

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электродные процессы в растворах органических соединений**

Кафедра физической и органической химии

Образовательная программа  
04.05.01 - **Фундаментальная и прикладная химия**

Профиль подготовки  
**Органическая химия**

Уровень высшего образования  
**Специалитет**

Форма обучения  
**Очная**

Статус дисциплины: **Вариативная**

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины “**Электродные процессы в растворах органических соединений**” составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности **04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»** (уровень специалитета).

от «12» сентября 2016г. № 1174.

Разработчик: кафедра физической и органической химии, Хидиров Ш.Ш., д.х.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физической и органической химии  
от «23» 03 2017г., протокол № 7

Зав. кафедрой И.М. Абдулагатов проф. Абдулагатов И.М.  
(подпись)

на заседании Методического совета химического факультета  
от «24» 03 2017г., протокол № 7.

Председатель У.Г. Гасангаджиева доц. Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «   »     20    г.      
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электродные процессы в растворах органических соединений» входит в вариативную часть образовательной программы по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой физической и органической химии.

Дисциплина «Электродные процессы в растворах органических соединений» охватывает широкий круг процессов связанных с гомогенным, гетерогенным, ферментативным катализом и электрокатализом. Он основан на знаниях «Физическая химия», «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Строение вещества».

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-1,2,5,7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
		Лекц ии	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации		
9	72	14	28				30	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Преподавание дисциплины «Электродные процессы в растворах органических соединений» ставит цели:

- обучение студентов физико-химическим основам электрокатализа;
- разработка катализаторов для водородного и кислородного электродов и каталитических процессов с их участием, а также для процессов электрокаталитического окисления и восстановления органических соединений;
- создание источников тока, топливных и биотопливных элементов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Электродные процессы в растворах органических соединений» входит в вариативную часть образовательной программы специалитета 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

Изучение теории и практики начинается после прохождения студентами материала курсов «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	Знать: теоретические основы, проблемы развития органической химии и его специальную значимость. Уметь: описывать свойства и основные области применения органических веществ на основе их строения, применять знания о вредных и опасных свойствах органических веществ при работе с ними. Владеть: методологией синтеза и анализа органических веществ при работе с ними.
ПК-2	Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Знать: основные этапы и закономерность развития органического синтеза. Уметь: использовать систему фундаментальных химических понятий и методологических аспектов органического синтеза в профессиональной деятельности. Владеть: формами и методами исследования и анализа, необходимыми в органическом синтезе.
ПК-5	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения	Знать: современные научные методы для решения задач, имеющих практическое значение, включая компьютерные технологии. Уметь: использовать современные научные

	задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	методы в органическом синтезе с использованием компьютерных технологий для решения проблем, возникающих при выполнении профессиональных функций. Владеть: современными научными методами на уровне, необходимом для решения задач, имеющих научно — практическое значение.
ПК-7	Готовность представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)	Знать: основные теории и механизмы реакций важнейших классов органической химии, имеющих производственное значение. Уметь: объяснить основные механизмы органических реакций, имеющих практическое значение (нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование, ацилирование). Владеть: навыками связывать реакционную способность органических соединений с их строением молекул предсказывать механизмы типичных реакций.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины составляет 72 академических часа.

4.2 Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек.	Пр. акт.	Лаб.	Контр.		
<b>Модуль 1. Электродные процессы окисления и восстановления органических веществ</b>									
1	Электродные процессы в области анодных потенциалов.	9		4		6		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Электродные процессы в области катодных потенциалов.	9		3		8		6	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

	<i>Итого по модулю 1:</i>	36	7	14	15	коллоквиум
<b>Модуль 2. Электросинтез органических соединений</b>						
1	Научные основы препаративного электросинтеза органических соединений.	9	4	6	9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Электрокаталитические процессы	9	3	9	6	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 2:</i>	36	7	14	15	коллоквиум
	<b>ВСЕГО</b>	72	14	28	30	зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

#### Модуль 1. Электродные процессы окисления и восстановления органических веществ

**Тема 1.** Электродные процессы в области анодных потенциалов. Методы изучения адсорбции органических веществ на электродах. Методы электрохимического окисления и восстановления адсорбированного вещества. Адсорбция органических веществ. Адсорбция органических веществ на S,P-металлах. Изотермы адсорбции. Адсорбция органических веществ на электродах из металлов группы платины при низких и высоких потенциалах. Влияние органических веществ на стадию массопереноса в кинетике электродных процессов. Влияние органических веществ на стадию переноса заряда.

**Тема 2.** Электродные процессы в области высоких анодных потенциалов. Кинетические закономерности электрохимических реакций при адсорбции, электровосстановлении и электроокислении органических веществ. Многостадийные процессы в органической электрохимии. Многостадийные процессы в электрохимии органических соединений и методы их исследования. Особенности электрохимических реакций с участием органических соединений. Методы, основанные на измерении не стационарных вольтамперных характеристик промежуточных продуктов.

#### Модуль 2. Электросинтез органических соединений

**Тема 1.** Научные основы препаративного электросинтеза органических соединений.

Научные основы препаративного электросинтеза пероксосоединений и серасодержащих органических соединений

**Тема 2.** Электрокаталитические процессы.

Понятие об электрокаталитических процессах. Процессы каталитического выделения водорода. Некоторые закономерности электровосстановления ароматических нитросоединений. Природа потенциалов.

## Лабораторные занятия

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений. При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

В данном разделе указывается перечень средств обучения, формируется цель проведения и содержания каждой лабораторной работы.

№№ и названия разделов	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Лабораторная работа №1.</b> Специальные и вспомогательные приборы, применяемые в органической электрохимии. Кулонометры и интеграторы. Литература: осн. [9]. Потенциостаты, назначение и принцип действия. Литература: осн . [8,9].		
Раздел 1. Электродные процессы окисления и восстановления органических веществ	Ознакомление с методикой работы на потенциостатах П-5827М и IPC Pro MF, подготовка электрохимической ячейкой, электродов.	Умение собирать электрохимическую ячейку, проводить измерения на потенциостатах П-5827М и IPC Pro MF
<b>Лабораторная работа № 2.</b> Вольтамперометрический метод изучения электродных процессов окисления и восстановления органических веществ. Снятие потенциодинамических кривых в растворах органических веществ. Литература: осн. [12]; доп. [2,3].		
Раздел 1. Электродные процессы окисления и восстановления органических веществ	Изучение метода потенциодинамических кривых, снятие потенциодинамической кривой окисления органического вещества	Умение проводить потенциодинамические измерения, определять электрохимические константы
<b>Лабораторная работа №3.</b> Метод стационарных поляризационных кривых. Снятие стационарной поляризационной кривой окисления органического вещества. Определение электрохимических констант. Литература: доп. [5].		
Раздел 1. Электродные процессы окисления и восстановления органических веществ	Изучение метода стационарных поляризационных кривых, снятие стационарной поляризационной кривой окисления органического вещества	Умение проводить потенциостатические измерения, определять электрохимические константы
<b>Лабораторная работа №4.</b> Кривая заряжения гладкого и платинированного платинового электродов. Определение истинной поверхности электродов и емкости ЭДС. Литература: осн. [8,9].		

Раздел 1. Изучение кинетики и механизма электродных процессов в растворах органических соединений	Изучение истинной поверхности платинового электрода-катода на процессы электровосстановления и электроокисления.	Владеть математическими методами расчета истинной поверхности, емкости ЭДС
<b>Лабораторная работа №5.</b> Электрохимический и электрокаталитический синтез на платиновом электроде. Литература: осн. [12]; доп. [2,3].		
Раздел 2. Электрокаталитический и электрохимический процессы в растворах органических соединений и электросинтез.	Электрокаталитическое окисление диметилсульфоксида в анодном отделении диафрагменного электролизера до диметилсульфона.	Получение диметилсульфона, разделение, хроматографический анализ конечного раствора анолита.

## 5. Образовательные технологии

Студенты в процессе обучения обеспечены методическими и учебными пособиями, компьютерными программами.

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- самостоятельное изучение дополнительных тем с последующим разбором на практическом занятии;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному контролю;
- написание рефератов и подготовка к их защите;
- подготовка к зачету.

## 6. Учебно - методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Поиск в Интернете дополнительного материала
6. Подготовка к зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. Обеспечение
1.	Изучение рекомендованной литературы.	Устный опрос по разделам дисциплины.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.



3.	Решение задач	Проверка домашних задач.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
5.	Поиск в Интернете дополнительного материала	Прием реферата и выступление с докладом	См. разделы 6.2, 7.3, 8, 9 данного документа.
6.	Подготовка к зачету	Устный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного зачета, либо в форме тестирования.

Оценка “отлично” ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка “хорошо” ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка “удовлетворительно” ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка “неудовлетворительно” ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

### *6.2. Примерная тематика рефератов*

1. Важнейшие процессы органического синтеза.
2. Электродные процессы с участием сераорганических соединений.
3. Электродные процессы с участием солей карбоновых кислот.
4. Теоритические основы процесса получения пероксида водорода.
5. Теоритические основы электросинтеза органических пероксикислот.
6. Основы электрокатализа.
7. Электрохимические сенсоры.

8. Электроокисление и электровосстановление органических соединений и их функциональных групп.
9. Топливные элементы.
10. Современные методы изучения электродных реакций в растворах органических соединений.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция ПК-1	Знания, умения, навыки Знать: теоретические основы, проблемы развития органической химии и его специальную значимость.	Процедура освоения Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: описывать свойства и основные области применения органических веществ на основе их строения, применять знания о вредных и опасных свойствах органических веществ при работе с ними.	Письменный опрос, коллоквиум
ПК-2	Владеть: методологией синтеза и анализа органических веществ при работе с ними. Знать: основные этапы и закономерность развития органического синтеза.	Круглый стол, деловая игра Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: использовать систему фундаментальных химических понятий и методологических аспектов органического синтеза в профессиональной деятельности.	Письменный опрос, коллоквиум
ПК-5	Владеть: формами и методами исследования и анализа, необходимыми в органическом синтезе. Знать: современные научные методы для решения задач, имеющих практическое значение, включая компьютерные технологии.	Круглый стол, деловая игра Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: использовать современные научные методы в органическом синтезе с использованием компьютерных технологий для решения проблем, возникающих при выполнении профессиональных функций. Владеть: современными научными методами на уровне, необходимом для решения задач, имеющих научно — практическое значение.	Письменный опрос, коллоквиум Круглый стол, деловая игра
ПК-7	Знать: основные теории и механизмы	Устный опрос, письменный

реакций важнейших классов органической химии, имеющих производственное значение.	опрос, тестирование
Уметь: объяснить основные механизмы органических реакций, имеющих практическое значение (нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование, ацилирование).	Письменный опрос, коллоквиум
Владеть: навыками связывать реакционную способность органических соединений, с их строением молекул предсказывать механизмы типичных реакций.	Круглый стол, деловая игра, мини-конференция
Владеть: техникой эксперимента в органическом синтезе, приемами выполнения эксперимента по заданной программе.	Круглый стол, деловая игра, мини-конференция

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ПК-1 – “Пониманием сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности”

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1	Знать: теоретические основы, проблемы развития органической химии и его специальную значимость.	Не полностью знает теоретические вопросы и проблемы развития органического синтеза .	Знает закономерности протекания химических процессов, но допускает отдельные неточности при их формулировке.	Знает закономерности протекания химических процессов, современные проблемы развития органического синтеза.
	Уметь: описывать свойства и основные области применения органических веществ на основе их строения, применять знания о вредных и опасных свойствах органических веществ при работе с ними.	умеет описывать свойства и области применения органических веществ на основе их строения, но допускает ошибки.	Умеет описывать и обосновывать свойства и применение органических веществ на основе их строения.	Умеет углубленно анализировать результаты отдельных этапов научных исследований.
	Владеть: методологией синтеза и анализа органических веществ при	частично владеет методологией	Владеет основными методами синтеза	Владеет методами синтеза и

	работе с ними.	синтеза и анализа органических веществ, допускает ошибки.	и анализа органических веществ в лабораторных условиях, в промышленности отлично.	анализа органических веществ в лабораторных условиях и в промышленном производстве.
--	----------------	---	---	---

ПК-2 «Знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, наличием представлений о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-2	Знать: основные этапы и закономерность развития органического синтеза.	Имеет представление об этапах и закономерностях развития органического синтеза, но допускает неточность теме фундаментальных химических понятий.	Знает основные этапы и закономерности развития органического синтеза, но допускает отдельные неточности при формулировке и оценке условий применимости этих закономерностей при решении конкретных химических задач.	Знает основные этапы и закономерности развития органического синтеза и становления её как науки.
	Уметь: использовать систему фундаментальных химических понятий и методологических аспектов органического синтеза в профессиональной деятельности.	Не всегда умеет использовать систему фундаментальных химических понятий органического синтеза в профессиональной деятельности.	Умеет использовать систему фундаментальных химических понятий и методологических аспектов органического синтеза в профессиональной деятельности.	Умеет анализировать этапы и закономерности развития органического синтеза, возникновения системы фундаментальных химических понятий.
	Владеть: формами и методами исследования и	Владеет формами и	Владеет формами и методами	Владеет формами и

анализа, необходимыми в органическом синтезе.	методами научного познания в органическом синтезе, но испытывает затруднения при их применении к решению реальных задач.	научного познания и может применять их на практике.	методами научного познания, способен применять их самостоятельно при решении конкретных задач.
---	--	---	--

ПК-5 «Пониманием необходимости и способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владением ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-5	Знать: современные научные методы для решения задач, имеющих практическое значение, включая компьютерные технологии.	Имеет общее представление о современных научных методах и не всегда может использовать их при решении конкретных практических задач.	Имеет представление о современных научных методах и может использовать их при решении конкретных практических задач.	Имеет четкое, целостное представление о современных научных методах.
	Уметь: использовать современные научные методы в органическом синтезе с использованием компьютерных технологий для решения проблем, возникающих при выполнении профессиональных функций.	Умеет использовать современные научные методы при решении практических задач, но испытывает затруднения.	Умеет самостоятельно использовать современные научные методы при решении конкретных практических задач.	Умеет самостоятельно ставить задачу и решить ее с использованием современных научных методов, включая компьютерные технологии.
	Владеть: современными научными методами на уровне, необходимом для решения задач, имеющих научно — практическое значение.	Владеет общими представлениями о возможностях практическо	Владеет современным и научными методами и может самостоятельно применять	Владеет в совершенстве современными научными методами, способен применить их при решении конкретных

	го применения современных научных методов, но допускает ошибки при их использовании.	их на практике, владеет компьютерной технологией.	практических задач.
--	--	---	---------------------

ПК-7 “Знание основ теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии)”

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-7	Знать: основные теории и механизмы реакций важнейших классов органической химии, имеющих производственное значение.	Имеет общее представление о механизмах и закономерностях протекания химических реакций, но допускает отдельные неточности при оценке условий их применимости при решении конкретных химических задач.	Знает закономерности протекания химических процессов, может сформулировать их и привести примеры использования этих закономерностей при решении конкретных практических задач.	Знает закономерности протекания органических реакций, способы их применения при решении практических задач.
	Уметь: объяснить основные механизмы органических реакций, имеющих практическое значение (нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование, ацилирование).	Умеет объяснить строение молекул органических соединений и механизмы некоторых химических реакций, применяемы	Умеет использовать теоретические модели для обоснования реакционной способности соединений различной природы и оптимизации условий	Умеет планировать работу и интерпретировать полученные результаты с привлечением теоретических представлений органической химии.

	х в промышленности, но допускает неточности в отдельных случаях.	получения заданных веществ.	
Владеть: навыками связывать реакционную способность органических соединений с их строением молекул предсказывать механизмы типичных реакций.	Владеет общими представлениями о возможности и практического использования теоретических основ химии, но не в состоянии их конкретизировать применительно к поставленной задаче.	Владеет навыками применения теоретических основ органического синтеза при решении конкретных практических задач.	Владеет навыками применения теоретических основ органического синтеза, планирования в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания.

#### Формы контроля и критерии оценок

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- самостоятельное изучение дополнительных тем с последующим разбором на лабораторных занятиях;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- отчет по лабораторным занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к зачету.

Формы контроля: текущий контроль (систематический учет знаний и активность студентов на занятиях), промежуточный контроль по модулю (рубежная контрольная работа по пройденному блоку тем) и итоговой контроль (зачет). Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, тестирования, проведения коллоквиума, обсуждения реферата, проверки домашнего задания.

Оценка текущего контроля включает 70 баллов:

- активность на семинарском занятии (20 баллов),
- выполнение домашнего задания (20 баллов),
- тестирования на семинарах (30 баллов).

Промежуточный контроль (в виде контрольной работы или коллоквиума) оценивается в 30 баллов.

Итоговый контроль (100 баллов) проводится в виде устного собеседования или в виде письменного теста, содержащего вопросы по всем разделам курса «Электродные процессы в растворах органических соединений» изучавшимся в процессе семестра. Среднее число баллов по всем модулям, которое дает право получения положительной оценки без итогового контроля знаний – 51 и выше

### **Контрольные вопросы к модулю 1**

1. Окислительно-восстановительные реакции, имеющие отношение к электрокатализу.
2. Сходство и различие между обычными гетерогенными и электрокаталитическими процессами.
3. Стационарный и равновесный потенциалы. Различия между ними.
4. Критерии сравнения каталитической активности различных электродов.
5. Электродные процессы на катодах с высоким перенапряжением.
6. Электродные процессы на катодах с низким и средним перенапряжением.
7. Анодные процессы на электродах с высокоразвитой поверхностью.
8. Закономерности адсорбции органических соединений на твердых электродах.
9. Природа хемосорбированных веществ.
10. Факторы, влияющие на электрокаталитический процесс.

### **Контрольные вопросы к модулю 2**

1. Влияние дисперсности катализаторов на их адсорбционные и электрокаталитические свойства.
2. Влияние кристаллографической ориентации и дефектности структуры на электрокаталитические свойства.
3. Зависимость величины адсорбции органических веществ от потенциала электрода.
4. Способы обработки и подготовки электродов к измерениям.
5. Получение электродов - анодов электрохимическим методом.
6. Анодно-катодная активация электродов.
7. Оксидные электроды в качестве анода при высоких потенциалах.
8. Поляризационная и коррозионная стойкость электродов-катализаторов.
9. Промышленные способы синтеза органических соединений.
10. Электроокисление и электровосстановление органических веществ с участием поверхностно-активных веществ.

### **Примерные тестовые задания**



1. Отличительной особенностью процессов адсорбции на металлах группы платины по сравнению с ртутным электродом является:
  1. Механизм адсорбции
  - 2. Характер распределения частиц по энергиям связи**
  3. Потенциал электрода
  4. Емкость двойного слоя
  
2. Под идеально адсорбированным слоем следует понимать систему адсорбент-адсорбированное вещество, удовлетворяющую следующему условию:
  1. Число адсорбционных мест конечно и не меняется в ходе адсорбции
  2. Места энергетически однородны
  3. Взаимодействие между адсорбированными частицами отсутствует
  - 4. Все три условия**
  
3. В области высоких анодных потенциалов зависимость величины адсорбции органических веществ от потенциала Pt-электрода имеет:
  1. Линейный характер
  2. **Полиэкстремальный характер**
  3. Проходит через максимум
  4. Проходит через минимум
  
4. Предельный адсорбционный ток на полярограмме обладает следующей особенностью:
  1. Не зависит от концентрации деполяризатора
  2. Растет пропорционально высоте ртутного столба
  3. Зависит от температуры, уменьшается с увеличением температуры
  - 4. Имеет все три особенности**
  
5. Каким образом влияет ПАОВ (поверхностно-активные органические вещества) на емкость двойного электрического слоя?
  1. Влияние не оказывает
  2. Увеличивает емкость ДЭС
  - 3. Уменьшает емкость ДЭС**
  4. Оказывает влияние только на интегральную емкость
  
6. Какие продукты образуются преимущественно на свинцовом катоде при электровосстановлении ацетона?
  1. Изопропиловый спирт и пропан
  - 2. Изопропиловый спирт и пинакон**
  3. Пинакон и пропан
  4. Изопропиловый спирт, пропан и пинакон
  
7. Какие процессы называются электрогидрированием органических соединений?
  - 1. Катодные процессы на d-металлах в водных растворах электролитов**
  2. Катодные процессы на d-металлах в неводных растворах электролитов
  3. Процессы восстановления как в водных, так и в неводных растворах на p- и d-металлах
  4. Процессы восстановления на p-металлах в неводных растворах электролитов

8. Какая из приведенных реакций отвечает появлению на поляризационной кривой волны выделения водорода, которая благодаря ускорению реакции органическим веществом и регенерации катализатора носит название каталитической?
1.  $R + BH^+ \rightleftharpoons RH^+ + B$
  2.  $RH^+ + e \rightleftharpoons RH$
  3.  $2RH \rightarrow 2R = H_2$
  4. **Все три реакции в совокупности**
9. К каким методам изучения адсорбции органических веществ относится метод фотоэлектронной эмиссии?
1. Спектроскопические
  2. **Оптические**
  3. Методы, основанные на адсорбционном вытеснении
  4. Измерения емкости двойного слоя
10. Что является конечным продуктом электровосстановления п-нитроанилина в щелочных растворах с  $pH < 14$ .
1. п-гидроксиламинанилин
  2. п-нитрозоанилин
  3. **п-фенилендиамин**
  4. о-фенилендиамин
  5. м-фенилендиамин
11. Как называют катодные реакции, представляющие особый препаративный интерес, которые приводят к образованию веществ с удвоенным молярным весом по отношению к исходному соединению
- |                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| 1. гидрирования          | 3. дегидрирования |
| 2. <b>гидримеризации</b> | 4. синтеза Кольбе |
12. Образованию гликолей при электровосстановлении альдегидов и кетонов способствует
1. уменьшение длины алкила
  2. **увеличение длины алкила**
  3. кислая среда
  4. плотность тока
13. Электролиз органич. соединения при контролируемом потенциале проводят
1. с учетом функциональной группы органического вещества
  2. если органическое вещество восстанавливается в одну стадию
  3. **если органическое вещество восстанавливается или окисляется в несколько стадий**
  4. если органич. соединение трудно восстанавливается и окисляется
14. Электродный материал при электросинтезе орган, соединений отвечает следующему

требованию:

1. устойчивость в выбранном для электросинтеза электролите
2. достаточно отрицательная величина потенциала разряда фона, в случае водных растворов - потенциала выделения водорода, по сравнению с потенциалом восстановления органического вещества
3. обеспечение максимального выхода целевого продукта
4. **всем перечисленным условиям**

15. В случае, какого ароматического соединения наблюдается наибольший выход по току, % при электрогидрировании в одинаковых условиях

1. бензол
2. толуол
3. этилбензол
4. **трет-бутилбензол**

16. Укажите процесс анодного замещения и присоединения

1.  $2\text{RCOO}^- - 2e \rightarrow \text{R-R} + 2\text{CO}_2$
2.  $\text{RCOO}^- + \text{OH}^- - 2e \rightarrow \text{ROH} + \text{CO}_2$
3.  **$\text{RH} + \text{X}^- - 2e \rightarrow \text{RX} + \text{H}^+$**
4.  $\text{KC}_n\text{H}_{2n-2} + \text{RCOO}^- - 2e \rightarrow \text{R}(\text{C}_n(\text{H}_{2n-2})_k\text{R} + 2\text{CO}_2$

17. В каких условиях могут быть синтезированы азо- и азоксисоединения путем восстановления нитросоединений

1. в кислой среде
2. **в щелочной среде**
3. как в кислой, так и в щелочной среде
4. в нейтральной среде

18. Для электровосстановления трудновосстанавливаемых органических веществ, как правило, необходимо использовать растворители

1. протонные
2. **апротонные**
3. кислые
4. нейтральные

19. Что служит исходным сырьем при электросинтезе адиподинитрила

1. ацетонитрил
2. акриловая кислота
3. **акрилонитрил**
4. метилакрилат

20. Бензольное ядро какого из соединений легче подвергается катодному электровосстановлению при одинаковых условиях электролиза?

1. бензол
2. толуол
3. **фенол**
4. ксилол

### **Контрольные вопросы к зачету**

1. Окислительно-восстановительные реакции, имеющие отношение к электрокатализу.
2. Сходство и различие между обычными гетерогенными и электрокаталитическими процессами.
3. Стационарный и равновесный потенциалы. Различия между ними.
4. Критерии сравнения каталитической активности различных электродов.
5. Электродные процессы на катодах с высоким перенапряжением.
6. Получение электродов - анодов электрохимическим методом.
7. Анодно-катодная активация электродов.
8. Оксидные электроды в качестве анода при высоких потенциалах.
9. Поляризованная и коррозионная стойкость электродов-катализаторов.
10. Промышленные способы синтеза органических соединений.
11. Электроокисление и электровосстановление органических веществ с участием поверхностно-активных веществ.

### **8. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **а) основная литература**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Церлина Г.А. Электрохимия. Москва.: ВШ. 2006, 672с.
2. Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле-Рено Р. Электрохимия. Под редакцией Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. Москва: Техносфера, 2008 г., 360 с.
3. Хидиров Ш.Ш. Органическая электрохимия. Мах-ла: ИПЦ ДГУ 2008 г., 42с.
4. Байрамов В.М. Основы электрохимии. М: изд. центр «Академия», 2005 г. – 240 с.
5. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Изд. Дом «Интеллект», 2008.-424с.

#### **б) дополнительная литература**

1. Успехи электрохимии органических соединений. М.: Наука, 1968, 277 с.
2. Проблемы электрокатализа. М.: Наука, 1980, 271 с.
3. Хидиров Ш.Ш. Методические указания к потенциостатическим измерениям на практических занятиях по электрохимии. ДГУ, 1982
4. Хидиров Ш.Ш. Руководство к практическим работам по органической электрохимии. Махачкала, ДГУ, 1994.
5. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Батраков В. Адсорбция органических соединений на электродах. М.:Наука, 1968, 334 с.
6. Томилов А.Г. и др. Электрохимия органических соединений. М.: Наука, 1966, 590 с.
7. Электрохимия органических соединений. М. Брайзер. М.: Мир, 1976, 730 с.

8. Электродные процессы в растворах органических соединений. /Под ред. Б.Б.Дамаскина: М.: МГУ, 1985, 312 с.
9. Ион-радикалы в электродных процессах. //Прогресс электрохимии органических соединений. М.: Наука, 2983, 335 с.
10. Манн Ч., Барнес К. Электрохимические реакции в неводных системах. М.: Химия, 1974, 480 с.
11. Электросинтез и механизм органических реакций. М.: Наука, 1973, 290 с.
12. Электросинтез и биоэлектрохимия. М.: Наука, 1975, 340 с.
13. Органическая электрохимия. Пер. с англ. под ред. Петросян В.А.,
14. Феокистов Л.Г. М.: Химия, 1988. Кн. I, 475 с.

### **9. Перечень ресурсов информационно — телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [elib.dgu.ru](http://elib.dgu.ru).
2. [Url://www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
3. <http://voval001.narod.ru/00008863.htm>
4. [http://ximfak.narod.ru/3\\_kurs/neft.htm](http://ximfak.narod.ru/3_kurs/neft.htm)
5. Пакет программ IPC-Pro MF для экспериментального обеспечения научного исследования.

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки

исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Электродные процессы в растворах органических соединений» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов.
- Программы пакета Microsoft Office.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных и семинарских занятий по потокам студентов.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованной лаборатории с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.):

1. Потенциостат П-5827М
2. Потенциостат «РС-Pro» с выходом на ПК
3. Трехэлектродная электрохимическая ячейка
4. Электроды для электрохимических измерений (хлорсеребряный, платиновые, свинцовые, угольные и т.д. электроды)
5. Электролизеры для электрохимических синтезов
6. Амперметры Д5076, Д 50145
7. Выпрямитель ТУРЕ: TR-9252
8. Плитки электрические ПЭ
9. Ареометры для электролита (кг/м<sup>3</sup>): 1000-1120, 1080-1280, 1200-1280
10. Механические мешалки
11. Комплект лабораторной посуды
12. Мультимер UT -70 В
13. Магнитные мешалки ПЭ 6110
14. Микроскоп «Микмед».