расчет перенапряжения диффузии, тока диффузии, толщины диффузионного слоя.</p> <p>Перенапряжение переноса заряда. Химическое перенапряжение. Лимитирующая стадия. Поляризационное уравнение. Расчет величины тока обмена, коэффициента переноса, порядка химической реакции по экспериментальным данным.</p> <p>Смешанная кинетика электрохимических процессов. Признаки стадийного протекания электродной реакции. Наложение перенапряжения диффузии и переноса заряда, электрохимического перенапряжения и химического. Вид поляризационной зависимости при смешанной кинетике электродного процесса.</p> <p>Кинетика сложных электродных процессов.</p> <p>Перенапряжение выделения водорода. Влияние на механизм выделения водорода состава раствора, материала электрода, режима электролиза. Исправленные тафелевские зависимости, безактивационные и безбарьерные процессы.</p> <p>Перенапряжение выделения кислорода. Влияние на механизм выделения кислорода состава раствора, материала электрода, температуры, режима электролиза. Определение кинетических параметров реакции выделения (окисления) кислорода из поляризационных измерений.</p>	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]
5	12	<p>Анодное растворение металлов, коррозионные процессы. Пассивация металлов. Адсорбционно-электрохимический механизм пассивации. Адсорбционная активация и пассивация металлов анионами. Влияние состава раствора и скорости растворения металла на его пассивацию. Солевая пассивность. Современные теории пассивации, колебательные окислительно-восстановительные процессы в оксидных пленках.</p> <p>Электровосстановление анионов. Поляризационные кривые электровосстановления анионов. Расчет кинетических характеристик в зависимости от условий эксперимента и строения двойного электрического слоя. Точки нулевого заряда.</p> <p>Электрохимическое выделение металлов. Теория катодного внедрения. Перенапряжения кристаллизации. Определение</p>	[15.1.1, 15.1.2, 15.2.1-, 15.2.3, 15.4, 15.5]

	<p>механизма зародышеобразования, лимитирующей стадии процесса по экспериментальным данным. Расчет размеров кристаллических зародышей, их количества.</p> <p>Образование электролитических сплавов. Особенности кинетики параллельных электрохимических реакций: условия протекания, распределение плотности тока между параллельными реакциями. Совместный разряд примесей.</p>	
--	--	--

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.2.10 «Теоретическая электрохимия», проводится промежуточная аттестация в виде экзамена (5 семестр). Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения заданий практических занятий, самостоятельной работы, лабораторного практикума, заданий модулей, тестовых заданий и сдачу экзамена (5 семестр). Практические задания считаются успешно выполненными в случае участия обучающегося в индивидуальном или групповом выполнении заданий, предоставления отчета, включающего решенные и оформленные задания. Шкала оценивания - «зачтено / не зачтено». «Не зачтено» ставится в случае, если обучающийся не участвовал в работе на занятии, задания занятий выполнены неправильно. Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы. В конце семестра 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 50% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену (5 семестр) по дисциплине обучающиеся допускаются при условии выполнения заданий практических занятий, проработке теоретического материала по каждой теме в соответствии с пунктом 9 рабочей программы, выполнении лабораторного практикума, успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлены вопросы из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по 5-ти балльной

шкале. Уровень освоения материала студентами базируется на следующих критериях:

«Отлично» ставится, если:

1. Полно раскрыто содержание материала в объёме программы.
2. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание.
3. Ответы обоснованы практическими примерами.
4. Ответ самостоятельный.

«Хорошо» ставится, если:

1. Раскрыто основное содержание материала.
2. В основном правильно даны определения, понятия.
3. Ответ самостоятельный.
4. Материал изложен неполно, при ответе допущены неточности, негрубые ошибки, нарушена последовательность изложения. Допущены небольшие неточности в выводах и использовании терминов.

«Удовлетворительно» ставится, если:

1. Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно.
2. Определения и понятия даны нечётко.
3. Допущены ошибки при обосновании ответа практическими примерами.

«Неудовлетворительно» ставится, если:

1. Основное содержание учебного материала не раскрыто.
2. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя.
3. Допущены грубые ошибки в определениях, не проведены практические примеры.

Вопросы к экзамену

1. Законы Фарадея, электрохимический эквивалент.
2. Равновесный и стационарный потенциалы.
3. Стадии суммарного электродного процесса. Лимитирующая стадия.
4. Поляризация, перенапряжение. Виды перенапряжений.
5. Способы доставки реагирующего вещества к поверхности электрода: диффузия, миграция, конвекция.
6. Поляризационная кривая при диффузионном перенапряжении.
7. Уравнение полной поляризационной кривой.
8. Уравнение Тафеля. Плотность тока обмена; коэффициент переноса.
9. Безбарьерные и безактивационные процессы.
10. Хроноамперометрия.
11. Хроновольтамперометрия.
12. Хронопотенциометрия. Переходное время электродного процесса.
13. Определение предельного тока диффузии из поляризационной кривой.

14. Перенапряжение кристаллизации, определение из гальваностатических кривых. Двумерные и трехмерные зародыши, критерии определения из экспериментальных данных.

15. Графическое изображение уравнение Тафеля. Расчет кинетических параметров стадии переноса заряда (i_0 и α) по поляризационным кривым.

16. Реакции выделения водорода из кислой, нейтральной и щелочной сред.

17. Замедленный разряд, замедленная рекомбинация и замедленная электрохимическая десорбция при выделении водорода.

18. Перенапряжение водорода. Влияние материала катода на перенапряжение водорода.

19. Влияние pH, состава раствора на перенапряжение водорода.

20. Механизм выделения кислорода из нейтральной, щелочной и кислой среды.

21. Механизм выделения кислорода через поверхностные оксиды.

22. Перенапряжение кислорода. Влияние материала анода на перенапряжение кислорода.

23. Коррозионные процессы. Сопряженные электрохимические реакции.

24. Механизм анодного растворения металлов. Явление пассивации металлов.

25. Поляризационная кривая анодного пассивирующегося металла. Теории пассивации.

26. Селективное растворение сплавов.

27. Электровосстановление анионов. Поляризационная зависимость.

28. Основные стадии электроосаждения металлов на жидком и твердом электроде. Влияние состава раствора на электроосаждение металлов.

29. Электроосаждение металлов на одноименной и инородной подложке. Ориентирующее действие подложки и структура осадков.

30. . Деполяризация и сверхполяризация.

31. Электроосаждение сплавов. Методы сближения потенциалов разряжающихся ионов. Зависимость потенциала сплава от его состава.

14. Образовательные технологии

При чтении лекций используются презентации, учебные фильмы, позволяющие наиболее информативно и наглядно изложить материал. На практических и лабораторных занятиях проводится закрепление теоретических знаний по дисциплине. При проведении модулей используются интерактивные формы обучения – проблемные вопросы, технология «мозговой штурм». Для выполнения цели и задач изучаемой дисциплины предусматривается самостоятельная работа обучающихся, требующая систематического изучения литературных источников. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

15.1. Основная литература:

15.1.1. Теоретическая электрохимия : учебник / А.Л. Ротинян, К.И. Тихонов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Студент, 2013. - 496 с.

Экземпляры всего: 10

15.1.2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: учебник-монография / В.И. Ролдугин. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2011. - 568 с.

Экземпляры всего: 9

15.1.3. Теория и практика электроосаждения металлов [Электронный ресурс] / Ю.Д. Гамбург, Дж. Зангари ; пер. с англ.-Эл. изд.-Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 441с.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329014.html>

15.2. Дополнительная литература:

15.2.1 Салем Р.Р. Физическая химия: начала теоретической электрохимии / Р.Р.Салем. – М.: Комкнига, 2010. – 320 с.

Экземпляры всего: 8

15.2.2. Багоцкий В.С. Основы электрохимии: учеб. пособие / В.С. Багоцкий. - М.: Химия, 1988. - 400 с.

Экземпляры всего: 23

15.2.3. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии : учебник / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2008. - 424 с.

Экземпляры всего: 9

15.2.4 Введение в биоэлектрохимию: учеб. пособие для студ. напр. 240100 "Хим. технология и биотехнология" и спец. 240302 "Технология электрохимических пр-в" / Е. В. Ченцова, С. С. Попова; Саратов. гос. техн. ун-т (Саратов). - Саратов: СГТУ, 2009. - 90 с

Экземпляры всего: 40

15.2.5 Задачи по электрохимии: учеб. пособие / Е.В. Ченцова, Е.А. Савельева. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2015. – 82 с.

Экземпляры всего: 25

15.3. Методические указания:

15.3.1 Теоретическая электрохимия: методические указания к лабораторному практикуму / Е.В.Ченцова, Е.А. Савельева: – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2015. – 56 с.

Экземпляры всего: 25

15.3.2 Самостоятельная работа студентов: методические рекомендации для студентов направлений 18.03.01 и 18.04.01 всех форм обучения/ Е.А. Савельева, Л.Н. Ольшанская, И.И. Фролова – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2015. – 37 с.

Экземпляры всего: 25

15.4. Периодические издания:

15.4.1. Электрохимия: науч. журнал / Гл. ред. Б.М. Графов. – Москва: Изд-во «Наука», (2010-2015), № 1-12. – ISSN 0424-8570

Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8297

15.4.2. Физикохимия поверхности и защита материалов: науч. журнал / Гл. ред. А. Ю. Цивадзе. – Москва: Изд-во «Наука», (2010-2015), № 1-6. – ISSN 0044-1856

Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=26652

15.4.3. Конденсированные среды и межфазные границы / Гл. ред. А.М. Ховив. – Воронеж: Изд-во ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», (2010-2015), № 1-4. – ISSN 1606-867X

Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8782

15.5. Интернет – ресурсы:

15.5.1 <http://elibrary.ru> (Научная электронная библиотека, тематический поиск по полнотекстовой базе данных)

15.6. ИОС

<http://mail/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=198>

16. Материально – техническое обеспечение дисциплины

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся в учебных аудиториях №304 (площадь аудитории – 60 м²), № 245 (площадь аудитории – 60 м²), оснащенные специализированной мебелью.

Техническое обеспечение лекционного курса, практических занятий, коллоквиумов, защиты курсовых работ - мультимедийное оборудование: ноутбук, экран и проектор.

Техническое обеспечение лабораторного практикума: тестеры, хлоридсеребряные электроды сравнения, стеклянные ячейки, потенциостат Р-8S, потенциостат-гальваностат ИРС compact, источники питания НУ-1505 D, термостаты U-10, VT-20.

Выполнение самостоятельной работы студентов обеспечивается наличием учебной, справочной литературой, электронной библиотекой ВУЗа, информационной образовательной средой. Студенты могут воспользоваться компьютерами в библиотеке, в компьютерных классах института. Компьютеры имеют лицензированное программное обеспечение.

Рабочую программу составил:

доцент кафедры ТОХП _____ /Рябова О.В./

«28» июня /2021 г./

Согласовано:

Зав. библиотекой _____ / Дегтярева И.В./

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 _____/_____ /