

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы органической электрохимии**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)  
Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	40,25	40,25
Самостоятельная работа	211,75	211,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>

Рабочую программу составил:

профессор, профессор, док. хим. наук, Остапенко Г.И.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

18.04.01 Химическая технология

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

---

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов системного представления об электрохимических процессах, протекающих с участием органических веществ как в растворе, так и в твердой фазе, а также использование электрохимических подходов для решения прикладных задач с участием этих объектов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Высшая математика; Физика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Аналитическая химия.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: основы технологий получения азотсодержащих органических соединений.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	ПК-1.1. Организует работу персонала первичного научно-исследовательского подразделения на основании программы проведения научных исследований в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	Знать: методы организации работы персонала первичного научно-исследовательского подразделения на основании программы проведения научных исследований в области электрохимических технологий.
		Уметь: организовать работу персонала первичного научно-исследовательского подразделения на основании программы проведения научных исследований в области электрохимических технологий.
		Владеть: методиками организации работы персонала первичного научно-исследовательского подразделения на основании программы проведения научных исследований в области электрохимических технологий.
	ПК-1.2. Разрабатывает планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, задания для исполнителей при проведении научных исследований и технических раз-	Знать: основы электрохимии для разработки планов и программ проведения научных исследований, заданий для исполнителей при проведении научных исследований и технических разработок в области электрохимических технологий.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	работок в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	Уметь: разрабатывать планы и программы проведения научных исследований, заданий для исполнителей при проведении научных исследований и технических разработок в области электрохимических технологий
		Владеть: методиками проведения научных исследований, заданий для исполнителей при проведении научных исследований и технических разработок в области электрохимических технологий
ПК-2. Готов к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, решения нестандартных задач, основанных на принципах моделирования технических систем, выбору методик и средств решения задачи в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	ПК-2.1. Имеет практический опыт применения программных средств для расчетов и обработки экспериментальных данных в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, компьютера как средства управления графической и текстовой информацией, базами данных	Знать: программные средства для расчетов и обработки экспериментальных данных в области электрохимических технологий, компьютера как средства управления графической и текстовой информацией, базами данных
		Уметь: использовать программные средства для расчетов и обработки экспериментальных данных в области электрохимических технологий, компьютера как средства управления графической и текстовой информацией, базами данных
	ПК-2.2. Работает с научно-технической информацией в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза с использованием информационных и сетевых технологий с соблюдением	Знать: методы работы с научно-технической информацией в области электрохимических технологий с использованием информационных и сетевых технологий с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	<p>Уметь: использовать методы работы с научно-технической информацией в области электрохимических технологий с использованием информационных и сетевых технологий с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p> <p>Владеть: методиками работы с научно-технической информацией в области электрохимических технологий с использованием информационных и сетевых технологий с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>
ПК-3. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, проводить их обработку и анализировать их результаты, изучать свойства химического и биохимического сырья и продуктов, полученных на их основе	ПК-3.1. Участвует в проведении научных исследований в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза с использованием современного лабораторного оборудования	Знать: методы проведения научных исследований в области электрохимических технологий с использованием современного лабораторного оборудования
		Уметь: использовать методы проведения научных исследований в области электрохимических технологий с использованием современного лабораторного оборудования
	ПК-3.2. Применяет алгоритм практических действий при проведении экспериментов и испытаний в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза с применением физико-химических методов исследования	Владеть: методиками проведения научных исследований в области электрохимических технологий с использованием современного лабораторного оборудования
		<p>Знать: алгоритм практических действий при проведении экспериментов и испытаний в области электрохимических технологий с применением физико-химических методов исследования</p> <p>Уметь: использовать алгоритм практических действий при проведении экспериментов и испытаний в области электрохимических технологий с применением физико-химических методов исследования</p> <p>Владеть: методиками использования алгоритма практических действий при проведении экспериментов</p>

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		тов и испытаний в области электрохимических технологий с применением физико-химических методов исследования
	ПК-3.3. Использует теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, анализа и оформления полученных результатов	Знать: методы планирования и проведения эксперимента в области электрохимических технологий, анализа и оформления полученных результатов
		Уметь: использовать теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента в области электрохимических технологий, анализа и оформления полученных результатов Владеть: теоретическими знаниями и экспериментальными навыками для самостоятельного планирования и проведения эксперимента в области электрохимических технологий, анализа и оформления полученных результатов

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Се-местр	Объ-ем, ч.	Баллы	Интерак-тив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочно-го средства)
<b>5 семестр. Химическая термодинамика</b>							
<b>Модуль 1. Теоретические основы и экспериментальные методы электрохимии органических соединений</b>	Лек1	Основные положения кинетики электродных процессов. Электродный процесс и электрохимическая реакция. Концентрационная поляризация и диффузия вещества к электроду. Предельные диффузионные токи. Поляризационные кривые для процессов, определяемых скоростью электрохимической реакции и диффузией. Методика электролиза и аппаратура. Выбор материала электродов в зависимости от природы органических веществ. Аппаратура. Особые случаи электролиза.	3	2	–	–	–
	Пр1	Электродный процесс и электрохимическая реакция.		2	–	–	Собеседование
	Пр2	Концентрационная поляризация и диффузия вещества к электроду		2	–	–	Собеседование
	Пр3	Предельные диффузионные токи.		2	–	–	Собеседование
	Пр4	Поляризационные кривые для процессов, определяемых		2	–	–	Собеседование

		скоростью электрохимической реакции и диффузией.					
	Пр 5	Особые случаи электролиза.		2	—	—	Собеседование
Модуль 2. Катодные процессы с участием органических соединений	Лек 2	Электровосстановление кратных углерод-углеродных связей. Соединения с ацетиленовыми связями. Соединения с изолированными этиленовыми связями. Соединения с сопряженными этиленовыми связями. Гетероциклические соединения. Электровосстановление карбонильных соединений. Альдегиды и кетоны. Обратимые окислительно-восстановительные процессы восстановления кетонов.	3	2	—	—	—
	Лек 3	Электровосстановление соединений с азотсодержащими функциональными группами. Алифатические и ациклические нитросоединения. Ароматические нитросоединения. Нитрилы.		2	—	—	—
	Пр 6	Катодные процессы с участием соединений с ацетиленовыми связями.		2	—	—	Собеседование
	Пр7	Катодные процессы с участием соединений с сопряженными этиленовыми связями.		2	—	—	Собеседование
	Пр 8	Катодные процессы с участием гетероциклических соединений.		2	—	—	Собеседование



	Пр 9	Катодные процессы с участием альдегидов и кетонов		2	—	—	Собеседование
	Пр10	Обратимые окислительно-восстановительные процессы восстановления кетонов.		2	—	—	Собеседование
Модуль 3. Анодные процессы с участием органических соединений	Лек 3 (продолжение)	Анодное замещение. О механизме анодного замещения. Условия проведения реакций анодного замещения. Примеры реакций анодного замещения.	3	2	—	—	—
	Лек 4	Анодная конденсация. Механизм процессов анодной конденсации и димеризации. Кинетика анодных процессов и влияние условий электролиза. Влияние природы исходных карбоновых кислот на направления процессов анодной конденсации. Анодное замещение. О механизме анодного замещения. Условия проведения реакций анодного замещения. Примеры реакций анодного замещения.		2	—	—	—
	Пр 12	Анодные процессы с участием ароматических соединений.		2	—	—	Собеседование
	Пр13	Анодные процессы с участием гетероциклических соединений.		2	—	—	Собеседование
	Пр 14	Механизм процессов анодной конденсации и димеризации.		2	—	—	Собеседование

	Пр 15	Влияние природы исходных карбоновых кислот на направления процессов анодной конденсации		2	–	–	Собеседование
	Пр 16	Условия проведения реакций анодного замещения. Примеры реакций анодного замещения.		2	–	–	Собеседование
	Ср	Изучение теоретического материала. Подготовка презентации и реферата		211,75	-	-	
	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,25			Зачёт
<b>Итого:</b>				<b>252</b>			

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на лабораторных и практических занятиях – наглядные, словесные и практические методы.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Семестр 3. Курс «Основы органической электрохимии»**

#### **МОДУЛЬ 1**

##### **Темы лекционных занятий:**

*Теоретические основы и экспериментальные методы электрохимии органических соединений.*

##### **Темы практических занятий:**

Электродный процесс и электрохимическая реакция. Концентрационная поляризация и диффузия вещества к электроду. Предельные диффузионные токи. Поляризационные кривые для процессов, определяемых скоростью электрохимической реакции и диффузией.

Выбор материала электродов в зависимости от природы органических веществ. Аппаратура. Особые случаи электролиза.

##### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об основах электрохимической кинетики; основных стадиях гетерогенной электрохимической реакции; форме поляризационных кривых для различных стадий реакции; принципах подбора растворителей для электролитов; иметь представление об основных методах исследования электрохимической кинетики.

##### **знать:**

- методы исследования электрохимической кинетики;
- основы гальваностатического, потенциостатического и импедансного методов;
- физико-химические свойства типичных растворителей для образования электролитов органического электрохимического синтеза;

##### **уметь:**

- проводить исследования электрохимических реакций на современном оборудовании;
- по виду поляризационной кривой определять тип лимитирующей стадии электрохимического процесса;
- правильно подобрать компоненты электролита для органического синтеза;
- вычислять по результатам экспериментов рассчитывать основные кинетические характеристики реакций;
- правильно выбрать метод проведения реакции и аппаратуру для его осуществления;
- правильно подобрать электрод сравнения.

#### **Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: видах и типах стадий электрохимической реакции; аппаратуре проведения экспериментов; методах исследования электрохимических реакций.
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Какие стадии электрохимической реакции Вы знаете?
  2. Охарактеризуйте стадии электрохимической реакции.
  3. В чем суть потенциостатического метода исследования электрохимических реакций?
  4. В чем суть гальваностатического метода исследования электрохимических реакций?
  5. В чем суть импедансного метода исследования электрохимических реакций?
  6. Каковы формы поляризационных кривых при различных лимитирующих стадиях электрохимической реакции?
  7. Каковы формы годографов импеданса при различных лимитирующих стадиях электрохимической реакции?
  8. Каков принцип гальваностатических измерений?
  9. Каков принцип потенциостатических измерений?
  10. Каков принцип импедансных измерений?
  11. Какие электроды сравнения Вы знаете?
  12. Назовите типичные растворители электролитов в органической электрохимии.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Темы лекционных занятий:**

*Катодные процессы с участием органических соединений.*

### **Темы практических занятий:**

Соединения с ацетиленовыми связями. Соединения с изолированными этиленовыми связями. Соединения с сопряженными этиленовыми связями. Гетероциклические соединения.

Альдегиды и кетоны. Обратимые окислительно-восстановительные процессы восстановления кетонов.

Алифатические и ациклические нитросоединения. Ароматические нитросоединения. Нитрилы.

### **Изучив данную тему, студент должен:**

иметь представление о методах электровосстановления кратных углерод – углеродных связей, карбонильных соединений, соединений с азотсодержащими функциональными группами, серу – и мышьяксодержащих соединений, способах катодного удаления галогена.

### **знать:**

- механизм и влияние условий электролиза соединений с ацетиленовыми связями;
- влияние условий электролиза при восстановлении соединений с изолированными этиленовыми связями;
- механизм восстановления соединений с сопряженными этиленовыми связями;
- влияние условий электролиза на электровосстановление соединений с «бензоидной» структурой;
- влияние строения вещества на электролиз гетероциклических соединений;
- реакционную способность альдегидов и кетонов;
- процессы восстановления хинонов;
- влияние условий электролиза на восстановление алифатических и алициклических нитросоединений;
- влияние pH среды на восстановление ароматических нитросоединений;

- влияние условий электролиза на электровосстановление нитрилов;
- условия восстановления серу – и мышьяксодержащих соединений.

**уметь:**

- записать катодные реакции при вышеперечисленных процессах;
- подобрать условия и аппаратуру для осуществления вышеперечисленных процессов.

**владеть навыками:**

- применения полученных знаний для выбора условий и аппаратуры электровосстановления основных групп органических соединений.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на условиях проведения электровосстановления основных групп органических соединений и умении записать соответствующие реакции;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Опишите механизм электровосстановления ацетиленовых связей.
  2. Как влияет строение вещества и условия проведения электролиза на восстановление ацетиленовых связей?
  3. Как влияют условия электролиза на восстановление соединений с изолированными этиленовыми связями?
  4. Запишите реакции восстановления соединений с сопряженными этиленовыми связями: ненасыщенных нитрилов и ненасыщенных кислот?
  5. Запишите реакции электровосстановления соединений, имеющих «бензоидную» структуру: бензола, производных бензола и небензойных ароматических соединений?
  6. Как влияют строение вещества и условия электролиза на восстановление гетероциклических соединений?
  7. Как влияет структура альдегидов и кетонов на реакционную способность карбонильной группы?
  8. Каковы условия электролиза альдегидов и кетонов?
  9. Запишите обратимые окислительно-восстановительные реакции восстановления хинонов.
  10. Как влияют условия электролиза на восстановление алифатических и алициклических нитросоединений?
  11. Приведите примеры электровосстановления алифатических нитросоединений.
  12. Как протекает электровосстановление ароматических нитросоединений в кислой среде?
  13. Как протекает электровосстановление этих соединений в щелочной среде?
  14. Охарактеризуйте влияние условий электролиза и строения вещества на восстановление нитрилов?
  15. Как влияют условия электролиза на катодное удаление галогена?
  16. Приведите примеры реакций катодного отщепления галогена.
  17. Приведите примеры реакций электровосстановления серусодержащих соединений.
  18. Приведите примеры реакций электровосстановления мышьяксодержащих соединений.

## **МОДУЛЬ 3**

### **Темы лекционных занятий:**

*Анодные процессы с участием органических соединений.*

### **Темы практических занятий:**

Механизмы анодного окисления. Алифатические соединения. Ароматические соединения. Гетероциклические соединения.

Механизм процессов анодной конденсации и димеризации. Кинетика анодных процессов и влияние условий электролиза. Влияние природы исходных карбоновых кислот на направления процессов анодной конденсации.

О механизме анодного замещения. Условия проведения реакций анодного замещения. Примеры реакций анодного замещения.

### **Изучив данную тему, студент должен:**

иметь представление о методах анодного окисления различных типов органических соединений, а также реакций анодной конденсации и анодного замещения.

#### **знать:**

- механизмы анодного окисления алифатических, ароматических и гетероциклических соединений;
- Механизм процессов анодной конденсации и димеризации;
- Кинетику анодных процессов и влияние на них условий электролиза;
- Влияние природы исходных карбоновых кислот на направление процессов анодной конденсации;
- Механизмы и условия проведения реакций анодного замещения;
- Примеры реакций анодного замещения.

#### **уметь:**

- записать анодные реакции при вышеперечисленных процессах;
- подобрать условия и аппаратуру для осуществления вышеперечисленных процессов.

#### **владеть навыками:**

- применения полученных знаний для выбора условий и аппаратуры электроокисления основных групп органических соединений.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на условиях проведения электроокисления основных групп органических соединений и умении записать соответствующие реакции;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических углеводов.
  2. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических спиртов и альдегидов.
  3. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических кетонов.
  4. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических аминов.
  5. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических серосодержащих соединений.
  6. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических углеводов.

7. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических спиртов и фенолов.
8. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических альдегидов и кетонов.
9. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических кислот.
10. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических нитрилов.
11. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических аминов.
12. Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических сульфокислот.
13. Опишите механизм анодного окисления гетероциклических соединений и приведите примеры соответствующих реакций.
14. Запишите реакцию Кольбе.
15. Запишите реакцию анодной конденсации монокарбоновых кислот;
17. Запишите реакцию анодной конденсации алкил – и арилзамещенных монокарбоновых кислот.
18. Запишите реакцию анодной конденсации галогензамещенных карбоновых кислот.
19. Запишите реакцию анодной конденсации аминокарбоновых кислот.
20. Запишите реакцию анодной конденсации алициклических кислот.
21. Запишите реакцию анодной конденсации ароматических кислот.
22. Приведите пример реакции анодного фторирования.
23. Приведите пример реакции анодного хлорирования.
24. Приведите пример реакции анодного бромирования.
25. Приведите пример реакции анодного иодирования.
26. Приведите пример реакции анодного роданирования.
27. Приведите пример реакции анодного алкоксилирования.
28. Приведите пример реакции анодного гидроксирования.
29. Приведите пример реакции анодного нитрования.
30. Приведите пример реакции анодного сульфирования.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-1, ПК- 2, ПК-3	Собеседование по теоретическому материалу

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Вопросы для собеседования

1	Какие стадии электрохимической реакции Вы знаете?
2	Охарактеризуйте стадии электрохимической реакции.
3	В чем суть потенциостатического метода исследования электрохимических реакций?
4	В чем суть гальваностатического метода исследования электрохимических реакций?
5	В чем суть импедансного метода исследования электрохимических реакций?
6	Каковы формы поляризационных кривых при различных лимитирующих стадиях электрохимической реакции?
7	Каковы формы годографов импеданса при различных лимитирующих стадиях электрохимической реакции?
8	Каков принцип гальваностатических измерений?
9	Каков принцип потенциостатических измерений?
10	Каков принцип импедансных измерений?
11	Какие электроды сравнения Вы знаете?
12	Назовите типичные растворители электролитов в органической электрохимии.
13	Опишите механизм электровосстановления ацетиленовых связей.
14	Как влияет строение вещества и условия проведения электролиза на восстановление ацетиленовых связей?
15	Как влияют условия электролиза на восстановление соединений с изолированными этиленовыми связями?
16	Запишите реакции восстановления соединений с сопряженными этиленовыми связями: ненасыщенных нитрилов и ненасыщенных кислот?
17	Запишите реакции электровосстановления соединений, имеющих «бензоидную» структуру: бензола, производных бензола и небензойных ароматических соединений?
18	Как влияют строение вещества и условия электролиза на восстановление гетероциклических соединений?
19	Как влияет структура альдегидов и кетонов на реакционную способность карбонильной группы?
20	Каковы условия электролиза альдегидов и кетонов?
21	Запишите обратимые окислительно-восстановительные реакции восстановления хинонов.
22	Как влияют условия электролиза на восстановление алифатических и алициклических нитросоединений?
23	Приведите примеры электровосстановления алифатических нитросоединений.
24	
25	



26	Как протекает электровосстановление ароматических нитросоединений в кислой среде?
27	Как протекает электровосстановление этих соединений в щелочной среде?
28	Охарактеризуйте влияние условий электролиза и строения вещества на восстановление нитрилов?
29	Как влияют условия электролиза на катодное удаление галогена?
30	Приведите примеры реакций катодного отщепления галогена.
31	Приведите примеры реакций электровосстановления серусодержащих соединений.
32	Приведите примеры реакций электровосстановления мышьяксодержащих соединений.
33	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических углеводов.
34	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических спиртов и альдегидов.
35	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических кетонов.
36	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических аминов.
37	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления алифатических серусодержащих соединений.
38	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических углеводов.
39	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических спиртов и фенолов.
40	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических альдегидов и кетонов.
41	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических кислот.
42	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических нитрилов.
43	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических аминов.
44	Охарактеризуйте механизм и запишите типичную реакцию анодного окисления ароматических сульфокислот.
45	Опишите механизм анодного окисления гетероциклических соединений и приведите примеры соответствующих реакций.
46	Запишите реакцию Кольбе.
47	Запишите реакцию анодной конденсации монокарбоновых кислот;
48	Запишите реакцию анодной конденсации алкил – и арилзамещенных монокарбоновых кислот.
49	Запишите реакцию анодной конденсации галогензамещенных карбоновых кислот.
50	Запишите реакцию анодной конденсации аминокислот.
51	Запишите реакцию анодной конденсации алициклических кислот.
52	Запишите реакцию анодной конденсации ароматических кислот.
53	Приведите пример реакции анодного фторирования.
54	Приведите пример реакции анодного хлорирования.
55	Приведите пример реакции анодного бромирования.
56	Приведите пример реакции анодного иодирования.
57	Приведите пример реакции анодного роданирования.
58	Приведите пример реакции анодного алкоксилирования.
59	Приведите пример реакции анодного гидроксирования.

60	Приведите пример реакции анодного нитрования.
61	Приведите пример реакции анодного сульфирования.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ на два теоретических вопроса. Студент владеет материалом не менее, чем на 40%, отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если полностью не отвечает на теоретические и дополнительные вопросы. Студент владеет материалом менее чем на 40%..

## 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.3.1. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
<b>Модуль 1: Теоретические основы и экспериментальные методы электрохимии органических соединений</b>	
1	Электродный процесс и электрохимическая реакция.
2	Концентрационная поляризация и диффузия вещества к электроду.
3	Предельные диффузионные токи.
4	Поляризационные кривые для процессов, определяемых скоростью электрохимической реакции и диффузией.
5	Выбор материала электродов в зависимости от природы органических веществ.
6	Аппаратура.
7	Особые случаи электролиза.
8	Соединения с ацетиленовыми связями.
9	Соединения с изолированными этиленовыми связями.
10	Соединения с сопряженными этиленовыми связями.
11	Гетероциклические соединения.
12	Альдегиды и кетоны.
<b>Модуль 2: Катодные процессы с участием органических соединений</b>	
1	Обратимые окислительно-восстановительные процессы восстановления кетонов
2	Алифатические и ациклические нитросоединения.
3	Ароматические нитросоединения.
4	Нитрилы.
5	К вопросу о механизме анодного окисления.
6	Алифатические соединения.
7	Ароматические соединения.
8	Гетероциклические соединения.
9	Механизм процессов анодной конденсации и димеризации.
10	Кинетика анодных процессов и влияние условий электролиза.
11	Влияние природы исходных карбоновых кислот на направления процессов анодной конденсации.
12	О механизме анодного замещения.
13	Условия проведения реакций анодного замещения.
14	Примеры реакций анодного замещения.
15	Электродный процесс и электрохимическая реакция.
<b>Модуль 3: Анодные процессы с участием органических соединений</b>	

1	Соединения с ацетиленовыми связями.
2	Соединения с изолированными этиленовыми связями.
3	Соединения с сопряженными этиленовыми связями.
4	Гетероциклические соединения.
5	Альдегиды и кетоны.
6	Обратимые окислительно-восстановительные процессы восстановления кетонов
7	Алифатические и ациклические нитросоединения.
8	Ароматические нитросоединения.
9	Нитрилы.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Зачет	«зачтено»	Зачтены все собеседования. На зачете необходимо ответить не менее чем на 7 вопросов (см. п.7.3.1) из 10, заданных преподавателем.
		«не зачтено»	Зачтены не все не все собеседования. На зачете студент отвечает менее чем на 7 вопросов (см. п.7.3.1) из 10, заданных преподавателем.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Б. Б. Дамаскин	Электрохимия	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	Г. В. Булидорова	Электрохимия и химическая кинетика	учебное пособие	2020	ЭБС "IPRbooks"
3	А. А. Попова	Физическая химия	учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
4	В. В. Свиридов	Физическая химия	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ю. П. Акулова	Физическая химия. Теория и задачи	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- **Бутлеровские сообщения**

Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

- **Химия в интересах устойчивого развития**

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономики ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

- **Oriental Journal Of Chemistry**

Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудито-	Столы ученические двухместные (моно-блоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
	рия для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-215)	
2	Лаборатория "Физическая и коллоидная химия" Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (А-318)	Столы для хим. лаборатории мойки нерж, столы лабораторные, весы НЛ-400 ЕК-300, шкаф для посуды, стол письменный, встряхиватель лабораторный, стол для весов, весы аналитические, тумбы, сушильный шкаф, термостаты, табуреты, магнитная мешалка.
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-812)	Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК.
4	Помещение для самостоятельной работы. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы студентов (С-705)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть «Интернет».