

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.5.1 Теоретическая электрохимия

Направление подготовки/специальность: 04.04.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Электрохимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

**Автор программы:**

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 - Химия (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «13» июля 2017 г. № 655).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	9
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	11

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере нацеленных, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Применяет полученные знания при решении типичных электрохимических задач

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочная (семестр)		
		3	4	5
1	Актуальные задачи современной химии		+	
2	Квантовая механика и квантовая химия		+	
3	Научно-исследовательская работа		+	

4	Планирование научных исследований	+		
5	Преддипломная практика			+
6	Теория электролитов	+		
7	Физическая химия сверхкритических флюидов		+	
8	Электрические явления на поверхности раздела фаз	+		
9	Электрохимические методы исследования процессов и материалов	+		

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Теоретическая электрохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Дисциплина «Теоретическая электрохимия» изучается в 4 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очно-заочная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
Контактная работа	16
Лекции (Лекции)	6
Практические (Практ. раб.)	10
Самостоятельная работа (СР)	92
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
4 семестр					
1	Особенности протекания электрохимических процессов. Зависимость энергии активации от потенциала	2	2	23	Опрос; Реферат

2	Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Порядки реакции по ионам водорода и анионам	2	2	23	защита презентаций; Реферат
3	Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа	1	2	23	защита презентаций; Опрос
4	Учет энергетической неоднородности поверхности металла посредством изотермы Темкина.	1	4	23	Опрос; Собеседование

### **Тема 1. Особенности протекания электрохимических процессов. Зависимость энергии активации от потенциала (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Предмет и задачи курса. Особенности протекания электрохимических процессов. Наличие последовательных и параллельных химических и электрохимических стадий. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса. Кинетические уравнения анодного и катодного процессов.

#### **Практическое занятие.**

1. Каковы особенности протекания электрохимических процессов.
2. Последовательные и параллельные химические и электрохимические стадии.
3. Зависимость энергии активации от потенциала
4. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Систематизировать и закрепить изученный материал представлений о кинетических уравнениях анодного и катодного процессов, проработка конспектов лекций.

### **Тема 2. Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Порядки реакции по ионам водорода и анионам (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов: одностадийные двухэлектронные, двухстадийные двухэлектронные, трехстадийные трехэлектронные, одностадийные одноэлектронные. Вывод кинетических уравнений.

#### **Практическое занятие.**

1. Участие компонентов электролита в процессе ионизации металла.
2. Порядки реакции по ионам водорода и анионам.
3. Определение порядков реакции по ионам водорода и аниону графическим методом

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Систематизировать и закрепить изученный материал о выводе кинетических уравнений стадийных процессов ионизации металла, а также определений порядков реакций по компонентам электролита, проработка конспектов лекций

### **Тема 3. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Механизм растворения железа в щелочной среде Фрумкина-Кабанова; механизмы растворения железа в кислых средах: Хойслера, Бокриса, Колотыркина-Флорианович.

#### **Практическое занятие.**

1. Вывод кинетического уравнения для механизма Фрумкина-Кабанова.
2. Вывод кинетического уравнения для механизма Хойслера.
3. Вывод кинетического уравнения для механизма Бокриса.
4. Вывод кинетического уравнения для механизма Колотыркина-Флорианович.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Рассмотреть механизм анодного растворения меди в хлористоводородных спиртовых растворах. Понятие о поверхностном промежуточном адсорбционном комплексе.

### **Тема 4. Учет энергетической неоднородности поверхности металла посредством изотермы Темкина. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Учет энергетической неоднородности поверхности металла посредством изотермы Темкина. Вывод кинетических уравнений для двухстадийных и трехстадийных процессов с последней лимитирующей стадией с учетом изотермы Темкина.

#### **Практическое занятие.**

1. Анализ механизмов ионизации металлов с третьей лимитирующей стадией с использованием изотермы Темкина.
2. Механизм № 1.
3. Механизм № 2.
4. Новые критерии механизма процесса.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Анодное поведение железа в кислых растворах с высокой ионной силой. Три концентрационных интервала по ионам водорода. Соответствующие механизмы процессов.

### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

#### **4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

#### **4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля**

#### **защита презентаций**

### **Тема 2. Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Порядки реакции по ионам водорода и анионам**

1. Участие компонентов электролита в процессе ионизации металла.
2. Порядки реакции по ионам водорода и анионам.
3. Определение порядков реакции по ионам водорода и аниону графическим методом.

### **Тема 3. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа**

1. Вывод кинетического уравнения для механизма Фрумкина-Кабанова.
2. Вывод кинетического уравнения для механизма Хойслера.
3. Вывод кинетического уравнения для механизма Бокриса.
4. Вывод кинетического уравнения для механизма Колотыркина-Флорианович.

## Опрос

Тема 1. Особенности протекания электрохимических процессов. Зависимость энергии активации от потенциала

### Вопросы для опроса

1. В каких координатах линейны изотермы адсорбции Ленгмюра, Темкина, Фрумкина?
2. Для чего проводится линеаризация изотермы адсорбции?
3. Как влияет pH на характер адсорбции ПАВ?
4. Как влияет анионный состав среды на характер адсорбции ПАВ?
5. Какие ингибиторы используются в качестве модельных объектов для изучения катодного выделения водорода на железе в кислых сульфатных и хлоридных средах?
6. Как влияет добавка галогенид-ионов в кислые сульфатные среды на катодное выделение водорода на железе?
7. Приведите примеры проявления эффекта синергизма при ингибировании коррозии.
8. Какие типы поверхности металла выделяют при оценке адсорбции ингибиторов?
9. Перечислите основные типы кинетических изотерм при адсорбции ингибиторов.
10. Как графически проверить соответствие адсорбции конкретного ингибитора определенному типу поверхности и кинетическому уравнению

Тема 3. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа

1. Механизм анодного растворения меди в хлористоводородных спиртовых растворах.
2. Понятие о поверхностном промежуточном адсорбционном комплексе.
3. Теории разряда ионов водорода
4. Развитие теории замедленного разряда А.Н. Фрумкиным.
5. Механизмы разряда-ионизации ионов водорода в спиртовых средах.

Тема 4. Учет энергетической неоднородности поверхности металла посредством изотермы Темкина.

1. Анализ механизмов ионизации металлов с третьей лимитирующей стадией с использованием изотермы Темкина.
2. Механизм № 1.
3. Механизм № 2.
4. Новые критерии механизма процесса.

## Реферат

Тема 1. Особенности протекания электрохимических процессов. Зависимость энергии активации от потенциала

1. Особенности протекания электрохимических процессов.
2. Последовательные и параллельные химические и электрохимические стадии.
3. Зависимость энергии активации от потенциала.
4. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса.

Тема 2. Механизмы ионизации металлов в растворах электролитов. Порядки реакции по ионам водорода и анионам

1. Вывод кинетического уравнения одностадийного двухэлектронного процесса.
2. Вывод кинетического уравнения двухстадийного двухэлектронного процесса.
3. Вывод кинетического уравнения трехстадийного трехэлектронного процесса.
4. Вывод кинетического уравнения одностадийного одноэлектронного процесса.

## Собеседование



Тема 4. Учет энергетической неоднородности поверхности металла посредством изотермы Темкина.

1. Вывод кинетических уравнений для двухстадийных процессов с последней лимитирующей стадией с учетом изотермы Темкина.
2. Вывод кинетических уравнений для трехстадийных процессов с последней лимитирующей стадией с учетом изотермы Темкина.
3. Анодное поведение железа в кислых растворах с высокой ионной силой.
4. Три концентрационных интервала по ионам водорода. Соответствующие механизмы процессов

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### Типовые вопросы зачета (ПК-4)

Вопросы для зачета

1. Каковы особенности протекания электрохимических процессов.
2. Последовательные и параллельные химические и электрохимические стадии.
3. Зависимость энергии активации от потенциала.
4. Истинные и кажущиеся коэффициенты переноса.
5. Механизмы ионизации металлов

#### Типовые задания для зачета (ПК-4)

1. Анодное поведение железа в кислых растворах с высокой ионной силой. Три концентрационных интервала по ионам водорода. Соответствующие механизмы процессов
2. Экспериментально наблюдаемые механизмы анодного растворения железа. Вывод кинетических уравнений для механизмов Фрумкина- Кабанова, Хойслера, Бокриса, клотыркина-Флорианович.
3. Теории разряда ионов водорода. Механизмы катодного выделения водорода.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-4	Демонстрирует владение основными теоретическими знаниями, методами анализа механизмов анодной ионизации металлов и катодного выделения водорода. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
«не зачтено»	ПК-4	Демонстрирует слабый уровень знаний материала. Не знает терминологию и основные закономерности.

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 127 с.
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия : Учебник. - М.: Химия, 2001. - 623 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых спиртовых и водно-спиртовых средах : монография. - М.: Радиотехника, 2009. - 328с.
2. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Ингибиторы коррозии металлов : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 269 с.
3. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И. Лабораторный практикум по химическому сопротивлению материалов и защите от коррозии : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 197 с.
4. Андреев, Ю. Я. Электрохимия металлов и сплавов : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Электрохимия металлов и сплавов. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2011. - 256 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97881.html>

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.