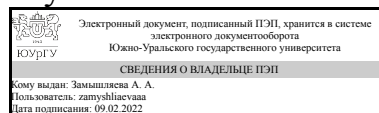


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.15 Практикум по моделированию химико-технологических процессов**

**для направления 18.03.01 Химическая технология**

**уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат**

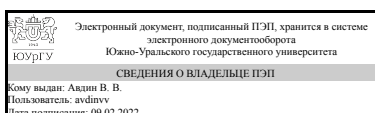
**профиль подготовки**

**форма обучения очная**

**кафедра-разработчик Экология и химическая технология**

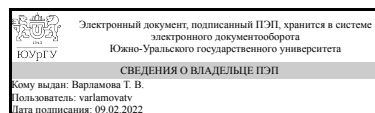
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1005

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,  
к.хим.н., доцент



Т. В. Варламова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – научить практическому использованию принципов и методов построения и расчёта математических моделей типовых химико-технологических процессов.

Задачи: научиться разрабатывать детерминированные и эмпирические модели химических, массо-и теплообменных процессов и химико-технологических аппаратов, выполнять их расчёт и решать задачи оптимизации на основе полученных моделей.

## Краткое содержание дисциплины

Моделирование гидродинамической структуры потока, тепловых и массообменных процессов, кинетики химической реакции, химического реактора, статистические модели на основе пассивного и активного экспериментов, решение задач оптимизации аналитическими, численными и статистическими методами.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	Знать:основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, а также основные методы расчёта и оптимизации на основе полученных моделей.
	Уметь:решать задачи оптимизации химико-технологических процессов на основе моделирования.
	Владеть:навыками основных типовых расчётов на основе математических моделей химико-технологических процессов
ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Знать:основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, а также основные методы расчёта полученных моделей
	Уметь:составлять типовые теоретические и эмпирические математические модели: структуры потоков в аппаратах, теплообменных аппаратов, процессов массопередачи, кинетики химических реакций, химических реакторов.
	Владеть:навыками расчёта на основе полученных моделей
ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Знать:основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, а также основные методы расчёта полученных моделей
	Уметь:составлять типовые теоретические и эмпирические математические модели: структуры потоков в аппаратах, теплообменных аппаратов, процессов массопередачи, кинетики химических реакций, химических реакторов.

	Владеть:навыками расчёта на основе полученных моделей
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знать:основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, а также основные методы расчёта и оптимизации на основе полученных моделей.
	Уметь:решать задачи оптимизации химико-технологических процессов на основе моделирования.
	Владеть:навыками основных типовых расчётов на основе математических моделей химико-технологических процессов
ПК-16 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	Знать:основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, а также основные методы расчёта полученных моделей.
	Уметь:составлять типовые теоретические и эмпирические математические модели: структуры потоков в аппаратах, теплообменных аппаратов, процессов массопередачи, кинетики химических реакций, химических реакторов.
	Владеть:навыками расчёта на основе полученных моделей

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.13 Органическая химия, Б.1.12 Общая и неорганическая химия, Б.1.06 Математика, В.1.10 Общая химическая технология, Б.1.14 Физическая химия, Б.1.09 Информатика	ДВ.1.08.02 Технология огнеупорных материалов, ДВ.1.09.01 Переработка нефти и газа, ДВ.1.07.01 Технология коксохимического производства, ДВ.1.08.01 Технология углеродных материалов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Математика	Знать: основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теорию вероятностей и математическую статистику, математические методы решения профессиональных задач. Уметь: проводить анализ функций, применять математические методы при решении типовых задач. Иметь навыки: построения математической модели типовых профессиональных задач, содержательной интерпретации полученных результатов.

Б.1.13 Органическая химия	Знать и уметь использовать физические и химические свойства основных классов углеводов и их производных, их генетическую связь, способы получения представления о механизмах реакций органического синтеза, иметь навыки по составлению уравнений органических реакций, проведения органического синтеза, обращения с реактивами приборами и оборудованием, необходимым для синтеза, очистки и идентификации органических веществ.
Б.1.12 Общая и неорганическая химия	знать современные представления о строении и периодичности свойств веществ, основные закономерности протекания химических процессов; уметь выполнять стехиометрические, термодинамические и кинетических расчёты простых химических реакций; иметь навыки составления химических уравнений
В.1.10 Общая химическая технология	Знать структуру, элементы, иерархическую организацию химико-технологических процессов, критерии оценки эффективности химического производства, классификацию основных процессов химической технологии, общие закономерности химических процессов, лежащие в основе расчёта реакторов. Владеть навыками расчёта расходных коэффициентов, материального и теплового баланса, критериев эффективности и параметров технологического режима химического процесса, выбора типа и расчёта химических реакторов.
Б.1.14 Физическая химия	Знать и уметь использовать основные понятия, законы и модели химической термодинамики, химической кинетики, химического и фазового равновесия, электрохимии, термодинамики растворов. Уметь выполнять физико-химический анализ простых однокомпонентных и бинарных систем, определять термодинамические свойства этих систем, количественно оценивать равновесное состояние систем, в которых протекают химические реакции, определять возможное направление химических реакций и максимальный выход продукта реакции в зависимости от параметров состояния системы. Владеть навыками выполнения физико-химических расчётов и решения конкретных задач с использованием справочной информации.
Б.1.09 Информатика	знать современные представления о строении и периодичности свойств веществ, основные закономерности протекания химических процессов; уметь выполнять стехиометрические, термодинамические и кинетических расчёты простых химических реакций; иметь навыки составления химических уравнений

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40	
Подготовка к тестированию	10	10	
Самостоятельное решение задач (семестровое задание)	20	20	
Подготовка к зачёту	10	10	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов	10	0	10	0
2	Эмпирические методы построения математических моделей	10	0	10	0
3	Методы оптимизации в химической технологии	12	0	12	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Моделирование гидродинамической структуры потоков.	2
2	1	Моделирование тепловых процессов.	2
3	1	Моделирование массообменных процессов	2
4	1	Моделирование кинетики химических реакций	2
5	1	Моделирование химических реакторов	2
6, 7	2	Построение статистических моделей на основе пассивного эксперимента	4
8, 9, 10	2	Построение моделей на основе активного эксперимента	6
11, 12, 13	3	Решение экстремальных задач статистическими методами	6
14, 15, 16	3	Аналитические и численные методы оптимизации	6

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачёту	1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС, 2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/41014">http://e.lanbook.com/book/41014</a> — Загл. с экрана. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/92623">http://e.lanbook.com/book/92623</a> — Загл. с экрана.	10
Самостоятельное решение задач (семестровая работа)	1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС, 2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/41014">http://e.lanbook.com/book/41014</a> — Загл. с экрана. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/92623">http://e.lanbook.com/book/92623</a> — Загл. с экрана. 4) Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] учеб.	20

	<p>пособие для вузов по специальности "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. - М.: Академкнига, 2006. - 415 с. ил. 5) Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1978. - 319 с. ил.</p>	
Подготовка к контрольной работе	<p>1) Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика" Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов ; ред. Н. А. Заходякина. - М.: КолосС, 2008. - 158, [1] с. ил. 21 см.; 2) Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/41014">http://e.lanbook.com/book/41014</a> — Загл. с экрана. 3) Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/92623">http://e.lanbook.com/book/92623</a> — Загл. с экрана.</p>	10

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
дискуссия	Практические занятия и семинары	Публичное обсуждение результатов самостоятельной работы и контроля	4

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	контрольная работа (текущий контроль)	все задания для контрольной работы
Все разделы	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	контрольная работа (текущий контроль)	все задания для контрольной работы
Все разделы	ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	контрольная работа (текущий контроль)	все задания для контрольной работы
Все разделы	ПК-16 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	контрольная работа (текущий контроль)	все задания для контрольной работы
Все разделы	ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	контрольная работа (текущий контроль)	все задания для контрольной работы
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	зачет (промежуточная аттестация)	все задания для зачета
Все разделы	ПК-4 способностью принимать конкретные	зачет	все задания для



	технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	(промежуточная аттестация)	зачета
Все разделы	ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	зачет (промежуточная аттестация)	все задания для зачета
Все разделы	ПК-16 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	зачет (промежуточная аттестация)	все задания для зачета
Все разделы	ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	зачет (промежуточная аттестация)	все задания для зачета
Все разделы	ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	семестровая работа (текущий контроль)	индивидуальные задания для выполнения семестровой работы

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
контрольная работа (текущий контроль)	Контрольная работа выполняется 1,5 часа письменно по билетам. Каждый билет содержит две задачи. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1	Зачтено: рейтинг контрольной работы более 60% Не зачтено: рейтинг контрольной работы менее 60%

	балл, неправильный расчет - 0 баллов. Максимальный балл за контрольную работу - 10 баллов. Вес контрольной работы - 0,4.	
зачет (промежуточная аттестация)	Зачетная работа выполняется 1,5 часа письменно по билетам. Каждый билет содержит две задачи. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов. Максимальный балл за зачетную работу - 10 баллов.	Зачтено: рейтинг по дисциплине равен или более 60% Не зачтено: рейтинг по дисциплине менее 60%
семестровая работа (текущий контроль)	Семестровая работа выполняется в течение семестра по индивидуальным заданиям. Каждое задание содержит шесть задач. Максимальный балл за одну задачу - 5 баллов. Оценка решения каждой задачи складывается из следующих компонентов: 1) указываются исходные теоретические положения (уравнения, законы, математические модели и т.п.) - 0,5 баллов; не указываются - 0 баллов; 2) верный ход решения задачи - 3 балла; частично верный ход решения - 1 балл; неверный ход решения - 0 баллов; 3) соблюдается принцип прослеживаемости решения и надлежащее оформление задачи при правильном ходе решения - 0,5 балла; при несоблюдении этих требований - 0 баллов; 4) расчет выполнен правильно при верном ходе решения - 1 балл, неправильный расчет - 0 баллов. Вес каждого задания семестровой работы 0,1. Вес семестровой работы - 0,6.	Зачтено: рейтинг семестровой работы равен или более 60% Не зачтено: рейтинг семестровой работы менее 60%

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
контрольная работа (текущий контроль)	все задания Билет-КонтРаб-ПрактМоделир180301.docx
зачет (промежуточная аттестация)	Билет-Зачет-ПрактМоделир180301.docx
семестровая работа (текущий контроль)	Вариант семестрового задания для зачета.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология" и др. А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 174, [2] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский; Акад. наук СССР, Науч совет по комплекс. проблеме "Кибернетика", Секция "Мат. теория эксперимента". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1976. - 279 с. граф.

2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям "Хим. технология и биотехнология" и "Материаловедение" А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2014. - 302 с. ил., табл.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. 1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия "Математическое моделирование и программирование" / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.-Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2001-<http://vestnik.susu.ac.ru/>

2. 2. Реферативный журнал. Тепло- и массообмен. 78. : авт. указ. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) .-М. : ВИНТИ , 1982-1994.

3. 3. Химическая технология : произв., науч.-техн., информ.-аналит. и учеб.-метод. журн. / ООО "Наука и технологии".-М. , 2003-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания по решению задач

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания по решению задач

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/41014">https://e.lanbook.com/book/41014</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 144 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13289">http://e.lanbook.com/book/13289</a> — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. —

		Лань	Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2008. — 159 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13290">http://e.lanbook.com/book/13290</a> — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Зиятдинов [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 212 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13329">http://e.lanbook.com/book/13329</a> — Загл. с экрана.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/92623">http://e.lanbook.com/book/92623</a> — Загл. с экрана.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Натареев, С. В. Моделирование и расчет процессов химической технологии : учебное пособие / С. В. Натареев. — Иваново : ИГХТУ, 2008. — 144 с. — ISBN 948-5-9616-0287-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4502">https://e.lanbook.com/book/4502</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено