

ХТ/Бах/ХТ/П/УМ - Б.В.О.Д. 11 - 29 /06/2021

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Химические и пищевые технологии»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ДПИ

А.М. Петровский

« 29 »

июня

2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Моделирование химико-технологических процессов

**Направление подготовки**

**18.03.01. Химическая технология**

*код и название направления*

**Направленность (профиль)**

**Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов**

**Уровень образования**

бакалавриат

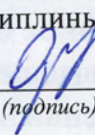
**Форма обучения**

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Дзержинск, 2021

Составители рабочей программы дисциплины доцент Орехов Д.В.

  
(подпись)

/Д.В. Орехов /  
(Ф. И. О.)

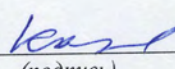
Рабочая программа принята на заседании кафедры «Химические и пищевые технологии»

« 29 » 06 2021 г.

Протокол заседания № 11

Заведующий кафедрой

« 29 » 06 2021 г.

  
(подпись)

/О.А. Казанцев/  
(Ф. И. О.)

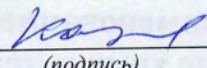
---

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

Химические и пищевые технологии

(наименование кафедры)

  
(подпись)

О.А. Казанцев  
(расшифровка подписи)

Декан факультета

Инженерно-технологический факультет

(наименование факультета)

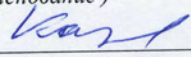
  
(подпись)

Г.В. Пастухова  
(расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по профилю подготовки


Химическая технология

(наименование)

  
(подпись)

О.А. Казанцев  
(расшифровка подписи)

Заместитель начальника отдела УМБО

  
(подпись)

Е.Г. Воробьева-Дурнакина  
(расшифровка подписи)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине .....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата.....	5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.....	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	13
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	21
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	22
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин.....	24
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) .....	24
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов» – это дисциплина по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», уровень – бакалавриат.

Профильными для данной дисциплины являются виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская.

Данная дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности: изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований.

Объектами профессиональной деятельности являются: оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также методы и средства диагностики и контроля технического состояния технологического оборудования, средства автоматизации и управления технологическими процессами, методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

2.1. Учебная дисциплина обеспечивает:

- частичное формирование компетенции **ПК-16** - способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Уровень сформированности – пороговый.

Признаки и уровни освоения компетенций приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Признаки и уровни освоения компетенций

Код и содержание компетенции	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень формирования компетенции, место дисциплины
<i>ПК-16:</i> способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	обладает способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в соответствии с направлением «Химическая технология» и профилем подготовки «Химическая технология органических веществ».	Уровень – пороговый. Формируется частично в составе дисциплин, представленных в таблице 3.1. Итоговый контроль сформированности компетенции осуществляется в ходе подготовки и защиты ВКР.

2.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Планируемые результаты обучения

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)		
		Знать	Уметь	Владеть
1. Компетенция ПК-16				
пороговый	<p>- понимает и может объяснить метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>- демонстрирует отдельные навыки проведения физических и химических экспериментов, проведения обработки их результатов и оценивания погрешностей.</p>	<p>современные методы моделирования технологических процессов и аппаратов, методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов и аппаратов.</p>	<p>разрабатывать математические модели и использовать их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.</p>	<p>современными методами математического моделирования процессов и аппаратов производств органического и нефтехимического синтеза.</p>

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учетом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

3.1. Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной части Блока 1 (Б1.В.ОД.11).

3.2. Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 8 семестре.

3.3. Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:

Для освоения дисциплины Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов» студент должен:

**ЗНАТЬ:** классификацию и механизмы органических реакций; основные законы химической термодинамики, характеристики равновесного состояния; основные понятия теории гомогенного и гетерогенного катализа; основные закономерности протекания химических процессов, уравнения формальной кинетики и кинетики простых и сложных реакций; основные процессы и аппараты химических производств; теорию химических реакторов; дифференциальное и интегральное исчисление; типовые численные методы решения математических задач

**УМЕТЬ:** определять тип органических реакций; использовать основные законы термодинамики; определять термодинамические характеристики химических реакций; определять константу равновесия и равновесные концентрации веществ; составлять кинетические уравне-

ния в дифференциальной форме для простых реакций; интегрировать дифференциальные уравнения; решать алгебраические уравнения.

**ВЛАДЕТЬ:** химической и технологической терминологией; методами термодинамических и кинетических расчетов; методами интегрального и дифференциального исчисления; навыками вычисления тепловых эффектов реакций и констант равновесия.

Этапы формирования компетенций и ожидаемые результаты обучения, определяющие уровень сформированности компетенций, указаны в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенции ПК-16 вместе с дисциплиной Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов»

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы / семестры обучения							
		1 курс семестр		2 курс семестр		3 курс семестр		4 курс семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-16	1. Моделирование химико-технологических процессов								X
	2. Методы эксперимента в органической химии							X	
	3. Общая химическая технология						X		
	4. Современные методы исследования органических веществ						X		
	5. Технологии связанного азота								
	6. Научно-исследовательская работа							X	X
	7. Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР								X

Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций вместе с дисциплиной Б1.В.ОД.13 «Моделирование химико-технологических процессов»

Код	Наименование компетенции (дисциплинарной части компетенции)	Наименования дисциплин		
		Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
ПК-16	обладает способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	1. Моделирование химико-технологических процессов. 2. Методы эксперимента в органической химии. 3. Общая химическая технология. 4. Современные методы исследования органических веществ 5. Технологии связанного азота	1. Научно-исследовательская работа. 2. Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР	

#### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет 3 зачетных единицы (з.е), что соответствует 108 академическим часам, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 34 часа, самостоятельная работа обучающихся 74 часов.

В табл. 4.1 представлена структура дисциплины Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов».

Таблица 4.1 - Структура дисциплины Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов».

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	34	34
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	30	30
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия (ПЗ)	12	12
- практикумы (П)		
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	2	2
- 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>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации</b> (зачет/зачет*(зачет с оценкой)/экзамен)	Экзамен	Экзамен
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	108/3	108/3

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1.

Тематическое содержание разделов дисциплины с перечислением содержащихся в них дидактических единиц приведено в табл. 5.2.

Темы практических занятий приведены в табл. 5.3, виды самостоятельной работы – в табл. 5.5.

Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						
		Всего часов (без экзамена)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Внеаудиторная контактная работа	Формируемые компетенции ОК, ОПК, ПК, ПСК
1	Введение в предмет	1	1	-	-	-		ПК-16
2	Методы построения математических моделей	17,5	5	2	-	10	0,5	ПК-16
3	Модели фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость	17,5	2	2	-	13	0,5	ПК-16
4	Моделирование кинетики химических реакций и процесса массопередачи	19	3	2	-	13	1	ПК-16
5	Модели жидкофазных химических реакторов	28	4	4	-	19	1	ПК-16
6	Моделирование гетерогенно-каталитических реакторов	25	3	2	-	19	1	ПК-16
<b>Итого</b>		108	18	12	-	74	4	

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Введение в предмет	ПК-16	Тема 1.1. Основные понятия и принципы математического моделирования	1	Вопросы на экзамене
2	Методы построения математических моделей	ПК-16	Тема 2.1. Эмпирический метод построения математической модели. Планирование и проведение эксперимента. Статистическая обработка результатов. Проведение структурно-регрессионного анализа. Расчет коэффициента регрессии, интерпретация результатов.	2,5	Вопросы на экзамене
			Тема 2.2. Теоретический метод построения математической модели. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Законы термодинамического равновесия между фазами. Законы химического равновесия.	2,5	
3	Модели фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость	ПК-16	Тема 3.1. Уравнение состояния. Расчет фугитивностей компонентов. Расчет активностей компонентов. Алгоритмы расчета гетерогенных равновесий.	2	Вопросы на экзамене
4	Моделирование кинетики химических реакций и процесса массопередачи	ПК-16	Тема 4.1. Кинетические модели гомогенных реакций в жидкой и газовой фазах. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.	1	Вопросы на экзамене
			Тема 4.2. Модели гетерогенно-каталитических реакций.	1	
			Тема 4.3. Прямая и обратная задачи химической кинетики.	1	



5	Модели жидкофазных химических реакторов	ПК-16	Тема 5.1. Модели жидкофазных химических реакторов. Модель реактора идеального вытеснения и смешения. Ячеистая модель. Однопараметрическая диффузионная модель.	2	Вопросы на экзамене
			Тема 5.2. Расчет и экспериментальное определение параметров неидеальных моделей.	2	
6	Моделирование гетерогенно-каталитических реакторов	ПК-16	Тема 6.1. Математические модели гетерогенно-каталитических реакторов. Квазигомогенные модели.	3	Вопросы на экзамене
<b>Итого</b>				18	

Таблица 5.3 – Темы практических занятий

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Методы построения математических моделей	ПК-16	Тема 2.1. Эмпирический метод построения математической модели. Планирование и проведение эксперимента. Статистическая обработка результатов. Проведение структурно-регрессионного анализа. Расчет коэффициента регрессии, интерпретация результатов.	1	Выполнение практических заданий в форме индивидуальных заданий
			Тема 2.2. Теоретический метод построения математической модели. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Законы термодинамического равновесия между фазами. Законы химического равновесия.	1	
3	Модели фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость	ПК-16	Тема 3.1. Уравнение состояния. Расчет фугитивностей компонентов. Расчет активностей компонентов. Алгоритмы расчета гетерогенных равновесий.	2	Выполнение практических заданий в форме индивидуальных заданий
4	Моделирование кинетики химических реакций и процесса массопередачи	ПК-16	Тема 4.1. Кинетические модели гомогенных реакций в жидкой и газовой фазах. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.	0,5	Выполнение практических заданий в форме индивидуальных заданий
			Тема 4.2. Модели гетерогенно-каталитических реакций.	0,5	
			Тема 4.3. Прямая и обратная задачи химической кинетики.	1	
5	Модели жидкофазных химических реакторов	ПК-16	Тема 5.1. Модели жидкофазных химических реакторов. Модель реактора идеального вытеснения и смешения. Ячеистая модель. Однопараметрическая диффузионная модель.	2	Выполнение практических заданий в форме индивидуальных заданий
			Тема 5.2. Расчет и экспериментальное определение параметров неидеальных моделей.	2	
6	Моделирование гетерогенно-каталитических реакторов	ПК-16	Тема 6.1. Математические модели гетерогенно-каталитических реакторов. Квазигомогенные модели.	2	Выполнение практических заданий в форме индивидуальных заданий
<b>Итого</b>				12	

Таблица 5.4 - Темы лабораторных работ  
*Не предусмотрено*

Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студентов

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Тема 2.1. Эмпирический метод построения математической модели. Планирование и проведение эксперимента. Статистическая обработка результатов. Проведение структурно-регрессионного анализа. Расчет коэффициента регрессии, интерпретация результатов.	ПК-16	чтение основной и дополнительной литературы, методических указаний, рекомендованных по курсу	3	Вопросы на экзамене. Выполнение индивидуальных домашних заданий.
	подготовка к выполнению домашних заданий		3		
	Тема 2.2. Теоретический метод построения математической модели. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Законы термодинамического равновесия между фазами. Законы химического равновесия.		самостоятельное изучение тем раздела	4	
3	Тема 3.1. Уравнение состояния. Расчет fugitivностей компонентов. Расчет активностей компонентов. Алгоритмы расчета гетерогенных равновесий.	ПК-16	чтение основной и дополнительной литературы, методических указаний, рекомендованных по курсу	4	Вопросы на экзамене. Выполнение индивидуальных домашних заданий.
			подготовка к выполнению домашних заданий	4	
			самостоятельное изучение тем раздела	5	
4	Тема 4.1. Кинетические модели гомогенных реакций в жидкой и газовой фазах. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.	ПК-16	чтение основной и дополнительной литературы, методических указаний, рекомендованных по курсу	4	Вопросы на экзамене. Выполнение индивидуальных домашних заданий.
	Тема 4.2. Модели гетерогенно-каталитических реакций.		подготовка к выполнению домашних заданий	4	
	Тема 4.3. Прямая и обратная задачи химической кинетики.		самостоятельное изучение тем раздела	5	
5	Тема 5.1. Модели жидкофазных химических реакторов. Модель реактора идеального вытеснения и смешения. Ячейчатая модель. Однопараметрическая	ПК-16	чтение основной и дополнительной литературы, методических указаний, рекомендованных по курсу	6	Вопросы на экзамене. Выполнение индивидуальных домашних
			подготовка к выполнению домашних заданий	6	

	диффузионная модель.				заданий.
	Тема 5.2. Расчет и экспериментальное определение параметров неидеальных моделей.		самостоятельное изучение тем раздела	4	
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	3	
6	Тема 6.1. Математические модели гетерогенно-каталитических реакторов. Квазигомогенные модели	ПК-16	чтение основной и дополнительной литературы, методических указаний, рекомендованных по курсу	6	Вопросы на экзамене. Выполнение индивидуальных домашних заданий.
			подготовка к выполнению домашних заданий	6	
			самостоятельное изучение тем раздела	4	
			поиск информации в рамках рекомендуемого перечня интернет ресурсов	3	
			<b>итого</b>	36	

5.2. Примерная тематика рефератов (докладов, эссе)

*Не предусмотрено*

5.3. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

*Не предусмотрено*

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы

Раздел	Тема	Содержание занятий	Трудоемкость, часов
2	Тема 2.1. Эмпирический метод построения математической модели. Планирование и проведение эксперимента. Статистическая обработка результатов. Проведение структурно-регрессионного анализа. Расчет коэффициента регрессии, интерпретация результатов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтение основной литературы: Закгейм А.Ю. «Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов» С. 78-104</li> <li>Чтение дополнительной литературы: Жоров, Ю.М. «Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии» С. 11-50.</li> <li>Работа с основными понятиями.</li> <li>Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	10
	Тема 2.2. Теоретический метод построения математической модели. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Законы термодинамического равновесия между фазами.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтение основной литературы: Закгейм А.Ю. «Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов» С. 105-133.</li> <li>Работа с основными понятиями.</li> <li>Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	

	Законы химического равновесия.		
3	Тема 3.1. Уравнение состояния. Расчет фугитивностей компонентов. Расчет активностей компонентов. Алгоритмы расчета гетерогенных равновесий.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтение основной литературы: В.В. Кафаров, М. Б. Глебов «Математическое моделирование основных процессов химических производств» С. 225-237.</li> <li>2. Работа с основными понятиями.</li> <li>3. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	13
4	Тема 4.1. Кинетические модели гомогенных реакций в жидкой и газовой фазах. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтение основной литературы: В.В. Кафаров, М. Б. Глебов «Математическое моделирование основных процессов химических производств» С. 237-244.</li> <li>2. Работа с основными понятиями.</li> <li>3. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	13
	Тема 4.2. Модели гетерогенно-каталитических реакций.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтение дополнительной литературы: В.С. Бесков, В. Флокк. «Моделирование каталитических процессов и реакторов» С.9-31</li> <li>2. Работа с основными понятиями.</li> <li>3. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	
	Тема 4.3. Прямая и обратная задачи химической кинетики.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа с основными понятиями.</li> <li>2. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>3. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	
5	Тема 5.1. Модели жидкофазных химических реакторов. Модель реактора идеального вытеснения и смешения. Ячейчатая модель. Однопараметрическая диффузионная модель.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтение основной литературы: Закгейм А.Ю. «Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов» С. 134-159.</li> <li>2. Работа с основными понятиями.</li> <li>3. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	19
	Тема 5.2. Расчет и экспериментальное определение параметров неидеальных моделей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтение основной литературы: Закгейм А.Ю. «Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов» С. 177-188.</li> <li>2. Работа с основными понятиями.</li> <li>3. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>4. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	
6	Тема 6.1. Математические модели гетерогеннокаталитических реакторов. Квазигомогенные модели. Двухпараметрическая квазигомогенная модель гетерогеннокаталитического неизотермического реактора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа с основными понятиями.</li> <li>2. Подготовка к практическим занятиям.</li> <li>3. Выполнение домашних заданий.</li> </ol>	19

## 6.2. Список литературы для самостоятельной работы

Список литературы для самостоятельной работы представлен в табл. 6.2.

№ пп	Наименование источника
1	Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва, Логос, 2012. — 304 с.
2	В.В. Кафаров, М. Б. Глебов Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1991. — 400 с.
3	Бесков В.С., Флокк. В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. - М.: Химия, 1991. - 256с.
4	Жоров, Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии.- М.: Химия, 1978. -376с

### 6.3. Методическое сопровождение самостоятельной работы

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).

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с дисциплиной «Моделирование химико-технологических процессов») отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2).

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины Б1.В.ОД.11 «Моделирование химико-технологических процессов» в этой ценностной цепочке создаем систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Для этого планируем результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки, для чего формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделяем 4 критерия, соответствующих степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Эталонный планируемый результат соответствует критерию 4 (точность, правильность, соответствие).

Критерии 1-3 – показатели «отклонений от «эталона»».

Критерий 2 – минимальный приемлемый уровень сформированности компетенции (или ее части).

Таблица 7.1. – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине

№ пп	Наименование этапа	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания (j – уровень оценивания)				Этапы контроля
			ниже порогового	Пороговый	Углубленный	Продвинутый К4	

			K1	K2	K3		
1	Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	<b>экзамен</b>
		Деятельностная компонента (Задачи, задания)	Отсутствие решения	Решение с ошибками	Правильное решение с отдельными недочетами	Правильное решение без ошибок	

Критерии для определения уровня сформированности компетенций в рамках дисциплины при промежуточной аттестации - экзамен:

Знаниевый компонент (знания) включает в себя планирование знаний на следующих уровнях:

- уровень знакомства с теоретическими основами -  $Z_1$ ;
- уровень воспроизведения -  $Z_2$ ;
- уровень извлечения новых знаний -  $Z_3$ .

Деятельностный компонент (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- умение решать типовые задачи с выбором известного метода, способа -  $Y_1$ ;
- умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов -  $Y_2$ ;
- умение решать нестандартные задачи -  $Y_3$ .

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (табл. 7.2)

Таблица 7.2 – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (уровень усвоения)				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения K1	2. Неполное усвоение K2	3. Хорошее усвоение K3	4. Отличное усвоение K4	
<b>Знать ПК-16</b>					
$Z_1$ - знание основных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.	- не знает основных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов; - не может применить основные методы построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.	- затрудняется в определении основных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов ; - слабо знает основные методы построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов	- допускает незначительные ошибки при использовании основных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов ; - в основном правильно выбирает основные методы построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов	- уверенно знает основные методы построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов ; - анализирует и способен принимать творческие решения использования методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов; - способен нести	экзамен
$Z_2$ – знание и воспроизведение основных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов					экзамен

З <sub>3</sub> – знание современных методов построения эмпирических и физико-химических моделей химико-технологических процессов и аппаратов				ответственность за принятые решения	экзамен
<b>Уметь ПК-16</b>					
У <sub>1</sub> . умение разрабатывать математические модели и использовать их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.	- не способен разрабатывать математические модели и использовать их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.	- допускает ошибки при разработке математических моделей и использовании их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.	- допускает значительные ошибки при решении профессиональных задач.	- способен уверенно разрабатывать математические модели и использовать их для решения задач в области анализа, синтеза и оптимизации химико-технологических схем.	экзамен
У <sub>2</sub> . умение анализировать и систематизировать конкретные задачи моделирования химико-технологических процессов					экзамен
У <sub>3</sub> . умение творчески применять полученные знания для решения конкретных задач моделирования химико-технологических процессов					экзамен

### 7.3. Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3 - Этап текущей аттестации по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
			1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях	1	Отсутствие участия в обсуждении	Единичное высказывание	Активное участие в обсуждении	Высказывание неординарных суждений с обоснование точки зрения

Работа на практических занятиях	Выполнение индивидуальных заданий	2	Задание не выполнено	Задание выполнено, но допускает ошибки	Задание выполнено с незначительными недочетами	Задание выполнено без замечаний
	Выполнение домашних заданий	3	Задание не выполнено	Задание выполнено, но допускает ошибки	Задание выполнено с незначительными недочетами	Задание выполнено без замечаний
Оценка			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

### Критериальная оценка:

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	1.2 + 2.2 + 3.2 или 1.1 + 2.2 + 3.2
	оценка «хорошо»	1.3 + 2.3 + 3.3 или 1.2 + 2.3 + 3.3
	оценка «отлично»	1.4 + 2.4 + 3.4 или 1.3 + 2.4 + 3.4

#### 7.4. Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **экзамен**.

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации **экзамен** приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4 – Этап промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				
			1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	Этапы-контроля
Отработка пропущенных занятий			Отсутствие усвоения пропущенного материала	Неполное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	допуск к индивидуальным и домашним заданиям
Усвоение материала	Знаниевая компонента	3	Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	экзамен
	Деятельностная компонента	У	Отсутствие выполнения индивидуальных и домашних заданий	Задания выполнены с серьезными ошибками	Задания выполнены с небольшими недочетами	Задания выполнены с использованием нестандартных средств	
Оценка			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	



**Критериальная оценка** (на основании табл. 7.2):

Пороговый уровень	экзамен с оценкой «удовлетворительно»	$Z_1 + Y_1$ или $Z_2 + Y_1$
	экзамен с оценкой «хорошо»	$Z_2 + Y_2$ или $Z_3 + Y_2$ или $Z_1 + Y_3$
	экзамен с оценкой «отлично»	$Z_3 + Y_3$ или $Z_2 + Y_3$

**Оценку "отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**Оценку "хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценку "удовлетворительно"** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценку "неудовлетворительно"** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности

7.5.1. Конкретная технология оценивания, оценочные средства

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в табл. 5.2 - 5.5, оценочные средства указаны в табл. 7.5.

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (табл. 7.5).

Таблица 7.5 - Паспорт оценочных средств

№ п/п	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				вид	количество

1	Тема 1.1. Основные понятия и принципы математического моделирования	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	3
2	Тема 2.1. Эмпирический метод построения математической модели. Планирование и проведение эксперимента. Статистическая обработка результатов. Проведение структурно-регрессионного анализа. Расчет коэффициента регрессии, интерпретация результатов.	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	4
	Тема 2.2. Теоретический метод построения математической модели. Законы сохранения массы, энергии и импульса. Законы термодинамического равновесия между фазами. Законы химического равновесия.	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	1
3	Тема 3.1. Уравнение состояния. Расчет фугитивностей компонентов. Расчет активностей компонентов. Алгоритмы расчета гетерогенных равновесий.	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	2
4	Тема 4.1. Кинетические модели гомогенных реакций в жидкой и газовой фазах. Моделирование кинетики массопередачи в системе газ-жидкость и жидкость-жидкость.	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	6
	Тема 4.2. Модели гетерогенно-каталитических реакций.	ПК-16	-		
	Тема 4.3. Прямая и обратная задачи химической кинетики.	ПК-16	-		
5	Тема 5.1. Модели жидкофазных химических реакторов. Модель реактора идеального вытеснения и смешения. Ячеистая модель. Однопараметрическая диффузионная модель.	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	5
	Тема 5.2. Расчет и экспериментальное определение параметров неидеальных моделей.	ПК-16	-		
6	Тема 6.1. Математические модели гетерогенно-каталитических реакторов. Квазигомогенные модели. Двухпараметрическая квазигомогенная модель гетерогенно-каталитического неизотермического реактора	ПК-16	-	Вопросы на экзамене	3

7.5.2. Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

7.5.2.1. Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

Задания для домашних и контрольных работ предлагаются из учебного пособия: Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов". Учебное пособие: СПб.: Лань, 2013. - 176 с.

7.5.2.2. Критерии оценивания курсовой работы

*Не предусмотрено*

### 7.5.2.3. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации на экзамене:

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.

Таблица 7.7 – Оценочные средства дисциплины для промежуточной аттестации

	Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)
1	ПК-16	№1-21

7.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы представлены ниже:

- Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014 г. [http://www.ntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/pologo\\_fonde\\_ocen\\_sredstv.pdf](http://www.ntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/pologo_fonde_ocen_sredstv.pdf);

- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ [http://www.ntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_kontrol\\_yspev.pdf](http://www.ntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf);

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

### Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ОД.11 Моделирование химико-технологических процессов <i>(полное название дисциплины)</i>	К какой части Б1 относится дисциплина	
	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору студента	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла

18.03.01 <i>(код направления / специальности)</i>	Химическая технология / Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов <i>(полное название направления подготовки / специальности)</i>
ХТ/ХТПЭУМ <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки: <input type="checkbox"/> специалист <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр
	Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная

2021  
*(год утверждения учебного плана ОПОП)*

Семестр 8

Количество групп 1  
Количество студентов 20

Составитель программы:

1) Орехов Дмитрий Валерьевич, Дзержинский политехнический институт, кафедра «Химическая технология», тел. 8(8313) 34-71-66, e-mail: mitriy07@mail.ru

### СПИСОК ИЗДАНИЙ

№ пп	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва, Логос, 2012. — 304 с.	эл. ресурс
2	В.В. Кафаров, М. Б. Глебов Математическое моделирование основных процессов химических производств. Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1991. — 400 с.	42
3	Жоров, Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии.- М.: Химия, 1978. -376с	12
2 Дополнительная литература		
1	Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов». Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. - 176 с.	5

## Основные данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

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

### 9.1. Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
  2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
  3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
  4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
  5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
  6. Федеральный образовательный портал. Социально-гуманитарное и политическое образование. <http://www.humanities.edu.ru/>
  7. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
  8. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
  9. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
  10. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>
  11. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей. <http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
  12. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>.
  13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
14. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.

### 9.2. Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>

#### 9.2.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ» [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Реферативные наукометрические базы

Web of Science [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do)

Scopus <http://www.scopus.com/>

Реферативные журналы [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref\\_gyrnal\\_14.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm)

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

База данных гостей РосИнформ Вологодского ЦНТИ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza\\_gost.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm)

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Персональные библиографические указатели ученых НГТУ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)

*Доступ онлайн*

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных WebofScienceCoreCollection

База данных Polpred.com Обзор СМИ

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

9.3. Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Электронная библиотека [http://cdot-nntu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nntu.ru/?page_id=312)  
*Другое, что вы используете в качестве ресурсов сети «Интернет».*

9.4. Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

9.4.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://window.edu.ru/catalog/>

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронный каталог - локально

9.4.2. Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

**Реферативные журналы Falcon 2.0** - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepoddingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений [http://dpi-ngtu.ru/doc\\_for\\_load/novie\\_postuplenia.pdf](http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf)

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексеева

<http://www.nntu.rii/RUS/biblioteka/bilt.html>

9.4.3. Интернет-ресурсы <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

9.4.4. Материалы в помощь студентам: <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

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

10.1. 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:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).

Дата обращения 23.09.2015.

— 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](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). Учебное пособие

«Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

— Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

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

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента. Информационные технологии применяются в следующих направлениях: - демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий и др.

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

Специализированная аудитория № 2305, оснащенная стендами и мультимедийной установкой, отвечающими содержанию дисциплины. Предназначена для чтения лекций и проведения экзамена по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов».

Специализированная аудитория № 2405, оснащённая компьютерами, используется для проведения практических занятий по курсу «Моделирование химико-технологических процессов».