



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 \_\_05.06.2024\_\_ № \_\_10\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД «Химические и пищевые технологии»

протокол от \_\_10.06.2024\_\_ № \_\_12\_\_

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- 39

## 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) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	15
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	19
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	19
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	21
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение современных методов моделирования технологических процессов и аппаратов.

Задачи освоения дисциплины (модуля): разработка математических моделей и использование их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.7 «Моделирование химико-технологических процессов» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: физика, математика, информатика, техническая термодинамика и теплотехника, общая химическая технология, химия и технология основного органического синтеза, разработка процессов разделения в химической технологии, разработка промышленных реакторов органического синтеза и нефтепереработки, теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки, проектирование оборудования органического синтеза и нефтепереработки.

Дисциплина является основополагающей для подготовки ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» 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 компетенции ПК-4 дисциплинами (очной формы обучения)

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
ПК-4	Разработка промышленных реакторов органического синтеза и нефтепереработки						X		
	Разработка процессов разделения в химической технологии						X		
	Проектирование оборудования органического синтеза и нефтепереработки							X	
	Моделирование химико-технологических процессов								X
	Технологическая (проектно-технологическая) практика						X		
	Научно-исследовательская работа							X	X
	Преддипломная практика								X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								X	

**Формирование компетенции ПК-4 дисциплинами (заочной формы обучения)**

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПК-4	Разработка промышленных реакторов органического синтеза и нефтепереработки			х		
	Разработка процессов разделения в химической технологии				х	
	Проектирование оборудования органического синтеза и нефтепереработки				х	х
	Моделирование химико-технологических процессов					х
	Технологическая (проектно-технологическая) практика				х	
	Научно-исследовательская работа					х
	Преддипломная практика					х
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					х	

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 3

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-4. Способен проектировать технологические циклы производства и работать с научно-технической документацией в области технологии производства органических веществ	ИПК-4.1. Разрабатывает техническую документацию технологических процессов	<b>Знать:</b> современные методы моделирования технологических процессов и аппаратов, методы построения эмпирических (статических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов и аппаратов	<b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели и использовать их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем	<b>Владеть:</b> современными методами математического моделирования процессов и аппаратов производств органического и нефтехимического синтеза.	Тестирование. Выполнение задания для самостоятельной работы	Вопросы для устного собеседования: 20 вопросов

## 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 семестрам представлено в табл. 4 и 5.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения.

Таблица 4

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	66	66
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	60	60
- лекции (Л)	30	30
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	30	30
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	6	6
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- 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>	42	42
<b>Вид промежуточной аттестации экзамен</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	144/4	144/4

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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Курс 5</b>
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) <b>(всего)</b> , в том числе:	25	25
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего)</b> , в том числе:	18	18
- лекции (Л)	8	8
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	10	10
- практикумы (П)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего)</b> , в том числе:	7	7
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	1	1
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	110	110
<b>Вид промежуточной аттестации</b> Экзамен	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 6 и 7.

Таблица 6

#### 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 занятия, час					
<b>8 семестр</b>									
ПК-4, ИПК 4.1	<b>Тема 1.</b> Введение в предмет. Методы моделирования.	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.9-47, 6.1.2: С.6-23	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 2.</b> Методы построения математических моделей	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 9-47, 6.1.2: С.6-23-50	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 3.</b> Статистические модели. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Пассивный эксперимент.	4	-	8	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для	Обсуждение заданий, тестирование		

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					
						самостоятельной работы. 6.1.1: С. 48-99, 6.1.3: С.11-53			
	<b>Тема 4.</b> Активный эксперимент. Планы первого и второго порядка.	4	-	8	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.3: С.22-34	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 5.</b> Теоретический метод построения математических моделей. Методы и модели определения физико-химических свойств газовых и жидких смесей.	4	-	4	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.100-176	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 6.</b> Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Определение параметров модели по импульсному вводу.	4	-	4	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.57-148	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 7.</b> Моделирование теплообменных и массообменных процессов.	4	-	6	8	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.178-365	Обсуждение заданий, тестирование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименова ние используе мых активных и интерактив- ных образователь -ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наимено вание разработа нного электрон ного курса (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 8. Системы моделирования и инженерных расчетов, применяемые в химической и нефтегазовой отрасли	2	-		10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.3: С. 130-140	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>42</b>				

Таблица 7

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>5 курс</b>									
ПК-4, ИПК 4.1	<b>Тема 1.</b> Введение в предмет. Методы моделирования.	1	-	-	5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. . 6.1.1: С.9-47, 6.1.2: С.6-23	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 2.</b> Методы построения математических моделей	1	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 9-47, 6.1.2: С.6-23-50	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 3.</b> Статистические модели. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Пассивный эксперимент.	1	-	2	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 48-99, 6.1.3: С.11-53	Обсуждение заданий, тестирование		

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>Тема 4.</b> Активный эксперимент. Планы первого и второго порядка.	1	-	2	15	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.3: С.22-34	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 5.</b> Теоретический метод построения математических моделей. Методы и модели определения физико-химических свойств газовых и жидких смесей.	1	-	2	15	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С.100-176	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 6.</b> Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Определение параметров модели по импульсному вводу.	1	-	2	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.57-148	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 7.</b> Моделирование теплообменных и массообменных процессов.	1	-	2	25	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.2: С.178-365	Обсуждение заданий, тестирование		
	<b>Тема 8.</b> Системы моделирования и инженерных расчетов, применяемые в химической и нефтегазовой отрасли	1	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы.	Обсуждение заданий, тестирование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименова ние используе мых активных и интерактив- ных образователь -ных технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоем кость в часах)	Наименов ание разработа нного электронн ого курса (трудоемк ость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						6.1.3: С. 130-140			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>110</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

#### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Понятие модели и моделирования.
2. Классификация моделей.
3. Классификация математических моделей.
4. Эмпирический метод построения моделей
5. Методы планирования эксперимента.
6. Пассивный и активный эксперимент.
7. Структурно-регрессионный анализ.
8. Теоретический метод составления моделей.
9. Моделирование зависимости физических свойств органических веществ и их смесей от температуры и давления.
10. Моделирование фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость в бинарных и многокомпонентных системах.
11. Кинетические модели гомогенных реакций в газовой и жидкой фазах.
12. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.
13. Математические модели гетерогенно-каталитических реакций.
14. Прямая и обратная задачи химической кинетики.
15. Расчет параметров кинетических уравнений по экспериментальным данным.
16. Моделирование жидкофазных химических реакторов.
17. Модели идеального смешения и идеального вытеснения.
18. Ячеечная модель для жидкофазных реакций.
19. Экспериментальное определение и расчет параметров неидеальных моделей.
20. Моделирование гетерогенно-каталитических реакторов.
21. Квазигомогенные модели гетерогенно-каталитических реакций.

### 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 8 и 9.

Таблица 8

#### 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	4	
Тестирование	2	20	20			
Выполнений заданий для самостоятельной работы	4	10	10	10	10	До 2 за задание
Посещение занятий	15	1				

## 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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПК-4. Способен проектировать технологические циклы производства и работать с научно-технической документацией в области технологии производства органических веществ	ИПК-4.1. Разрабатывает техническую документацию технологических процессов	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не может использовать его в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по материалу дисциплины. 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 Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия, 1982. – 288 с.
- 6.1.2 Кафаров В.В., Глебов М. Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. — 400 с.
- 6.1.3 Жоров, Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии.- М.: Химия, 1978. -376с.
- 6.1.4 Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие [электронный ресурс].— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва, Логос, 2012. — 304 с.
- 6.1.4 Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов». Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. - 176 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

- 6.2.1. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).
- 6.2.2. Математическое моделирование и расчет реакторов с ламинарным режимом

движения реакционной массы: Методические указания к практическим занятиям /Сост. В.А.Колесников, С.М. Данов - Н.Новгород, 2015.

## 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 11

#### 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>
3	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	<a href="http://cdot-nttu.ru/электронная_библиотека">http://cdot-nttu.ru/электронная библиотека</a>
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

Таблица 12

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 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>
4	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 13 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 14 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 14

**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 15 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 15

**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>2305</b> Аудитория для лекционных и практических занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	<b>1440</b> Компьютерный класс	ПК (Intel Core i-5 CPU, ОЗУ-16 Гб) -16 шт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> </ul> КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);
3	<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 Intel Pentium 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>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
4	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> </ul> КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);

## 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.

При преподавании дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов», 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 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 6 и 7). 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 занятиях семинарного типа**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **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 15). 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

- обсуждение тем курса на практических занятиях;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;

##### **11.1.1. Типовые тестовые задания**

*Примеры тестовых заданий* по дисциплине (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Химические и пищевые технологии»):

1. Модели отличающиеся по физической природе от исследуемого процесса, но их математическое описание идентичны
  - 1) Физические
  - 2) Математические (знаковые, символические)
  - 3) Реальные математические
2. Модель дает возможность
  - 1) Установить в явлении, процессе или объекте основные закономерности
  - 2) Пренебречь второстепенными признаками
  - 3) Оба утверждения верны
  - 4) Нет правильного ответа
3. Вид модели, описывающей процесс в котором значение выходной величины однозначно определяется значением входной величины
  - 1) Стохастическая
  - 2) Эмпирическая
  - 3) Детерминированная
  - 4) Нет правильного ответа
4. Метод составления математического описания основанный на выводе уравнений статики и динамики на основе теоретического анализа физико-химических процессов
  - 1) Аналитический
  - 2) Экспериментальный
  - 3) Экспериментально-аналитический

5. Укажите недостатки пассивного эксперимента
  - 1) Большие затраты на эксперимент
  - 2) Сильное влияние случайных ошибок на точность описания
  - 3) Сложность нахождения конкретного вида функции
  - 4) Все перечисленное
6. Коэффициент корреляции может принимать значения
  - 1)  $-\infty \leq r \leq \infty$
  - 2)  $0 \leq r \leq 1$
  - 3)  $-1 \leq r \leq 1$
  - 4)  $-1 < r < 1$
7. Достоинства полного факторного эксперимента (ПФЭ)
  - 1) Реализуются все возможные комбинации факторов на выбранных для исследования уровнях
  - 2) Коэффициенты регрессионной модели являются смещенными оценками
  - 3) ПФЭ обладает избыточностью опытов
  - 4) Все перечисленное
8. Адекватность уравнения регрессии оценивается по критерию
  - 1) Фишера
  - 2) Стьюдента
  - 3) Вилкоксона-Мана-Уитни
  - 4) Пирсона
9. Эта гидродинамическая модель является моделью с распределенными параметрами
  - 1) Ячеистая модель
  - 2) Диффузионная модель
  - 3) Оба ответа верны
  - 4) Нет правильного ответа
10. Ориентировочной областью применения такой модели являются тарельчатые аппараты, аппараты с псевдооживленным слоем
  - 1) Идеального вытеснения
  - 2) Идеального смешения
  - 3) Диффузионная модель
  - 4) Ячеечная модель
11. Параметры диффузионной и ячеечной модели можно связать
  - 1) С первым начальным моментом функции распределения
  - 2) С нулевым начальным моментом функции распределения
  - 3) Со вторым центральным моментом функции распределения
  - 4) С первым центральным моментом функции распределения
12. Избыточной термодинамической функцией называют:
  - 1) изменение термодинамической функции при образовании раствора из чистых компонентов
  - 2) разность между функций смешения реального и идеального растворов
  - 3) изменение термодинамической функции при изменении температуры раствора на 1 К
  - 4) термодинамическая функция, не участвующая в расчетах
13. Уравнение Вильсона непригодно для описания
  - 1) системы, состоящей из 4-х компонентов и более
  - 2) равновесия жидкость-пар
  - 3) равновесия жидкость-жидкость
  - 4) смеси веществ, образующих водородные связи
14. Метод групповых составляющих реализован в модели
  - 1) Вильсона
  - 2) NTRL



3) UNIQUAC

4) UNIFAC

15. Этот критерий характеризует соотношение между силами веса и трения

1) Рейнольдса

2) Грасгофа

3) Пекле

4) Галилея

### 11.1.2. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся

Пример 1.

Через насадочный аппарат длиной  $L = 10$  м, внутренним диаметром  $d = 0,065$  м и коэффициентом заполнения насадкой  $\varphi = 0,7$  протекает жидкость с объемной скоростью  $v = 0,001$  м<sup>3</sup>/с. Построить математическую модель структуры гидродинамического потока в аппарате, зная исходную функцию распределения кривой отклика на импульсное возмущение.

Пример 2.

В соответствующих таблицах приведены минимальные и максимальные значения значения факторов  $Z_i$  и результаты параллельных опытов ПФЭ у. Составить матрицу планирования ПФЭ в натуральных переменных и в кодированном виде с учетом эффектов взаимодействия, рассчитать коэффициенты регрессии, провести статистический анализ.

### 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 тестирования и собеседования.

#### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

22. Понятие модели и моделирования.
23. Классификация моделей.
24. Классификация математических моделей.
25. Эмпирический метод построения моделей
26. Методы планирования эксперимента.
27. Пассивный и активный эксперимент.
28. Структурно-регрессионный анализ.
29. Теоретический метод составления моделей.
30. Моделирование зависимости физических свойств органических веществ и их смесей от температуры и давления.
31. Моделирование фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость в бинарных и многокомпонентных системах.
32. Кинетические модели гомогенных реакций в газовой и жидкой фазах.
33. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.
34. Математические модели гетерогенно-каталитических реакций.
35. Прямая и обратная задачи химической кинетики.
36. Расчет параметров кинетических уравнений по экспериментальным данным.
37. Моделирование жидкофазных химических реакторов.
38. Модели идеального смешения и идеального вытеснения.
39. Ячеечная модель для жидкофазных реакций.
40. Экспериментальное определение и расчет параметров неидеальных моделей.
41. Моделирование гетерогенно-каталитических реакторов.
42. Квазигомогенные модели гетерогенно-каталитических реакций.

