

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и  
материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мацулевич Ж.В.

“23” июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.6 «Электрохимический синтез органических соединений»**  
для подготовки магистров

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Электрохимические процессы и производства

Технологии глубокой переработки природных энергоносителей

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2022

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 180/5  
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой (3 семестр)

Разработчик: Исаев В..В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород  
2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 910 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 12.04.2022 № 14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»

*Протокол заседания от «22» июня 2022 г. №7*

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Ивашкин Е.Г. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-химических технологий и материаловедения

*Протокол заседания от «23» июня 2022 г. №9*

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный №\_\_\_\_\_.  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## **Оглавление**

### **ОГЛАВЛЕНИЕ 3**

#### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4**

1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4

1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4**

#### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4**

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 8**

4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ 8

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ 9

#### **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 16**

#### **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 20**

6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА 20

6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА 21

6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 21

#### **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 22**

7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 22

7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СПРАВОЧНЫХ ..... 22

#### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 24**

#### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 25**

#### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 26**

10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 26

10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 26

10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 26

10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ 26

10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 26

#### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 27**

11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 27

11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ 28

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются:** формирование знаний основных особенностей электрохимического синтеза органических соединений, понятий электрохимического синтеза основных классов органических соединений при катодном восстановлении и анодном окислении их и профессиональных компетенций в области электрохимического синтеза.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- ознакомить магистров с современными методами синтеза органических соединений;
- ознакомить магистров с современными приборами и методиками, применяемыми при электрохимическом синтезе.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.6 «Электрохимический синтез органических соединений» включена в перечень обязательных дисциплин базовой части образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, программы магистратуры «Электрохимические процессы и производства», «Технологии глубокой переработки природных энергоносителей». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата, а также «Конструкционные материалы» изучаемые в 1-2 семестрах.

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилю подготовки, «Преддипломная практика», «Технологическая практика», «Научно-исследовательская работа», подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОП ВО по специальности 18.04.01 Химическая технология программы магистратуры «Электрохимические процессы и производства», «Технологии глубокой переработки природных энергоносителей»:

ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.

ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ОПК-1</b>				
Электрохимический синтез органических соединений				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
<b>ОПК-4</b>				
Конструкционные материалы в химических производствах				
Электрохимический синтез органических соединений				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ИОПК-1.1. Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывает планы проведения научных исследований ИОПК-1.2. Разрабатывает планы проведения научных исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает программы проведения научных исследований технических разработок	<b>Знать:</b> электрохимические процессы и по ним выбирать темы исследовательской деятельности; контролируемые параметры технологического процесса электросинтеза органических соединений; современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений	<b>Уметь:</b> самостоятельно описать процессы, при электрохимическом синтезе органических соединений; выбрать современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений	<b>Владеть:</b> навыками электрохимического синтеза органических соединений и разработки норм выработки технологических нормативных расходов; навыками организации самостоятельной и коллективной деятельности, распределение обязанностей при выполнении исследований; навыками выбора современного оборудования и технологической оснастки для электросинтеза органических соединений	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты

ОПК-4. Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ИОПК-4.2. Оценивает риски и безопасность используемых производственных технологий	<b>Знать:</b> риски и безопасность применения апротонных и диполярных растворителей используемых производственных технологий электросинтеза органических соединений	<b>Уметь:</b> оценить риски и безопасность применения апротонных и диполярных растворителей используемых производственных технологий электросинтеза органических соединений	<b>Владеть:</b> навыками применения апротонных и диполярных растворителей используемых производственных технологий электросинтеза органических соединений.	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИОПК-4.3. Учитывает экологические ограничения, связанные с осуществлением профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> экологические ограничения, связанные с осуществлением производственных технологий электросинтеза органических соединений	<b>Уметь:</b> оценивать экологические ограничения, связанные с осуществлением производственных технологий электросинтеза органических соединений.	<b>Владеть:</b> навыками оценки экологических ограничений, связанные с осуществлением производственных технологий электросинтеза органических соединений	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. 180 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
	3 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>	<b>очная</b>	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практика, занятия и др.)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	51	51
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	1	1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
реферат/эссе (подготовка)	8	8
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.), в т.ч. подготовка к зачёту	82	82
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	-	-

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
<b>3 семестр</b>									
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 1 Основные тенденции развития электросинтеза органических соединений					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций	
	<b>Тема 1.1.</b> Основные тенденции, способствующие развитию электрохимического синтеза органических соединений.	0,5	-	0,5	1,0				
	<b>Тема 1.2.</b> Современные электродные материалы, способствующие развитию электрохимического синтеза органических соединений	0,5	-	0,5	1,0				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				2,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>1,0</b>	-	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>				
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 2. Электровосстановление органических соединений с кратными углерод-углеродными связями					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций	
	<b>Тема 2.1.</b> Механизм восстановления ацетиленовых углеводородов	1,0	-	1,0	2,0				
	<b>Тема 2.2.</b> Влияние условий электролиза на электрохимическое восстановление ацетиленовых углеводородов (материал электродов, плотность катодного тока, состав электролита и растворителя, температуры)	1,0	-	1,0	2,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы								
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b> реферат, эссе (тема) расчётно-графическая работа (РГР) контрольная работа				4,0						
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>2,0</b>	-	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 3. Электровосстановление органических соединений с изолированными этиленовыми связями  <b>Тема 3.1.</b> Механизм восстановления ацетиленовых углеводородов  <b>Тема 3.2.</b> Влияние условий электролиза на электрохимическое восстановление ацетиленовых углеводородов (материал электродов, плотность катодного тока, состав электролита и растворителя, температуры)  <b>Тема 3.3.</b> Влияние строения вещества на электрохимическое восстановление этиленовых углеводородов.  <b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема) расчётно-графическая работа (РГР) контрольная работа	0,5  1,0  0,5  0,5	-  -  -	0,5  1,0  0,5  0,5	1,0  2,0  1,0  4,0	Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	Презентация	Конспект лекций			
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2,0</b>	-	<b>2,0</b>	<b>4,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4	Раздел 4. Электровосстановление органических соединений с сопряженными этиленовыми связями  <b>Тема 4.1.</b> Электровосстановление ненасыщенных нитрилов  <b>Тема 4.2.</b> Влияние материала электрода,	0,5  0,5	-  -	0,5  0,5	1,0  1,0	Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа									
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	плотности катодного тока, электролита и растворителя, концентрации акрилонитрила, температуры электролита на катодное восстановление соединений с сопряженными этиленовыми связями. Технологическая схема производства адипонитрила гидродимеризацией акрилонитрила.										
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>				2,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>1,0</b>	-	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 5. Электрохимическое восстановление ненасыщенных кислот	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]				Презентация	Конспект лекций				
	<b>Тема 5.1.</b> Особенности восстановления кислот на примере малеиновой и фумаровой кислот.	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Тема 5. 2.</b> Условия препаративного восстановления (влияние строения кислоты, температуры, кислотности среды).	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>				2,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>1,0</b>	-	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2	Раздел 6 Катодное восстановление ненасыщенных альдегидов и кетонов	Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]				Презентация	Конспект лекций				
	<b>Тема 6.1.</b> Особенности восстановления на примере винилметил кетона,	0,5	-	0,5	1,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы								
	бензальцетона, стероидных кетонов										
	<b>Тема 6.2.</b> Влияние условий электролиза на процесс восстановления ненасыщенных альдегидов и кетонов.	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:</b>				2,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>-</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 7 Электрохимическое восстановление соединений, имеющих «бензоидную» структуру					Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	Презентация	Конспект лекций			
	<b>Тема7.1.</b> Особенности электровосстановления бензола	0,33	-	0,33	1,0						
	<b>Тема 7.2.</b> Особенности электрохимического восстановления гомологов бензола	0,33	-	0,33	1,0						
	<b>Тема 7.3.</b> Особенности электрохимического восстановления полициклических ароматических углеводородов	0,34	10,0	0,34	10,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:</b>				<b>12,0</b>						
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 7 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,0</b>	<b>12,0</b>						
	Раздел 8 Электровосстановление гетероциклических органических соединений					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций			
	<b>Тема 8.1.</b> Особенности электровосстановления пиридина, пиролла, индола, октагидрокарбазола.	0,5	-	0,5	1,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Тема 8.2.</b> Влияние условий электролиза на процессы электрохимического восстановления гетероциклических соединений.	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:</b>				2,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Итого по 8 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>-</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>			
	Раздел 9 Катодное восстановление карбонильных соединений					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	<b>Тема 9.1.</b> Механизм электрохимического восстановления альдегидов и кетонов. Восстановление бензальдегида и диметилкетона (ацетона)	0,5	10,0	0,5	10,0			
	<b>Тема 9.2.</b> Влияние материала катода, плотности катодного тока, температуры и структуры соединений на реакционную способность карбонильной группы.	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:</b>				11,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 9 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,0</b>	<b>11,0</b>			
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2	Раздел 10 Возможности электрохимического синтеза предельных углеводородов, спиртов и пинаконов					Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	Презентация	Конспект лекций
	<b>Тема 10.1.</b> Электровосстановление формальдегида, ацетальдегида, ацетона, бензофенона, ацетоуксусного эфира	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Тема 10.2.</b> Технологическая схема	0,5	-	0,5	1,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций ИОПК 4.3	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы								
	электрохимического синтеза сорбита и маннита										
	<b>Тема 10.3.</b> Гидродимеризация с образованием пинаконов	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:</b>				3,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 10 разделу</b>	<b>1,5</b>	<b>12,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>						
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Раздел 11 Возможности анодного окисления органических соединений. Механизмы анодного окисления					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций			
	<b>Тема 11.1.</b> Механизм анодного окисления органических соединений	0,5	7,0	0,5	7,0						
	<b>Тема 11.2.</b> Выбор материалов анодов при электрохимическом синтезе органических соединений	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 11раздела:</b>				8,0						
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 11 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>7,0</b>	<b>1,0</b>	<b>8,0</b>						
	<b>Раздел 12</b> Электрохимическое окисление алифатических углеводородов					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций			
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	<b>Тема 12.1.</b> Анодное окисление алифатических углеводородов	0,5	10,0	0,5	10,0						
	<b>Тема 12.2.</b> Влияние условий электролиза на электроокисление алифатических углеводородов	0,5	-	0,5	1,0						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 12</b>				11,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 12 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,0</b>	<b>11,0</b>			
	Раздел 13 Электрохимическое окисление спиртов, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот							
	<b>Тема 13.1.</b> Анодное окисление спиртов, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот	0,5	7,0	0,5	8,0			
	<b>Тема 13.2.</b> Синтез Кольбе. Влияние условий электролиза на анодное окисление спиртов, альдегидов. Кетонов и карбоновых кислот	0,5	7,0	0,5	8,0			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 13 раздела:</b>				16,0			
	реферат, эссе (тема)							
ОПК-1 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.2 ОПК-4 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 13 разделу</b>	<b>1,0</b>	<b>14,0</b>	<b>1,0</b>	<b>16,0</b>			
	Раздел 14 Электрохимическое окисление ароматических органических соединений					Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12]	Презентация	Конспект лекций
	<b>Тема 14.1.</b> Анодное окисление ароматических органических соединений (бензола, толуола, фенола)	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Тема 14.2.</b> Анодная конденсация. Механизм процессов анодной конденсации и димеризации.	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Тема 14.3</b> Влияние условий электролиза на анодное окисление спиртов, альдегидов. Кетонов и карбоновых кислот	0,5	-	0,5	1,0			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 14 раздела:</b>				3,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 14 разделу</b>	<b>1,5</b>	-	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>			
	<b>Написание реферата</b>	-	-	-	<b>8,0</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17,0</b>	<b>51,0</b>	<b>17,0</b>	<b>90</b>			

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой в 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения практических работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Лабораторная работа</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
$40 < R \leq 50$	Отлично	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ИОПК-1.1. Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при проектировании объектов химической технологии ИОПК-1.2. Разрабатывает планы проведения научных исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает программы проведения научных исследований и технических разработок	Не знает электрохимические процессы и по ним выбирать темы исследовательской деятельности; контролируемые параметры технологического процесса электросинтеза органических соединений; современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; не умеет самостоятельно описать процессы, при электрохимическом синтезе органических соединений; выбрать современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; не владеет навыками электрохимического синтеза органических соединений и разработки норм выработки технологических нормативных расходов; навыками организации самостоятельной и коллективной деятельности, распределение обязанностей при выполнении	Слабо знает электрохимические процессы и по ним выбирать темы исследовательской деятельности; контролируемые параметры технологического процесса электросинтеза органических соединений; современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; умеет самостоятельно описать процессы, при электрохимическом синтезе органических соединений; выбрать современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; владеет навыками электрохимического синтеза органических соединений	Знает электрохимические процессы и по ним выбирать темы исследовательской деятельности; контролируемые параметры технологического процесса электросинтеза органических соединений; современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; умеет самостоятельно описать процессы, при электрохимическом синтезе органических соединений; выбрать современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; владеет навыками электрохимического синтеза органических соединений	Уверенно знает электрохимические процессы и по ним выбирать темы исследовательской деятельности; контролируемые параметры технологического процесса электросинтеза органических соединений; современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; умеет самостоятельно описать процессы, при электрохимическом синтезе органических соединений; выбрать современное оборудование и технологическую оснастку для электросинтеза органических соединений; владеет навыками электрохимического синтеза органических соединений и разработки норм выработки технологических





Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов . Специальная литература).	1
6.1.2	Лукомский Ю.Я.	Физико-химические основы электрохимии	Долгопрудный: из-дом «Интеллект», 2008	Учебник, рек-но ин-т физ.химии и электрохимии им. А.Е.Фрумкина,	28

				РАН	
6.1.3	Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.	Основные положения и понятия теоретической электрохимии	Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. — 112с	Учебное пособие	2
6.1.4	Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.	Лабораторный практикум по теоретической электрохимии	Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. — 112с	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.5	Введенский А. В., Бобринская Е. В., Грушевская С. Н., Калужина С. А.	Сборник примеров и задач по электрохимии: Учебное пособие	Издательство "Лань", 2022, 208с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.6	Березина С.Л., Двуличанская Н.Н., Фадеев Г.Н.	Основы электрохимии: учебное пособие	Московский государственны й технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006, 72с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.7	Шкилева И. П.	Электрохимия. Растворы электролитов. Электрохимиче ская термодинамика	Тверской государственны й технический университет, 2015, 96с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.8	А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина, Е. Л. Герасимова, Т. С. Свалова, Н. Н. Малышева, А. В. Охочонин	Электрохимиче ские метода анализа	Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 128 с	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.9	Булгакова О.Н., Баннова Е.А., Иванова Н.А.	Методы химического анализа,	Кемеровский государственны й университет, Лань 2015.- 146 с., ЭБС Лань	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]

6.1.10	Миомандр Ф., Садки С. Одебер П.	Электрохимия	М. Высшая школа. 2008 г.	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]
6.1.11	Ананьев З.А.	Анализ экспериментальных данных	Кемерово, Лань 2009.-106 с., ЭБС Лань	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]
6.1.12	Балмасов А.В.	Лабораторный практикум по теоретической электрохимии.	Ивановский государственный химико-технологический университет. Учебное пособие. Лань 2008.-84 с., ЭБС Лань	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1	Балдынова Ф.П., Максимова И.Н., Пак Ч.С., Правдин Н.Н., Разуваев В.Е.	Свойства электролитов	Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 240 с.	Справочник	3

## 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Электрохимический синтез органических соединений» находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Электрохимический синтез органических соединений».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Электрохимический синтез органических соединений».

## 7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и

подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

**Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru.** – Режим доступа: <http://elibRARY.ru/defaultx.asp> Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

1. Электронно-библиотечная система Znarium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znarium.com/>. – Загл. с экрана.

2. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

3. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

4. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

5. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1160 Компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4 Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще инстит. подписка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE ); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).
2	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область,	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2 Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23); Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1		
3	1118 Лабораторный зал Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 24 чел. 1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5; 2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5; 3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.	1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777); 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)); (1 шт.) 4. ПО для потенциостата PS-Pack 5. ПО для импедансметра Zpack

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «дисциплине ««Электрохимический синтез органических соединений», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭПиХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.**

1. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии // Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. – 112с.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.**

1. Основные положения и понятия теоретической электрохимии // Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. – 112с.

2. Электрохимический синтез органических соединений // Исаев В.В., Девяткина Т.И., Таранец Р.В., Ананьева Е.Ю.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2022. – 112с.

## **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендованной литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут

работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- Написание и защита реферата;
- теоретический опрос;
- ответы на коллоквиуме;
- написание отчетов по лабораторным работам;
- зачет с оценкой.

### 11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

*Вопросы к лабораторной работе*

*Лабораторная работа «Катодное восстановление ортонитрофенола».*

1. Описание схемы лабораторной установки для катодного восстановления ортонитрофенола.
2. Правила работы на потенциостате при получении хроновольтамперометрических кривых катодного восстановления ортонитрофенола.
3. Что такое фоновый раствор, и с какой целью он применяется при исследованиях.
4. Каков механизм катодного восстановления ортонитрофенола.
5. Как определить область потенциалов, в которой происходит катодное восстановление ортонитрофенола.
6. Как определить количество электричества, идущее на электрохимическое восстановление ортонитрофенола.

*Образцы тестов:*

Обведите номер правильного ответа на поставленный вопрос:

#### 1. Тема: Органические соединения с кратными углерод-углеродными связями

Вопрос	Вариант ответа
1. Какие органические соединения называются с кратными углерод-углеродными связями?	1. Органические соединения с четным количеством углерод-углеродных связей. 2. Органические соединения, содержащие двойные связи. 3. Органические соединения, содержащие тройные связи. 4. Органические соединения, содержащие химические связи двухцентрового типа, которые образованы более чем одной парой электронной.
2. Как делятся по характеру катодной активности ненасыщенные	1. На соединения, содержащие одинарные, двойные и тройные связи

углеводороды?	2. На предельные и ароматические углеводороды
	3. Ненасыщенные углеводороды делятся на три группы: с изолированными кратными связями, с сопряженными кратными связями, ароматические соединения.
	4. На углеводороды, которые восстанавливаются и не восстанавливаются на катоде.

**2. Тема: Электрохимическое восстановление ненасыщенных карбоновых кислот**

Вопрос	Вариант ответа
1. Каков механизм электрохимического восстановления ненасыщенных малеиновой и фумаровой карбоновых кислот?	1. Первой стадией электрохимического восстановления является диссоциация кислоты на ионы, а затем восстановление образующихся ионов. 2. Первой стадией является образование ион-радикала, который быстро протонизируется. 3. Первой стадией является образование ион-радикала, который затем димеризуется 4. Электрохимическое восстановление ненасыщенных карбоновых кислот протекает с последовательным присоединением сначала первого, а затем второго электронов.
2. Влияет ли материал электрода на электрохимическое восстановление ненасыщенных карбоновых кислот?	1. Надо выбирать материал катода с низким перенапряжением водорода 2. Надо выбирать материал катода с высоким перенапряжением водорода 3. Можно выбирать материал катода, как с низким, так и с высоким перенапряжением водорода 4. Применяют только графитовые катоды

**3. Тема: Электрохимическое восстановление органических соединений, имеющих бензоидную структуру**

Вопрос	Вариант ответа
1. Какие условия необходимо создать для электрохимического восстановления?	1. Нужно проводить электролиз в растворах содержащих хлорид аммония. 2. Нужно проводить электролиз при повышенной температуре, так как с повышением температуры скорость восстановления повышается. 3. Электролиз необходимо проводить в водных растворах хлоридов щелочных металлов. 4. Необходимо проводить восстановление в безводной среде содержащей хлорид лития

**4. Тема: Анодное окисление органических соединений**

Вопрос	Вариант ответа
1. Каков механизм электрохимического окисления органических соединений?	1. От органической молекулы отрываются электроны и она окисляется до углекислого газа и воды. 2. Основным окислителем органической молекулы является выделяющийся на аноде кислород. 3. Основным окислителем органической молекулы является перекись водорода 4. Окисление органической молекулы происходит при взаимодействии органической молекулы водой с образованием аквакомплексов.

**11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации**

*Вопросы к зачету с оценкой*

1. Основные тенденции развития электрохимического синтеза органических соединений.
2. Катодное восстановление органических соединений с ацетиленовыми связями.
3. Влияние условий электролиза на электрохимическое восстановление органических соединений с тройными изолированными связями.
4. Катодное восстановление органических соединений с этиленовыми связями.
5. Особенности получения адипонитрила гидродимеризацией акрилонитрила.
6. Промышленное производство адипонитрила. Технологическая схема производства.
7. Катодное восстановление ненасыщенных органических кислот на примере малеиновой и фумаровой кислот.
8. Влияние строения органической кислоты на её электрохимическое восстановление.
9. Катодное восстановление альдегидов.
10. Особенности катодного восстановления кетонов.
11. Электрохимическое восстановление органических веществ, имеющих бензоидную структуру.
12. Способы получения сорбита и маннита.
13. Промышленное получение сорбита и маннита. Технологическая схема производства.
14. Анодные процессы с участием органических соединений. Механизм анодного окисления.
15. Электрохимическое окисление алифатических соединений.
16. Анодное окисление спиртов.
17. Электрохимическое окисление альдегидов.
18. Электрохимическое окисление кетонов на примере ацетона.
19. Анодное окисление многоатомных спиртов.
20. Электрохимическое окисление глюкозы.
21. Анодное окисление ароматических соединений.
22. Механизм анодной конденсации и димеризации.
23. Выбор анодных материалов для электрохимического электросинтеза

*Темы рефератов:*

1. Электрохимическое поведение карбоновых кислот.
2. Электрохимическое поведение диметилкетона (ацетона).
3. Электрохимическое поведение глюкозы.
4. Электрохимическое поведение аминокислот на примере уминоуксусной кислоты (глицина).
5. Электрохимическое поведение карбамида

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИФХТиМ  
Мацулевич Ж.В.  
“ ” 202 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.Б.6 «Электрохимический синтез органических соединений»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Электрохимические процессы и производства

Технологии глубокой переработки природных энергоносителей

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2022

Курс 2

Семестр 1

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Исаев В.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 202 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭПиХОВ  
протокол № от «\_\_» 202 г.

Заведующий кафедрой Ивашкин Е.Г.

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ТЭПиХОВ Ивашкин Е.Г. «\_\_» 202 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_