

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

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ А.М.Петровский

“ 05 ” \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.4 Теория химико-технологических процессов органического**  
**синтеза и нефтепереработки**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра Химические и пищевые технологии

Кафедра-разработчик Химические и пищевые технологии

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.т.н., доцент О.Р.Ожогина

Дзержинск  
2022

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 года № 922 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 28.04.2022 № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Химические и пищевые технологии  
протокол от 05.05.2022 № 10

Зав. кафедрой д.х.н, профессор \_\_\_\_\_ О.А. Казанцев  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Химические и пищевые технологии

д.х.н, профессор \_\_\_\_\_ О.А.Казанцев  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: № 18.03.01- 34

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	20
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	21
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	22
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	24
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	26

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

### **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование устойчивых знаний основ теории химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки для решения задач технологических процессов химической технологии

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

-изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

-применение полученных знаний для решения задач профессиональной деятельности.

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

Учебная дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки» базируется на следующих дисциплинах: физика, математика, общая и неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, Углеводородная сырьевая база для промышленной переработки, Теоретические основы катализа органических реакций, Химия и технология основного органического синтеза.

Дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теоретические основы процессов полимеризации, Разработка процессов разделения в химической технологии, , Теоретические основы процессов полимеризации, Проектирование оборудования органического синтеза, Химия и технология тонкого органического синтеза.

Рабочая программа дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1

#### Формирование компетенций ПК-2, ПК-3 дисциплинами

Компет енция	Названия учебных дис- циплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2	Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки					X			
	Углеводородная сырьевая база для промышленной переработки				X				
	Разработка процессов разделения в химической технологии						X		
	Химия и технология основного органического синтеза					X	X		
	Проектирование оборудования органического синтеза и нефтепереработки							X	
	Теоретические основы катализа органических реакций					X			
	Химия и технология тонкого органического синтеза							X	
	Научные основы и технологии «зеленой химии»								X
	Современные методы исследования органических веществ					X			
	Теоретические основы процессов полимеризации							X	
	Химическое сопротивление и защита от коррозии						X		
	Технологии производства и переработки полимеров								X
	Технология получения виниловых мономеров								X
	Технологии связанного азота						X		
	Ознакомительная практика				X				
	Технологическая (проектно-технологическая) практика						X		
Преддипломная практика								X	

	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								X
ПК-3	Организация, планирование и управление производством							X	
	Разработка промышленных реакторов органического синтеза и нефтепереработки					X			
	Углеродородная сырьевая база для промышленной переработки			X					
	Теория химико–технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки				X				
	Химия и технология основного органического синтеза				X	X			
	Проектирование оборудования органического синтеза и нефтепереработки							X	
	Теоретические основы катализа органических реакций				X				
	Научные основы и технологии «зеленой химии»								X
	Технологии производства и переработки полимеров								X
	Технология получения виниловых мономеров								X
	Технологическое оборудование химических и нефтехимических предприятий				X				
	Технология связанного азота						X		
	Ознакомительная практика			X					
	Технологическая (проектно – технологическая) практика						X		
	Преддипломная практика								X
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								X

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
ПК-2. Способен использовать знание свойств органических веществ и технологий производства органических веществ для решения задач профессиональной деятельности	ИПК-2.1. Знает основные технологические режимы и технологии производства:	<b>Знать:</b> основные свойства применяемых химических элементов, соединений и материалов на их основе;	<b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач;	<b>Владеть:</b> базовыми навыками получения и изучения химических свойств соединений различной природы для решения задач профессиональной деятельности	Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания.	Контрольные задания.
ПК-3. Способен осуществлять технологическое и организационно-управленческое сопровождение полного цикла производства органических веществ	ИПК-3.2. Изменяет технологический режим объектов по результатам лабораторных анализов и анализа моделей	<b>Знать:</b> основные способы интенсификации технологических процессов;	<b>Уметь:</b> оптимизировать технологический процесс на основании теоретических расчетов	<b>Владеть:</b> базовыми навыками расчета основных технологических параметров.	Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания.	Контрольные задания.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед./144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в табл.3 и 4.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения**

Вид учебной работы	Семестр 5	
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	74	74
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего) в том числе:</b>	68	68
- лекции (Л)	34	34
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего) **</b>	6	6
групповые консультации по дисциплине	4	4
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимися: - по индивидуальному заданию		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего) ***</b>	43	43
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен) экзамен</b>	27	27
<b>Общая трудоемкость, ч.зачетные единицы</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>



**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ  
для студентов заочной формы обучения**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Курс 4</b>
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	44	44
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	36	36
- лекции (Л)	16	16
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	20	20
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	8	8
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	4
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:		
- по проектированию: проект (работа)		
- по выполнению РГР		
- по выполнению КР		
- по составлению реферата, доклада, эссе		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	91	91
<b>Вид промежуточной аттестации экзамен</b>	9	9
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачетные единицы</b>	144/4	144/4

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час					
<b>5 семестр</b>									
ПК-4, ИПК 4.1	Тема 1.1. Основные понятия и термины	2	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы, выполнение контрольной работы. 6.1.1: С. 7-12, 12-15, 12-18; 6.1.2.: С.18-25, 36-40, 32-36	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 2.1. Стехиометрия реакций и материальные расчеты	2	-	5	3				
	Тема 2.2. Безразмерные характеристики материального баланса	2	-	4	3				
	Тема 2.3. Парциальные молярные балансы	2	-	3	2				
	Тема 3.1. Термодинамический расчет константы равновесия идеальных и реальных газовых и жидких реакционных систем	2	-	4	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы, выполнение контрольной работы.. 6.1.1: С.22-28	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 3.2. Приближенные методы расчета константы равновесия	2	-	6	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 28-33			
	Тема 3.3. Расчет состава равновесной смеси по константе	2	-	2	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час					
	равновесия и начальным парциальным давлениям (концентрациям)					заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 39-45, 6.1.2.: С.120-128			
	Тема 4.1. Скорость превращения веществ, скорость реакций и кинетические уравнения	2	-	3	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 47-51, 6.1.2.: С. 130-134	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 4.2. Основные этапы кинетического исследования	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.51-68, 6.1.2. : С. 146-154			
	Тема 4.3. Связь механизма и кинетики реакций с селективностью	1	-	3	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.78-81, 6.1.2.: С. 187-191			
	Тема 5.1. Нахождение численных значений и доверительных интервалов констант	1	-	0,5	1	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.84-94, 94-103, 109-115, 84-88, 88-93	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 5.2. Интегральный метод анализа экспериментальных данных	1	-	0,5	2				
	Тема 5.3. Дифференциальный метод обработки результатов эксперимента	0,5	-	-	2				
	Тема 5.4. Метод наименьших	0,5	-	0,5	1			Подготовка к лек-циям,	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час					
	квадратов					тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.140-141, 141-157, 157-180, 201-208, 208-213, 246-248, 248-263.			
	Тема 5.5. Проверка адекватности описания эксперимента	1	-	0,5	1				
	Тема 6.1. Виды гомогенного катализа	1	-	-	1				
	Тема 6.2. Механизм и кинетика нуклеофильного катализа	1	-	1	1				
	Тема 6.3. Механизм и кинетика кислотного, основного и электрофильного катализа	2	-	0,5	1				
	Тема 6.4. Механизм и кинетика металлокомплексного катализа	2	-	0,5	1				
	Тема 6.5. Имобилизованные гомогенные катализаторы	2	-	-	2				
	Тема 7.1. Механизм и области протекания гетерофазных реакций	0,5	-	-	2				
	Тема 7.2. Кинетика реакции в кинетической области	1	-	-	2				
	Тема 7.3. Кинетика катализа межфазного переноса	0,5	-	-	2				
	Тема 7.4. Кинетика реакции в переходной области	1	-	-	1				
	Тема 7.5. Кинетика реакции в диффузионной области	1	-	-	1				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>43</b>				

**Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы обучения**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>4 курс</b>									
ПК-4, ИПК 4.1	Тема 1.1. Основные понятия и термины	1	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 6-11, 11-16, 52-67, 112-115, 130-133, 167-170. 6.1.2: 14-37, 37-54, 137-164, 54-72	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 2.1. Стехиометрия реакций и материальные расчеты	1	-	2	5				
	Тема 2.2. Безразмерные характеристики материального баланса	1	-	2	5				
	Тема 2.3. Парциальные молярные балансы	1	-	2	4				
	Тема 3.1. Термодинамический расчет константы равновесия идеальных и реальных газовых и жидких реакционных систем	1	-	2	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 3.2. Приближенные методы расчета константы равновесия	1	-	2	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 3.3. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальным парциальным давлениям	1	-	2	5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	(концентрациям)					работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 4.1. Скорость превращения веществ, скорость реакций и кинетические уравнения	1	-	2	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 4.2. Основные этапы кинетического исследования	0,5	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 4.3. Связь механизма и кинетики реакций с селективностью	0,5	-	2	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 53-59, 72-81, 312-317. 6.1.2: 165-168, 194-208			
	Тема 5.1. Нахождение численных значений и доверительных интервалов констант	0,4	-	0,5	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: 23-29, 29-41, 41-50, 81-89, 90-100. 6.1.2: 72-90, 90-124, 170-173, 125-137	Тестирование в системе MOODLE		
	Тема 5.2. Интегральный метод анализа экспериментальных данных	0,4	-	0,5	4				
	Тема 5.3. Дифференциальный метод обработки результатов эксперимента	0,4	-	-	4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.4. Метод наименьших квадратов	0,4	-	0,5	2				
	Тема 5.5. Проверка адекватности описания эксперимента	0,4	-	0,5	2				
	Тема 6.1. Виды гомогенного катализа	1	-	-	3				
	Тема 6.2. Механизм и кинетика нуклеофильного катализа	0,5	-	1	3				
	Тема 6.3. Механизм и кинетика кислотного, основного и электрофильного катализа	0,5	-	0,5	4				
	Тема 6.4. Механизм и кинетика металлокомплексного катализа	0,5	-	0,5	4				
	Тема 6.5. Имобилизованные гомогенные катализаторы	0,5	-	-	4				
	Тема 7.1. Механизм и области протекания гетерофазных реакций	0,4	-	-	4				
	Тема 7.2. Кинетика реакции в кинетической области	0,4	-	-	4				
	Тема 7.3. Кинетика катализа межфазного переноса	0,4	-	-	4				
	Тема 7.4. Кинетика реакции в переходной области	0,4	-	-	4				
	Тема 7.5. Кинетика реакции в диффузионной области	0,4	-	-	3				
	<b>Самостоятельная работа</b>								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>91</b>				

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

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты, проводимые на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ по адресу: <http://dpingtu.ru/Moodle>.

#### Перечень вопросов для промежуточной аттестации на экзамене:

1. Классификация химических реакций.
2. Безразмерные характеристики материального баланса. Парциальные молярные балансы.
3. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие идеальных газовых систем.
4. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие реальных газовых систем.
5. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Приближенные методы расчета констант равновесия.
6. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие жидкофазных реакций.
7. Экспериментальное определение равновесий.
8. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для единственной обратимой газофазной реакции.
9. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых параллельных газофазных реакций.
10. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых последовательных газофазных реакций.
11. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых последовательно-параллельных газофазных реакций.
12. Скорость превращения веществ, скорость реакций и кинетические уравнения.
13. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Проведение эксперимента.
14. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Выдвижение гипотезы о схеме превращений и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме простых реакций.
15. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Выдвижение гипотезы о схеме превращений и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме неэлементарных реакций.
16. Связь механизма и кинетики реакций с селективностью. Построение уравнений дифференциальной селективности для реакций разных типов.
17. Основы обработки кинетических данных. Определение численных значений констант.
18. Основы обработки кинетических данных. Проверка адекватности уравнений эксперименту.
19. Основы обработки кинетических данных. Расчет дисперсий и доверительных интервалов.
20. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые моно- и бимолекулярные реакции).



21. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые параллельные реакции первого порядка).
  22. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (автокаталитические реакции).
  23. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые последовательные реакции первого порядка).
  24. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (обратимые реакции первого порядка).
  25. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (обратимые реакции второго порядка).
  26. Дифференциальный метод обработки экспериментальных кинетических данных простых и сложных реакций.
  27. Исследование влияния температуры реакции.
  28. Радикальные реакции. Зарождение, рост и обрыв цепи. Длина цепи.
  29. Кинетика неразветвленных радикально-цепных реакций с линейным обрывом цепи.
  30. Кинетика неразветвленных радикально-цепных реакций с квадратичным обрывом цепи.
  31. Кинетика разветвленных радикально-цепных реакций.
  32. Гомогенно-каталитические реакции. Принцип действия катализатора.
- Виды катализаторов.
33. Гомогенно-каталитические реакции. Нуклеофильный катализ. Механизм нуклеофильного катализа. Кинетика нуклеофильного катализа (схема 1).
  34. Гомогенно-каталитические реакции. Нуклеофильный катализ. Механизм нуклеофильного катализа. Кинетика нуклеофильного катализа (схема 2).
  35. Нуклеофильный катализ. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа.
  36. Гомогенно-каталитические реакции. Кислотно-основный и электрофильный катализ.
  37. Гомогенно-каталитические реакции. Количественная характеристика реакций кислот и оснований. Шкала Пирсона, Бренстеда, Гаммета.
  38. Гомогенно-каталитические реакции. Кинетика специфического кислотно-основного катализа.
  39. Гомогенно-каталитические реакции. Кинетика общего кислотно-основного катализа.
  40. Гомогенно-каталитические реакции. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов. Основные типы реакций металлокомплексного катализа.
  41. Гомогенно-каталитические реакции. Механизм катализа комплексами переходных металлов.
  42. Имобилизованные гомогенные катализаторы.
  43. Гетерофазные реакции. Кинетическая область протекания.
  44. Гетерофазные реакции. Катализ межфазного переноса.
  45. Гетерофазные реакции. Переходная область протекания.
  46. Гетерофазные реакции. Диффузионная область протекания.
  47. Гетерогенно-каталитические реакции. Классификация гетерогенных катализаторов.
  48. Основные физические и технологические характеристики гетерогенных катализаторов и носителей. Способы приготовления гетерогенных катализаторов.
  49. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция).

50. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (бимолекулярная реакция).

51. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (мономолекулярная элементарная реакция).

52. Гетерогенно-каталитические реакции. Сорбционная и переходные с ней области протекания. Кинетика Хоугена-Уотсона для энергетически однородной поверхности катализатора (лимитирующей является стадия адсорбции одного из реагентов).

53. Гетерогенно-каталитические реакции. Сорбционная и переходные с ней области протекания. Кинетика Хоугена-Уотсона для энергетически однородной поверхности катализатора (при условии соизмеримости скорости адсорбции одного из реагентов и скорости химической реакции).

54. Гетерогенно-каталитические реакции. Внешнедиффузионная и переходные с ней области протекания. Кинетика во внешнедиффузионной области (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция) при малом заполнении поверхности.

55. Гетерогенно-каталитические реакции. Внутридиффузионная и переходные с ней области протекания. Кинетика во внутридиффузионной области для цилиндрической поры (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция).

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы			Штрафные баллы За нарушение сроков сдачи
		1	2	3	
5 семестр					
Тестирование	3	10	10	10	
Выполнение контрольных работ	2	5	5	5	
Выполнений заданий для самостоятельной работы	3	5			
Посещение занятий	17				

## Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от макс рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от макс рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от макс рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от макс рейтинговой оценки контроля
ПК-2. Способен использовать знание свойств органических веществ и технологий производства органических веществ для решения задач профессиональной деятельности	ИПК-2.1. Знает основные технологические режимы и технологии производства:	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ теории химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам теории химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПК-3. Способен осуществлять технологическое и организационно-управленческое сопровождение полного цикла производства органических веществ	ИПК-3.2. Изменяет технологический режим объектов по результатам лабораторных анализов и анализа моделей	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ теории химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам теории химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, 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) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, 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) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, 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

6.1.1. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза / Под ред. Н.Н. Лебедева. 2-е изд. перераб. – М.: Химия, 1984. – 376 с., ил.

6.1.2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: ХИМИЗДАТ, 2005. – 944 с.: ил.

6.1.3. Данов С.М., Наволокина Р.А. Примеры и задачи по теории химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие для вузов, печатное, гриф УМО. – Н. Новгород: НГТУ, 2008 – 272 с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

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

Методические рекомендации НГТУ им. Р.Е.Алексеева:

- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF)

- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы обучающийся по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF)

Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf)

- Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П. «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования»: Учебное пособие, 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf)

## 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 информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка 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>

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

#### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
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>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

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

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

#### 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

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>1343</b> Аудитория для лекционных занятий и проведения практических занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20" – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20" – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• FoxitReader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
3	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ),	ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17" – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox(свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> </ul>

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс(ГПД № от 0332100025418000079 21.12.2018);</li> </ul>

## 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, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «**Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки**», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе на сайте института и в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

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

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

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



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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **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 5 и 6). 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 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 практических занятиях**

**Подготовку к каждому практическому занятию обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы.**

При оценивании контрольных работ учитывается следующее:

- правильность решения задач;
- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления работы;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

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

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

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

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 14). 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

#### **10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы обучения**

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

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

#### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

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

- проведение контрольных работ;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса
- проведение контрольных работ для обучающихся заочной формы;
- выполнение заданий для самостоятельной работы для обучающихся очной формы;

##### **11.1.1. Типовые задания для практических и контрольных работ**

Типовые задания для практических работ приведены в методическом пособии:

Данов С.М., Наволокина Р.А. Примеры и задачи по теории химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие для вузов, печатное, гриф УМО. – Н. Новгород: НГТУ, 2008 – 272 с.

##### **11.1.2. Типовые тестовые задания**

Пример тестового задания

#### **Образцы тестовых вопросов**

1. По какому признаку классификации различают простые (одностадийные) и сложные (многостадийные) реакции, в частности параллельные, последовательные и последовательно-параллельные

- a. Механизм осуществления реакции
  - в. Классификация по молекулярности.
  - с. Вид кинетического уравнения.
  - д. Фазовое состояние реагентов и продуктов реакции.
2. В каком признаке классификации учитывается, сколько молекул участвует в элементарном акте реакции
- a. Механизм осуществления реакции
  - в. Классификация по молекулярности.
  - с. Вид кинетического уравнения.
  - д. Фазовое состояние реагентов и продуктов реакции.
3. Какой признак позволяет проводить классификацию по порядку реакции
- a. Механизм осуществления реакции
  - в. Классификация по молекулярности.
  - с. Вид кинетического уравнения.
  - д. Фазовое состояние реагентов и продуктов реакции.
4. Какой признак позволяет проводить классификацию по зоне протекания химического процесса
- a. Механизм осуществления реакции
  - в. Классификация по молекулярности.
  - с. Вид кинетического уравнения.
  - д. Фазовое состояние реагентов и продуктов реакции.
5. По какому признаку классификации различают: реакции присоединения, реакции элиминирования, реакции замещения, реакции изомеризации (перегруппировки)
- a. Природа воздействия того или иного физического агента на реакционную систему.
  - в. Катализ и ингибирование реакций.
  - с. Стехиометрия химических реакций.
  - д. Направление протекания реакции (тип реакции).
6. По какому признаку классификации различают простые и сложные реакции
- a. Природа воздействия того или иного физического агента на реакционную систему.
  - в. Катализ и ингибирование реакций.
  - с. Стехиометрия химических реакций.
  - д. Направление протекания реакции (тип реакции)
7. По какому признаку классификации различают гомолитические и гетеролитические (ионные) реакции
- a. Природа воздействия того или иного физического агента на реакционную систему.
  - в. Характер изменения связей.
  - с. Стехиометрия химических реакций.
  - д. Направление протекания реакции

8. По какому признаку классификации различают каталитические, автокаталитические, ингибированными, автоингибированными реакции

- а. Природа воздействия того или иного физического агента на реакцию систему.
- в. Характер изменения связей.
- с. Стехиометрия химических реакций.
- д. Катализ и ингибирование реакций.

9. Первичной основой учения о химических превращениях веществ является

- а. Кинетика.
- в. Стехиометрия.
- с. Изомерия.
- д. Химизм.

10. В непрерывных условиях, когда вещества подают и выводят из реактора непрерывно, более приемлемой характеристикой является

- а. мольное количество
- в. мольный поток
- с. массовое количество
- д. массовое число

11. При химических реакциях вещества расходуются и образуются в мольных соотношениях, и поэтому для материальных расчетов более удобно использовать

- а. мольное количество
- в. мольный поток
- с. массовое количество
- д. массовое число

12. Сложные реакции состоят из ряда простых реакций. К ним **не** принадлежат

- а. обратимые реакции
- в. параллельные превращения
- с. последовательные превращения
- д. единственное необратимое превращение

13. Простые реакции характеризуются тем, что при них протекает

- а. обратимые реакции
- в. параллельные превращения
- с. последовательные превращения
- д. единственное необратимое превращение

14. Сколько в простой реакции ключевых веществ

- а. одно
- в. два
- с. три

д. четыре

15. Доля прореагировавшего исходного реагента относительно его начального количества это

- а. Степень превращения (конверсия)
- в. Селективность
- с. Химический выход
- д. Дисперсия

16. Доля (или процент) превращенного исходного реагента, израсходованная на образование данного продукта.

- а. Степень превращения (конверсия)
- в. Селективность
- с. Химический выход
- д. Дисперсия

17. Данные уравнения используются для расчета

- а. селективности
- в. выхода продукта
- с. концентрации
- д. конверсии

18. в данной формуле величина  $\epsilon$  обозначает

- а. коэффициента изменения температуры
- в. . коэффициента изменения объема
- с. . коэффициента изменения давления
- д. . коэффициента изменения массы

19. Поданному уравнению рассчитывают

- а. константу скорости
- в. константу равновесия
- с. константу активности
- д. константу давления

20. Данное выражение носит название

- а. изотерма Вант-Гоффа
- в. закон Кирхгоффа
- с. уравнение Темкина- Шварцмана
- д. закона Рауля и Генри

21. Данное выражение носит название

- а. изотерма Вант-Гоффа
- в. закон Кирхгоффа
- с. уравнение Темкина- Шварцмана
- д. закона Рауля и Генри

22. соотношение летучестей реального газа в данном и стандартном состоянии называют

- а. фугитивностью
- в. расчетной летучестью
- с. активностью
- д. селективностью

23. соотношение летучести и парциального давления это

- а. коэффициент фугитивности
- в. коэффициент летучести
- с. коэффициент активности
- д. селективность

24. Для каких расчетов исходными данными служат термодинамические функции девяти «основных» веществ (метан, циклогексан, бензол, нафталин, метиламин, диметиламин, триметиламин, диметиловый эфир и формамид)

- а. метод структурных групп
- в. метод Коновалова
- с. по энергиям связей
- д. метод Караша

25. Уравнение, описывающее зависимость скорости химического процесса от концентраций реагирующих веществ, называется

- а. кинетическим уравнением
- в. уравнением Коновалова
- с. термодинамическим уравнением
- д. уравнением Темкина- Шварцмана

26. Величина численно равная скорости реакции при концентрациях всех реагентов, равных единице носит название

- а. фугитивности
- в. константы скорости химической реакции.
- с. общего порядка реакции.
- д. селективности

27. Сумма порядков по всем реагирующим веществам называется

- а. фугитивностью
- в. константой скорости химической реакции.
- с. общим порядком реакции.
- д. селективностью

28. эта формулировка: «скорость простой по механизму химической реакции прямо пропорциональна концентрации реагирующих веществ» соответствует .

- а. закону действующих масс
- в. закону Кирхгоффа
- с.закону Темкина- Шварцмана
- д. закону Рауля и Генри

29. общий порядок, равный сумме стехиометрических коэффициентов реагирующих веществ, называется

- а. фугитивностью
- в. молекулярностью
- с. общим порядком реакции.
- д. селективностью

30. Как называется уравнение, имеющее следующий вид

$$k_j = \kappa_{j,0} e^{-E/RT}$$

- а. изотерма Вант-Гоффа
- в. закон Кирхгоффа
- с.уравнение Темкина- Шварцмана
- д. уравнение Аррениуса

31. Когда в сериях опытов изменяют попеременно только один параметр при постоянстве остальных, то это называется

- а. однофакторный эксперимент
- в. многофакторный эксперимент
- с. образцовый эксперимент
- д. полифакторный эксперимент

32. Когда при проведении эксперимента сразу варьируют два или более параметра, то он называется

- а. однофакторный эксперимент
- в. многофакторный эксперимент
- с. образцовый эксперимент
- д. монофакторный эксперимент

### 11.1.3. Типовые задания для контрольной работы обучающихся заочной формы

Задания для домашних и контрольных работ предлагаются из учебного пособия: Данов С.М., Наволокина Р.А. Примеры и задачи по теории химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие для вузов, печатное, гриф УМО. – Н. Новгород: НГТУ, 2008 – 272 с (табл. 6.2, п. 2).

#### **11.1.4. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы**

##### **Примерный перечень тем для индивидуальных заданий**

-Применение кинетических моделей для выбора и оптимизации условий проведения химических процессов. Удельная производительность реакторов, близких к идеальным (РПД, проточные РПС, РИВ, КРПС).

-Сравнение реакторов РИВ и РПД.

-Сравнение РПС и РИВ для реакций разной кинетики.

-Последовательное и последовательно-параллельное соединение реакторов разных типов.

-Реакторы для автокаталитических реакций.

-Параллельные реакции. Влияние различных факторов на интегральную селективность. Сравнение РПД, РПС, РИВ и КРПС по селективности.

-Последовательные реакции. Влияние различных факторов на интегральную селективность. Сравнение РПД, РПС, РИВ и КРПС по селективности.

-Последовательно-параллельные реакции. Влияние различных факторов на интегральную селективность. Сравнение РПД, РПС, РИВ и КРПС по селективности.

-Оптимизация сложных процессов по экономическим критериям.

-Оптимизация сложных процессов по селективности и удельной производительности.

#### **11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен :по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования для обучающихся очной формы и в форме компьютерного тестирования для обучающихся заочной формы.

##### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-2; ИДК-2-2).**

1. Классификация химических реакций.
2. Безразмерные характеристики материального баланса. Парциальные молярные балансы.
3. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие идеальных газовых систем.
4. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие реальных газовых систем.
5. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Приближенные методы расчета констант равновесия.
6. Термодинамический расчет равновесий органических реакций. Равновесие жидкофазных реакций.
7. Экспериментальное определение равновесий.
8. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для единственной обратимой газофазной реакции.
9. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых параллельных газофазных реакций.
10. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых последовательных газофазных реакций.
11. Расчет состава равновесной смеси по константе равновесия и начальному составу для двух и более обратимых последовательно-параллельных газофазных реакций.
12. Скорость превращения веществ, скорость реакций и кинетические уравнения.



13. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Проведение эксперимента.
14. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Выдвижение гипотезы о схеме превращений и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме простых реакций.
15. Основные этапы кинетического исследования органических реакций. Выдвижение гипотезы о схеме превращений и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме неэлементарных реакций.
16. Связь механизма и кинетики реакций с селективностью. Построение уравнений дифференциальной селективности для реакций разных типов.
17. Основы обработки кинетических данных. Определение численных значений констант.
18. Основы обработки кинетических данных. Проверка адекватности уравнений эксперименту.
19. Основы обработки кинетических данных. Расчет дисперсий и доверительных интервалов.
20. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые моно- и бимолекулярные реакции).
21. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые параллельные реакции первого порядка).
22. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (автокаталитические реакции).
23. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (необратимые последовательные реакции первого порядка).
24. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (обратимые реакции первого порядка).
25. Интегральный метод анализа экспериментальных кинетических данных (обратимые реакции второго порядка).
26. Дифференциальный метод обработки экспериментальных кинетических данных простых и сложных реакций.
27. Исследование влияния температуры реакции.
28. Радикальные реакции. Зарождение, рост и обрыв цепи. Длина цепи.
29. Кинетика неразветвленных радикально-цепных реакций с линейным обрывом цепи.
30. Кинетика неразветвленных радикально-цепных реакций с квадратичным обрывом цепи.
31. Кинетика разветвленных радикально-цепных реакций.
32. Гомогенно-каталитические реакции. Принцип действия катализатора. Виды катализаторов.
33. Гомогенно-каталитические реакции. Нуклеофильный катализ. Механизм нуклеофильного катализа. Кинетика нуклеофильного катализа (схема 1).
34. Гомогенно-каталитические реакции. Нуклеофильный катализ. Механизм нуклеофильного катализа. Кинетика нуклеофильного катализа (схема 2).
35. Нуклеофильный катализ. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа.
36. Гомогенно-каталитические реакции. Кислотно-основной и электрофильный катализ.
37. Гомогенно-каталитические реакции. Количественная характеристика реакций кислот и оснований. Шкала Пирсона, Бренстеда, Гаммета.
38. Гомогенно-каталитические реакции. Кинетика специфического кислотно-основного катализа.

39. Гомогенно-каталитические реакции. Кинетика общего кислотно-основного катализа.
40. Гомогенно-каталитические реакции. Гомогенный катализ комплексами переходных металлов. Основные типы реакций металлокомплексного катализа.
41. Гомогенно-каталитические реакции. Механизм катализа комплексами переходных металлов.
42. Имобилизованные гомогенные катализаторы.
43. Гетерофазные реакции. Кинетическая область протекания.
44. Гетерофазные реакции. Катализ межфазного переноса.
45. Гетерофазные реакции. Переходная область протекания.
46. Гетерофазные реакции. Диффузионная область протекания.
47. Гетерогенно-каталитические реакции. Классификация гетерогенных катализаторов.
48. Основные физические и технологические характеристики гетерогенных катализаторов и носителей. Способы приготовления гетерогенных катализаторов.
49. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция).
50. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (бимолекулярная реакция).
51. Гетерогенно-каталитические реакции. Кинетическая область протекания. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для энергетически однородной поверхности катализатора (мономолекулярная неэлементарная реакция).
52. Гетерогенно-каталитические реакции. Сорбционная и переходные с ней области протекания. Кинетика Хоугена-Уотсона для энергетически однородной поверхности катализатора (лимитирующей является стадия адсорбции одного из реагентов).
53. Гетерогенно-каталитические реакции. Сорбционная и переходные с ней области протекания. Кинетика Хоугена-Уотсона для энергетически однородной поверхности катализатора (при условии соизмеримости скорости адсорбции одного из реагентов и скорости химической реакции).
54. Гетерогенно-каталитические реакции. Внешнедиффузионная и переходные с ней области протекания. Кинетика во внешнедиффузионной области (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция) при малом заполнении поверхности.
55. Гетерогенно-каталитические реакции. Внутридиффузионная и переходные с ней области протекания. Кинетика во внутридиффузионной области для цилиндрической поры (мономолекулярная элементарная реакция, бимолекулярная реакция).

### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
60	10	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.