

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРОСИНТЕЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Кафедра физической и органической химии  
химического факультета

Образовательная программа магистратуры

Направление подготовки  
**04.04.01 Химия**

Профиль подготовки: «**Органическая химия**»

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **вариативная**

Махачкала, 2016 г.

Рабочая программа дисциплины **“Процессы электросинтеза органических соединений”** составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.04.01 Химия (магистратура).  
от «23» 09 2016г. № 104/2

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 «4» 09 2016г., протокол № 1

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

на заседании Методической комиссии Химический факультета от  
«23» 09 2016г., протокол № 1.

Председатель Бабуев Бабуев М.А.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «23» 09 2016г. ЖК  
(подпись)

Дисциплина “Процессы электросинтеза органических соединений” входит в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы *магистратуры 04.04.01 Химия*.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой физической и органической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой магистра химии по профилю органическая химия, свободно владеющего теоретическими и практическими основами органической химии в части, касающейся перспективных органического электросинтеза и обладающего практическими навыками решения исследовательских задач на основе выполнения научной работы.

Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника: ПК-2, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *отчетов по лабораторным работам, контрольных работ и коллоквиумов, устный опрос, письменный опрос, тестирование* и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия в том числе						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консульт			
4	108	14	20	-	-	-	74	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины “Процессы электросинтеза органических

соединений” является:

- сформировать у студентов представление о наноматериалах и методах их диагностики, дать обзор нанотехнологий и перспективных разработок в этой области.

- показать причины, обуславливающие изменение многих физических и химических свойств вещества в нанометровом диапазоне;

- показать междисциплинарный характер нанохимии и ее прикладной ветви – нанотехнологии;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина “Процессы электросинтеза органических соединений” входит в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы *магистратуры* 04.04.01 Химия.

Курс “Процессы электросинтеза органических соединений” знакомит обучающихся с особенностями физико-химических свойств наиболее перспективных органических и гибридных нанобъектов; их получения, стабилизации; областями применения. Динамичное развитие всех дисциплин, связанных с нанотехнологиями перспективой их развития. Способствует самостоятельной работе студентов в освоении данной дисциплины при работе с научной периодикой и электронными ресурсами.

Для успешного освоения данной дисциплины студенты должны изучить предшествующий ему курс органической химии, а также спецкурсы бакалавриата или специалитета по органической химии.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения
ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	В полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента

## 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

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)
				Лекции	Практич. зан.	Лекции	Коллоквиумы		
<b>Модуль 1. Основные и вспомогательные приборы используемые в электросинтезе органических соединений</b>									
1	Потенциостаты, назначение и принцип работы	4	1	1		-		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Электрохимические ячейки, электроды, электролизеры, диафрагмы	4	2	2		4		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Вспомогательные измерительное оборудование используемые в электросинтезе органических соединений	4	3	2		4		7	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 1:</i>	4		5		8		23	коллоквиум
<b>Модуль 2. Оптимальные условия электросинтеза органических соединений</b>									
1	Характеристика органического вещества.	4	4	1		2		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Подбор плотности тока и потенциала электрода на основе потенциостатических измерений	4	5	2		2		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Принципы и методы органического синтеза	4	6	2		2		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 2:</i>	4		5		6		25	коллоквиум
<b>Модуль 3. Препаративный электросинтез органических соединений</b>									

1	Выбор электродного материала, растворителя, электролита, диафрагмы. Сбор установки	4	7	2		2		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
2	Методы определения выхода по току, по веществу	4	8	1		2		9	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
3	Анализ продуктов электросинтеза	4	9	1		2		8	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 3:</i>	36		4		6		26	коллоквиум
	Всего:	108		14		20	-	74	зачет

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### Модуль 1. Основные и вспомогательные приборы используемые в электросинтезе органических соединений

##### ***Тема 1. Потенциостаты, назначение и принцип работы.***

Принципиальная схема устройства потенциостата. Гальваностатические и потенциостатические режимы работы потенциостата. Методики использования для изучения кинетики и механизмов электродных реакций.

##### ***Тема 2. Электрохимические ячейки, электроды, электролизеры, диафрагмы.***

Системы двух, трех – электродных ячеек. Материалы электродов для окисления и восстановления. Катионитовые и анионитовые мембраны, и другие виды диафрагм

##### ***Тема 3. Вспомогательные измерительное оборудование используемые в электросинтезе органических соединений.***

Амперметры, вольтметры, кулонометры и интеграторы. Схемы подключения амперметров и вольтметров в электрохимической цепи. Цифровые преобразователи информации. Точность измерений.

#### Модуль 2. Оптимальные условия электросинтеза органических соединений

##### ***Тема 1. Характеристика органического вещества.***

Процессы окисления и восстановления, термодинамическая обратимость окислительно-восстановительного потенциала реакции. Перенапряжение и кинетика электрохимической реакции. Выбор электролита, растворителя электродного материала.

##### ***Тема 2. Подбор плотности тока и потенциала электрода на основе потенциостатических измерений***

Подбор потенциала для проведения препаративного электролиза, определение плотности тока для электросинтеза органического вещества на твердых электродах. Пределы потенциалов окисления и восстановления органического вещества и растворителя. Влияние потенциала электрода на скорость электрохимической реакции, изучение кинетических закономерностей в реакциях выделения водорода и образования кислорода. Влияние природы катодного и анодного материалов, плотности тока, потенциала электрода, состава раствора, наличие поверхностно-активных веществ на каталитическую активность реакций.

### ***Тема 3. Принципы и методы органического синтеза***

Научные основы препаративного электросинтеза органических соединений. Выявление основных закономерностей протекания процессов выделения водорода и образование кислорода в процессах, используемых в источниках тока, получения хлора и др. окислителей. Изучение основных процессов электрокаталитических реакций, протекающих при синтезе органических веществ. Электролиз при контролируемом потенциале и плотности тока. Выявление потенциала окисления и восстановления органического вещества..

## **Модуль 3. Препаративный электросинтез органических соединений.**

***Тема 1. Выбор электродного материала, растворителя, электролита, диафрагмы. Сбор установки***

### ***Тема 2 Принципы и методы органического синтеза.***

Механизм электрохимических реакций в зависимости от природы материала электрода-катализатора, модифицирование поверхности электродного материала различными поверхностно-активными веществами.

### ***Тема 3. Методы анализа продуктов электросинтеза.***

Электрохимические методы анализа. Количественные методы- макроэлектролиз. Индикаторный метод – микроэлектролиз. Электрогравиметрический анализ. Полярография. Кулонометрия. Потенциметрия. Амперометрия. Стационарные методы анализа. Циклическая вольтамперометрия. ИК, КР, УФ и хроматомасс-спектрокопия, сканирующая электронная микроскопия.

## **Лабораторные работы**

Целью лабораторных занятий является:

- ознакомить студентов с основными и вспомогательным оборудованием, используемых в органической электрохимии;
- ознакомить методами электрохимического синтеза органических веществ;
- экспериментальными методами установить строение продуктов электросинтеза;
- показать преимущества и возможные области применения препаративного электросинтеза;
- освоить методы аналитического контроля;

- выполнение исследовательской работы по изучению процессов электросинтеза органических соединений .

№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Лабораторная работа №1. Специальные и вспомогательные приборы, применяемые в органической электрохимии.</b>		
<p>Модуль 1. Основные и вспомогательные приборы используемые в электросинтезе органических соединений органических веществ</p> <p>Тема 1. Потенциостаты, назначение и принцип работы.</p> <p>Тема 2. Электрохимические ячейки, электроды, электролизеры, диафрагмы.</p> <p>Тема 3. Амперметры, вольтметры, кулонометры и интеграторы.</p>	<p>Ознакомление с методикой работы на потенциостатах П-5827М и IPC Pro MF, кулонометры и интеграторы назначение и принцип действия подготовка электрохимической ячейкой, электродов. Использование и изучение работы кулонометрах и интеграторах в процессе электрохимических измерение.</p>	<p>Умение собирать электрохимическую ячейку, проводить измерения на потенциостатах, кулонометрах и интеграторах</p>
<b>Лабораторная работа № 2 Вольтамперметрические измерения в растворах органических соединений</b>		
<p>Модуль 2. Оптимальные условия электросинтеза органических соединений</p> <p>Тема 1. Характеристика органического вещества.</p>	<p>Снятие стационарных и потенциодинамических поляризационных кривых в отдельности.</p>	<p>Владеть методами снятия ВАП и анализировать их</p>
<b>Лабораторная работа № 3. Основы подбора оптимальных условий электросинтеза органических соединений</b>		
<p>Модуль 2. Оптимальные условия электросинтеза органических соединений.</p> <p>Тема 2. Подбор плотности тока и потенциала электрода</p> <p>Тема 3. Электролиз при контролируемом потенциале и плотности тока</p>	<p>Характеристика органического вещества. Электролиз при контролируемом потенциале. Подбор электродного материала, плотности тока, потенциала электрода, растворителя</p>	<p>Владеть навыками сбора ячеек и проведения электросинтеза</p>
<b>Лабораторная работа № 4. Электрохимический синтез диметилсульфона на</b>		



<b>платиновом электроде</b>		
<p>Модуль 3. Препаративный электросинтез органических соединений.</p> <p>Тема 1. Основы электросинтеза органических соединений</p> <p>Тема 2. Принципы и методы органического синтеза</p> <p>Тема 3. Методы анализа продуктов электросинтеза</p>	<p>Электрокаталитическое окисление диметилсульфоксида в анодном отделении диафрагменного электролизера до диметилсульфона.</p>	<p>Владеть навыками современными методами аналитического контроля продуктов, проведения электрохимического синтеза и обработки полученных результатов</p>
<b>Лабораторная работа № 5. Электрокаталитический синтез метансульфонокислоты на платиновом электроде</b>		
<p>Модуль 3. Препаративный электросинтез органических соединений.</p> <p>Тема 1. Основы электросинтеза органических соединений</p> <p>Тема 2. Принципы и методы органического синтеза</p> <p>Тема 3. Методы анализа продуктов электросинтеза</p>	<p>Электрохимическое окисление диметилсульфоксида до метансульфонокислоты. Окисление диметилсульфона до метансульфонокислоты.</p>	<p>Владеть навыками современными методами аналитического контроля продуктов, проведения электрохимического синтеза и обработки полученных результатов</p>

## **5. Образовательные технологии**

В курсе по направлению подготовки магистров широко используются в учебном процессе компьютерные программы, различные методики в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В соответствии с требованиями ФГОС предусматривается использование при проведении занятий следующих активных методов обучения:

- выполнение лабораторных работ с элементами исследования;
- отчетные занятия по разделам;
- решение задач.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 64 часа аудиторных занятий. Занятия лекционного типа (лекция, лекция-дискуссия, лекция консультация, проблемная лекция) составляет 30% аудиторных занятий.

## **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 экзамену.

№	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 экзамену	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 экзамена, 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. Примерные темы рефератов

1. Важнейшие процессы органического синтеза
2. Электродные процессы с участием сероорганических соединений
3. Электродные процессы с участием солей карбоновых кислот
4. Теоритические основы процесса получения метансульфокислоты
5. Теоритические основы электросинтеза органических пероксикислот
6. Основы электрокаталитического синтеза
7. Электроокисление органических соединений и их функциональных групп.
8. Электровосстановление органических соединений и их функциональных групп.
9. 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.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-2	Знать: - современные направления в области органического электросинтеза, - об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов получения наноструктур	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области	Круглый стол, деловая игра

ПК-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы органической и неорганической химии,</li> <li>- современные квантовохимические методы оценки реакционной способности органических соединений</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;</li> <li>- проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на процесс электросинтеза</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в полном объеме владеет навыками электросинтеза синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p> <p>Письменный опрос, коллоквиум</p> <p>Круглый стол, деловая игра</p>
------	---	---

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

ПК-2 – “Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии”

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности электродных процессов с участием органических соединений</li> <li>- особенности процессов окисления и восстановления с участием различных электродных материалов, растворителей и ПАВ</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы Фарадея, расчет и практическое определение выходов по току и по веществу</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы определения и выделения конечного продукта, установить природу синтезированного вещества</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основании полученных опытных данных электросинтез предположить образования промежуточного конечного продукта из исходного вещества</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать возможности проведения электросинтеза предполагаемого вещества</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать возможность и условия проведения электросинтеза</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать правильность методики выбора процесса электросинтеза</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать экологические и экономические факторы и проводить теоретический анализ</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебной, научной и справочной литературой в</li> </ul>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебной, научной и справочной</li> </ul>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебной, научной и справочной</li> </ul>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебной, научной и справочной литературой в</li> </ul>

	изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	литературой в изучаемой области	литературой в изучаемой области - владением теорией	изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии
базовый	Знать: - современное состояние процессов теоритического и практического синтеза органических соединений различных классов	Знать: - особенности анодных и катодных процессов, выбора электродных материалов	Знать: - методику подбора условий и осуществления электросинтеза того или иного вещества	Знать: - теорию и практику анодного и катодного синтеза на нерастворимых электродных материалов
	Уметь: - оценивать возможность практического применения процессов электросинтеза органический соединений	Уметь: - оценивать проведения катодных и анодных процессов	Уметь: - оценивать правильность методики выбора процесса электросинтеза	Уметь: - оценивать возможности проведения электросинтеза предполагаемого вещества
	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии
продвинутый	Знать: - современные направления в области органического электросинтеза, - об общих закономерностях смежных с химией естественных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения	Знать: - об общих закономерностях смежных с химией естественных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материалове	Знать: - современные направления в области органического электросинтеза, - об общих закономерностях смежных с химией естественных дисциплин	Знать: - современные направления в области органического электросинтеза, - об общих закономерностях смежных с химией естественных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения

		дения		
	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов электросинтеза органических соединений	Уметь: - оценивать возможность и экспериментальных способов электросинтеза органических соединений	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа	Уметь: - оценивать возможности современных методов теоретического анализа и экспериментальных способов электросинтеза органических соединений
	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией	Владеть: - учебной, научной и справочной литературой в изучаемой области - владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

ПК-3 «Готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: - теоретические основы электрохимических процессов в растворах органических соединений	Знать: - суть электрохимических процессов окисления и восстановления органических соединений	Знать: - современные методы электросинтеза органических соединений	Знать: - теорию и практику электросинтеза органических соединений
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;	Уметь: - проводить качественную и количественную оценку электросинтеза	Уметь: - проводить качественную и количественную оценку результатов электросинтеза	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;
	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электрохимического	Владеть: - в полном объеме владеет навыками	Владеть: - в полном объеме владеет навыками	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза и

	синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента	электрохимического синтеза	электросинтеза, основными методами диагностики веществ	методами обработки результатов эксперимента
базовый	Знать: - современные методы электрохимических исследований и методы их проведения	Знать: - принцип работы потенциостата, кулометров, потенциометров	Знать: - основную аппаратуру и установки для проведения процесса электросинтеза	Знать: - теоретические основы современных методов электрохимических измерений с участием органических веществ
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении электросинтеза органических соединений;	Уметь: - проводить качественную и количественную оценку результатов электросинтеза	Уметь: - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований;
	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента
продвинутый	Знать: - теоретические основы органической электрохимии, - современные методы оценки механизмов электросинтеза органических соединений	Знать: - теоретические основы органической электрохимии	Знать: - теоретические основы органической электрохимии, - современные методы электросинтеза и электроанализа	Знать: - теоретические основы органической электрохимии, - современные методы оценки механизмов электросинтеза органических соединений
	Уметь: - использовать современную аппаратуру при	Уметь: - использовать современную аппаратуру при	Уметь: - использовать современную аппаратуру при	Уметь: - использовать современную аппаратуру при

проведении научных исследований; -проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на процесс электросинтеза	проведении научных исследований;	проведении научных исследований; -проводить качественную оценку влияния различных факторов на процесс электросинтеза	проведении научных исследований; -проводить качественную и количественную оценку влияния различных факторов на процесс электросинтеза
Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ	Владеть: - в полном объеме владеет навыками электросинтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Формы контроля и критерии оценок

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 (экзамен). Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, тестирования, проведения коллоквиума, обсуждения реферата, проверки домашнего задания.

Оценка текущего контроля включает 70 баллов:

- допуск к выполнению лабораторных работ (10 баллов);
- выполнение и сдача лабораторных работ (20 баллов);
- тестирование (10 баллов);
- выполнение контрольной работы (с включением задач) – 20 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 “Каталитический синтез азотсодержащих соединений”, изучавшимся в процессе семестра. Среднее число баллов по всем модулям, которое дает право получения положительной оценки без итогового контроля знаний – 51 и выше.



## Типовые тесты

**Вопрос №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

**Вопрос №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

**Вопрос № 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

**Вопрос № 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

## Вопрос № 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

## Вариант № 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

### Вопрос № 7

Какие процессы называются электрогидрированием органических соединений?

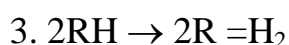
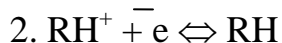
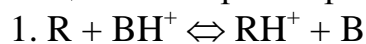
1. Катодные процессы на d-металлах в водных растворах электролитов
2. Катодные процессы на d-металлах в неводных растворах электролитов
3. Процессы восстановления как в водных, так и в неводных растворах на p- и d-металлах
4. Процессы восстановления на p-металлах в неводных растворах электролитов

### Вопрос № 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?



4. Все три реакции в совокупности

### Вопрос № 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

### Вопрос № 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

### Вопрос № 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
- 2. гидримеризации**
3. дегидрирования
4. синтеза Кольбе

### Вопрос № 12

Образованию гликолей при электровосстановлении альдегидов и кетонов способствует

1. уменьшение длины алкила
- 2. увеличение длины алкила**
3. кислая среда
4. плотность тока

**Вопрос № 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

**Вопрос № 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**

### Вопрос № 5

В случае какого ароматического соединения наблюдается наибольший выход по

току, % при электрогидрировании в одинаковых условиях

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

### Вопрос № 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.  $k\text{C}_n\text{H}_{2n-2} + \text{RCOO}^- - 2e \rightarrow \text{R}(\text{C}_n(\text{H}_{2n-2})_k\text{R} + 2\text{CO}_2$

### Вопрос № 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

### Вопрос № 18

Для электровосстановления трудновосстанавливаемых органических веществ, как

правило, необходимо использовать растворители

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

### Вопрос № 19

Что служит исходным сырьем при электросинтезе адипонитрила

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

### Вопрос 21

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. 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.
11. Влияние дисперсности катализаторов на их адсорбционные и электрокаталитические свойства.
12. Влияние кристаллографической ориентации и дефектности структуры на электрокаталитические свойства.
13. Зависимость величины адсорбции от концентрации при малых заполнениях органическими веществами.
14. Способы приготовления высокодисперсных металлических электрокатализаторов.
15. Получение катализаторов электрохимическими методами.
16. Обработка электрокатализаторов, анодно-катодная активация.
17. Оксидные катализаторы, углеродистые материалы и органические комплексы металлов.
18. Поляризационная и коррозионная стойкость электродов-катализаторов.
19. Промышленное использование катализаторов.
20. Классификация ферментов и их структура.
21. Способы иммобилизации ферментов.
22. Водородная реакция и реакция восстановления кислорода с участием ферментов.
23. Электроокисление и электровосстановление органических веществ с участием ферментов.
24. Процессы окисления и восстановления с участием пероксидазы.

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

### **а) Основная литература:**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Лань, 2015, 672 с.
2. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы лектрохимии. 2-е изд. М: Интеллект, 2013, 448 с.
3. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. Теоретическая
4. электрохимия. –М.: Студент, 2013.

5. Миомандр Ф, Садки С., Одебер П., Меалле-Рено. Электрохимия./ Под ред. В.Н. Гамбурга, Сафонова В.А. М: 2008, 360 с.
6. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. 2-е изд., испр. и перераб. –М.: Химия, КолосС, 2006.
7. Дамаскин Б.Б. и др. Практикум по электрохимии. Учебное пособие. М: Высшая школа, 1991, 288 с.

#### **б) Дополнительная**

1. Плит В. Электрохимия в материаловедении/ Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. 446 с.
2. Бабин А.В., Лебедев В.А. Подготовка и проведение электрохимических исследований в расплавах солей Екатеринбург: УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 2014. 69 с.
3. Сибирцев В.С. Основы электрохимических процессов. Практикум. / Учебное пособие. Часть III –СПб: Университет ИТМО, 2015. 93 с.
4. Хидиров Ш.Ш. Органическая электрохимия/Руководство к лабораторно-практическим занятиям для студ. хим. ф-та. Махачкала: ИПЦ ДГУ. 2008, 42 с.
5. Корниенко В.Л., Колягин Г.А., Салтыков Ю.В. Электросинтез в гидрофобизированных электродах/ Монография, Новосибирск: изд-во СО РАН, 2011. 170 с.
6. Новиков В.Т., Кокарев Г.А., Царькова Т.Г. Электросинтез химических продуктов и химические источники тока/ Методическое пособие. М:РХТУ, 2007. 32 с.
7. Полудова В.П. Практикум по кинетике электродных процессов/ Калининград. КГУ, 2004. 42 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. [nanometer.ru](http://nanometer.ru)
  3. [www.microbot.ru](http://www.microbot.ru)
  4. [www.mno.ru](http://www.mno.ru)
  5. <http://nano.muctr.ru>
  6. Сайт МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/>

#### **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, экзамен). При этом проводятся:

тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Потенциостаты, назначение и принцип работы. Амперметры, вольтметры, кулонометры и интеграторы.	Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.
Электрохимические ячейки, электроды, электролизеры, диафрагмы	Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.
Характеристика органического вещества. Подбор плотности тока и потенциала электрода. Электролиз при контролируемом потенциале и плотности тока	Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.
Основы электросинтеза органических соединений Принципы и методы органического синтеза	Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.
Методы анализа продуктов электросинтеза	Проработать лекционный материал. Решить задачи по данной теме. Подготовиться к выполнению и сдаче лабораторной работы. Подготовить реферат по заданной теме.



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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине наряду с традиционным чтением лекций используются информационно-коммуникационные технологии, аудитория оснащенная компьютером и видеопроектором, применяются презентации. Используется технология критического мышления, включающая знакомство с работами ведущих российских ученых, составлением конспектов, выполнением проблемного проекта. Представление проекта проходит в виде научной конференции на практическом занятии. Самостоятельная работа студентов заключается в написании рефератов с использованием современных публикаций и подготовке к экзамену.

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

Лаборатории кафедры оснащены установками для каталитического синтеза органических соединений, имеется установка для синтеза с вакуумной перегонкой, установки для перегонки с водяным паром, установка для перегонки, рефрактометр RL-2, термостат, роторный испаритель, лабораторные трансформаторы, бидистилляторы, рН-метр ЛП4-01, микроскопы, хроматограф - Хром -5, сушильные шкафы КС-65, реактивы, 3 компьютера и 2 узла Интернета.

В соответствии с требованиями ГОС кафедра имеет специально оборудованные лаборатории для проведения лабораторных работ и учебные аудитории для проведения лекционных занятий по потокам студентов. Лекционные помещения укомплектованы техническими средствами обучения для проведения интерактивных занятий, в том числе и с доступом в интернет (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком, проводной и дистанционный интернет). Обеспечение дисциплины осуществляется кафедрой физической и органической химии химического факультета и включает в себя приборы для физико-химического анализа (спектрофотометрия, кондуктометрия, газо-жидкостная хроматография и пр., вычислительная техника, химическое программное обеспечение (программы 3D Viever, MDL ISIS, 7.0 Origin, Hyper Chem 7.5, Gaussian 98, 03 и 09 и др). Научно-исследовательская работа проводится на кафедре физической и органической химии факультета, ее материальным техническим обеспечением является используемое кафедрой в процессе преподавания учебно-методическое обеспечение (компьютерный класс, видеопроекторы, учебное и лабораторное оборудование): Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwavelV,

AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2- FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США. Для проведения качественных и количественных исследований наноструктур кафедры так же пользуется центром коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия» ДГУ.