

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.1.1.37 «Теоретическая электрохимия»

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

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 3 з.е.

в академических часах: 108 ак.ч.

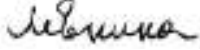
Рабочая программа по дисциплине Б.1.1.37 «Теоретическая электрохимия» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология химических и нефтегазовых производств» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.03.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №10.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

одобрена на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л./

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 «Теоретическая электрохимия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей 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

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

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
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-11 _{опк-1} Способен изучать основные понятия, законы электрохимии и физико-химические основы электрохимических явлений и процессов, опираясь на знания о строении вещества, природе химической связи и свойства различных классов химических элементов	<p>знать: основные положения теории растворов электролитов; основы термодинамики электрохимических систем; основные положения электрохимической кинетики процессов выделения водорода, кислорода, металлов, анодного растворения и пассивации металлов;</p> <p>уметь: использовать теоретические знания по термодинамике и кинетике электрохимических процессов для осуществления экспериментальных исследований и испытаний результатов;</p> <p>владеть: навыками организации и проведения экспериментальной работы, опираясь на теоретические знания, навыки обработки и интерпретации экспериментальных результатов.</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы
очная форма обучения

Вид учебной деятельности	акад. часов	
	Всего	по семестрам 5 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	48	48
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	16	16
лабораторные занятия	16	16
в том числе занятия в форме практической подготовки	–	–
2. Самостоятельная работа студентов, всего	60	60
– курсовая работа (проект)	–	–
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	108	108

заочная форма обучения

Вид учебной деятельности	Заочная форма обучения (акад. часов)		Заочная форма обучения по индивидуальным планам в ускоренные сроки (акад. часов)	
	Всего	по семестрам	Всего	по семестрам
		7 сем.		
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	16	16		
• занятия лекционного типа,	8	8		
• занятия семинарского типа:	-	-		
практические занятия	4			
лабораторные занятия	4	4		
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	92	92		
– курсовая работа (проект)	-	-		
– контрольная работа	+	+		
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>	экзамен	экзамен		
Объем дисциплины в зачетных единицах	3	3		
Объем дисциплины в акад. часах	108	108		

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

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Теория электролитов.

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.

Тема 2. Основы электрохимической термодинамики.

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.

Тема 3. Двойной электрический слой (ДЭС) и адсорбционные явления на границе электрод/электролит.

Вопросы: Электрокапиллярные явления. Емкость двойного электрического слоя. Потенциал нулевого заряда. Основные модельные представления о строении ДЭС

Тема 4. Основы электрохимической кинетики.

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. 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.

Кинетика сложных электродных процессов. Стадийные электродные процессы. Лимитирующая стадия. Критерии сложных электродных процессов. Кажущийся коэффициент переноса. Поляризационные кривые.

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.

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.

Тема 5. Анодное растворение металлов. Пассивация металлов.

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.

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	
Семестр 5					
1.	Тема 1. Теория электролитов	4	4/-	10	ИД-11 _{ОПК-1}
2.	Тема 2. Основы электрохимической термодинамики	2	6/-	12	ИД-11 _{ОПК-1}
3.	Тема 3 Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит	2	-	10	ИД-11 _{ОПК-1}
4.	Тема 4 Основы электрохимической кинетики	6	18/-	10	ИД-11 _{ОПК-1}
5	Тема 5 Анодное растворение металлов. Пассивация металлов	2	4/-	10	ИД-11 _{ОПК-1}
Итого		16	32	60	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа <i>заочная / ИПУ</i>	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки <i>заочная / ИПУ</i>	самостоятельная работа <i>заочная / ИПУ</i>	
Семестр 7					
1.	Тема 1. Теория электролитов	2	2/-	12	ИД-11 _{ОПК-1}
2.	Тема 2. Основы электрохимической термодинамики	2	2/-	20	ИД-11 _{ОПК-1}
3.	Тема 3. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит	2	-	20	ИД-11 _{ОПК-1}
4.	Тема 4. Основы электрохимической кинетики	2	4/-	20	ИД-11 _{ОПК-1}
5	Тема 5. Анодное растворение металлов. Пассивация металлов	-	2/-	20	ИД-11 _{ОПК-1}
	Итого	8	8	92	

5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ <i>(при наличии)</i>	заочная форма обучения / ИПУ <i>(при наличии)</i>
1	Тема 1. Теория электролитов	Ионные равновесия в растворах электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов». Решение задач	2	-	2
2	Тема 2. Основы электрохимической термодинамики	.Классификация электродов: электроды I, II рода, окислительно-	4		2

		восстановительные электроды, газовые, ионселективные, ферментные электроды. Решение задач по темам. Проведение семинара			
4	Тема 4. Основы электрохимической кинетики	Семинары по темам: «Диффузионная кинетика», «Кинетика замедленного разряда», «Электроосаждение металлов и сплавов». Решение задач.	8		
5	Тема 5. Анодное растворение металлов. Пассивация металлов	Анодное растворение металлов. Пассивация металлов. Решение задач	2		
	Итого		16		4

5.4. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1	Тема 1. Теория электролитов	Измерение электропроводности электролитов	2		2
2	Тема 2. Основы электрохимической термодинамики	1. Измерение потенциалов электродов I рода, окислительно-восстановительных электродов 2. Определение коэффициентов активности методом ЭДС	4		2
3	Тема 4. Основы электрохимической кинетики	1. Определение вида поляризации электрохимического процесса методом поляризационных кривых. 2. Концентрационная поляризация. 3. Перенапряжение выделения водорода	8		

4	Тема 5. Анодное растворение металлов. Пассивация металлов	Анодная пассивация металлов	2		
	Итого		16		4

5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 1. Теория электролитов	Сольватация. Числа сольватации. Граница полной сольватации. Энергия сольватации. Электропроводность. Пути повышения электропроводности растворов. Расплавы. Твердые электролиты. Проводимость твердых электролитов. Методы измерения электропроводности, чисел переноса.	10	–	12 /–
2.	Тема 2. Основы электрохимической термодинамики	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.	12	–	20 /–
3.	Тема 3. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит	Адсорбционные явления на границе раздела фаз. Потенциал нулевого заряда. Адсорбционный метод изучения ДЭС. Идеально поляризуемые, неполяризуемые электроды. Емкость ДЭС. Методы изучения ДЭС.	10	–	20 /–
4.	Тема 4. Основы электрохимической кинетики	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	10	–	20 /–

		<p>величины электрохимического эквивалента вещества, участвующего в электродном процессе.</p> <p>Перенапряжение электрохимических процессов. Стадийные электродные процессы. Лимитирующая стадия электродного процесса.</p> <p>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.</p> <p>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. Перенапряжение выделения кислорода. Влияние на механизм выделения кислорода состава раствора, материала электрода, температуры, режима электролиза.</p> <p>Определение кинетических параметров реакции выделения (окисления) кислорода из поляризационных измерений.</p>			
--	--	--	--	--	--

	<p>Тема 5. Анодное растворение металлов. Пассивация металлов</p>	<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. Электровосстановление анионов. Поляризационные кривые электровосстановления анионов. Расчет кинетических характеристик в зависимости от условий эксперимента и строения двойного электрического слоя. Точки нулевого заряда. Электрохимическое выделение металлов. Теория катодного внедрения. Перенапряжения кристаллизации. Определение механизма зародышеобразования, лимитирующей стадии процесса по экспериментальным данным. Расчет размеров кристаллических зародышей, их количества. Образование электролитических сплавов. Особенности кинетики параллельных электрохимических реакций: условия протекания, распределение плотности тока между параллельными реакциями. Совместный разряд примесей.</p>	10	-	20/-
--	--	--	----	---	------

В результате освоения заданий самостоятельной работы студент должен уметь решать задачи по изученным темам, подготовиться к практическим занятиям, а также к зачёту. На основе изученного материала студент должен выполнить письменные задания в виде модулей, как промежуточного контроля знаний.

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 предусмотрена по заочной форме обучения

Предусмотрена 1 контрольная работа, включающая теоретические вопросы и расчетные задачи. Она выполняется в соответствии с разработанными методическими указаниями.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.37 «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.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Рекомендуемая литература

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
2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: учебник-монография / В.И. Ролдугин. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2011. - 568 с. Экземпляры всего: 9
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>
4. Салем Р.Р. Физическая химия: начала теоретической электрохимии / Р.Р.Салем. – М.: Комкнига, 2010. – 320 с. Экземпляры всего: 8
5. Багоцкий В.С. Основы электрохимии: учеб. пособие / В.С. Багоцкий. - М.: Химия, 1988. - 400 с. Экземпляры всего: 23
6. 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
7. 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; Сарат. гос. техн. ун-т (Саратов). - Саратов: СГТУ, 2009. - 90 с. Экземпляры всего: 40

8 Ченцова Е.В. Задачи по электрохимии: учеб. пособие / Е.В. Ченцова, Т.Ю. Ялымова. – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 87 с. Экземпляры всего: 25

9. 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

10. 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., 2021. – 37 с. Экземпляры всего: 25

11.2. Периодические издания

1. Журнал физической химии:- РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802> Доступные архивы 2001-2023гг.

2. Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222> Доступные архивы 2000-2023гг.

3. Электрохимия Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8297 Доступные архивы 2000-2023гг.

4. Конденсированные среды и межфазные *Режим доступа:* http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8782 Доступные архивы 1999-2023гг.
<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=198>

11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы

не используются

11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Теоретическая электрохимия» (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 elibrary»

3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА

11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Не используются

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

2. Библиотека МГУ им М.В.Ломоносова. Химический факультет МГУ. Режим доступа: www.chem.msu.ru

3. Российская национальная библиотека (РНБ) www.nlr.ru

12.2 Перечень профессиональных баз данных

Не используются

12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

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 Windows 10, 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).


Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, лабораторных работ.

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).

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

Рабочую программу составил:

доцент кафедры ТОХП к.т.н. Т.Ю. Ялымова



14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /