

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

31 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Зачет с оценкой 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель Н.Н. Максимова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

31 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

31 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

ознакомление студентов с методами и средствами моделирования химико-технологических процессов, включающими в себя:

- * методы анализа сложных систем и процессов; основные принципы и этапы создания моделей и моделирования сложных систем;
- * типовые математическими схемами моделирования;
- * вопросы использования ЭВМ и информационных технологий при анализе и моделировании процессов.

Задачи дисциплины:

приобретение навыков разработки моделей разнообразных химико-технологических процессов;

оценке адекватности и точности созданных моделей;

реализации экспериментов с моделями;

методами и средствами компьютерного моделирования.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана по 18.03.01 – Химическая технология.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении курсов «Математика», «Информатика», различных химических дисциплин.

Знания, получение в ходе изучения данной дисциплины, будут полезны при изучении спецдисциплин, при проведении НИР, при написании ВКР.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ИД-1ОПК-4 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета ИД-2ОПК-4 Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов ИД-8ОПК-4 Умеет определять

		<p>основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса</p> <p>ИД-9ОПК-4 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов</p> <p>ИД-13ОПК-4 Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов</p>
--	--	--

3.2 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-6 Способен рассчитывать и проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем	<p>ИД-1ПК-6 Знает технологические схемы, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов</p> <p>ИД-2ПК-6 Умеет разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию в рамках своей компетенции, оформлять проектно-конструкторские расчеты</p> <p>ИД-3ПК-6 Владеет навыками расчета и проектирования технологических процессов</p>

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение. Общая постановка задачи и основные положения. Основные понятия моделирования химических производств	6	2		2		8						8	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 1 Выполнение лабораторной работы № 2
2	Математическое моделирование химико-технологических процессов	6	2		2		2						6	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 3
3	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков	6	2		2		4						6	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 4
4	Математическое моделирование теплообменных процессов	6	2		2		4						12	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 5
5	Математическое моделирование кинетики химических реакций	6	2		2		4						12	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 6
6	Математическое моделирование химических реакторов	6	2		2		6						12	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 7 Выполнение лабораторной работы № 8
7	Моделирование химико-технологических объектов управления	6	2		2		2						4	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 9
8	Экспериментально-	6	4		2		6						13.8	Тест по теме лекции

	статистические методы построения математических моделей											Выполнение лабораторной работы № 10 Выполнение лабораторной работы № 11
8	Зачет с оценкой	6						0.2				Подготовка и сдача зачета с оценкой
	Итого		18.0	16.0	36.0	0.0	0.2	0.0	0.0	73.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение. Постановка задачи и основные положения. Основные понятия моделирования химических производств	Общая иерархическая структура современного химического предприятия Химико-технологическая система как большая система Основные положения системного анализа Понятие физико-химической системы
2	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Понятие модели. Классификация моделей Виды моделирования Классификация математических моделей Принципы математического моделирования процессов химической технологии Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования Классификация уравнений модели Этапы построения математической модели ХТП
3	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков	Время пребывания элементов потока как случайная величина Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока Типовые модели структуры по Определение условий перемешивания в проточных аппаратах Алгоритм идентификации математического описания структуры потоков
4	Математическое моделирование теплообменных процессов	Основы теплового расчета Математические модели теплообменников Теплообменник типа «перемешивание-перемешивание» Теплообменник типа «перемешивание-вытеснение» Теплообменник типа «вытеснение-вытеснение»
5	Математическое моделирование кинетики химических реакций	Типы и кинетические модели химических реакций Простые химические реакции Сложные химические реакции Обратимые химические реакции

		Классификация типов и уравнений кинетики химических реакций Пример построения модели химической реакции и ее исследование
6	Математическое моделирование химических реакторов	Классификация реакторов Математические модели процесса в реакторе Сравнение химических реакторов идеального смешения и идеального вытеснения
7	Моделирование химико-технологических объектов управления	Химико-технологические объекты управления и их классификация Методика анализа химико-технологического процесса как ТООУ Автоматическое регулирование ТООУ Примеры моделей химико-технологических и биохимических объектов управления
8	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Основные понятия и определения Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента Линейная регрессионная модель с одной независимой переменной Статистический анализ результатов

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основные приемы работы с пакетом MATLAB	Объяснение принципов работы в MATLAB Простейшие вычисления в среде MATLAB Матрицы и действия над ними Построение графиков функций Циклы. Условные операторы и операторы отношения Работа с М-файлами
Решение задач переноса методом явных разностных схем	Математическая постановка задач переноса Описание метода сеток Практические примеры исследования задач
Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков	Время пребывания элементов потока как случайная величина Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока Типовые модели структуры потоков Алгоритм идентификации математического описания структуры потоков Практический пример
Моделирование температурного поля теплообменника «труба в трубе»	Математическая модель теплообменника «труба в трубе» Вычислительный пример для прямоточного теплообменника Вычислительный пример для противоточного теплообменника

<p>Моделирование кинетики химических реакций</p>	<p>Классификация типов и уравнений кинетики химических реакций Метод Эйлера для аналитического решения систем линейных дифференциальных уравнений Метод Рунге-Кутты для численного решения систем линейных дифференциальных уравнений Практические примеры исследования задач</p>
<p>Математическое моделирование химических реакторов</p>	<p>Математические модели реакторов идеального смешения Математические модели химических реакторов идеального вытеснения Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального смешения Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального вытеснения</p>
<p>Моделирование химико-технологических объектов управления</p>	<p>Регулирование уровня жидкости в емкости: постановка задачи, математическая модель, вычислительный эксперимент Регулирования температуры в емкости: постановка задачи, математическая модель, вычислительный эксперимент</p>
<p>Недетерминированный подход к моделированию. Экспериментально-статистические модели</p>	<p>Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента Метод корреляционного анализа Метод регрессионного анализа Линейная регрессионная модель с одной независимой переменной Алгоритм обработки экспериментальных данных Пример построения однофакторной регрессионной модели</p>

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
<p>1. Основные приемы работы с пакетом MATLAB</p>	<p>Простейшие вычисления в среде MATLAB Матрицы и действия над ними Построение графиков функций Циклы. Условные операторы и операторы отношения Работа с М-файлами</p>
<p>2. Решение уравнения с одним неизвестным для задач химической технологии</p>	<p>Понятие нелинейного уравнения Отделение корней нелинейных уравнений Методы решения нелинейных уравнений. Средства ППП MATLAB Задачи химической технологии, представляемые как нелинейные уравнения</p>
<p>3. Решение задач переноса методом явных разностных схем</p>	<p>Математическая постановка задач переноса Описание метода сеток Практические примеры исследования задач</p>
<p>4. Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков</p>	<p>Время пребывания элементов потока как случайная величина Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока</p>

	<p>Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока</p> <p>Типовые модели структуры потоков</p> <p>Алгоритм идентификации математического описания структуры потоков</p> <p>Практический пример</p>
5. Моделирование температурного поля теплообменника «труба в трубе»	<p>Математическая модель теплообменника «труба в трубе»</p> <p>Вычислительный пример для прямоточного теплообменника</p> <p>Вычислительный пример для противоточного теплообменника</p>
6. Моделирование кинетики химических реакций	<p>Классификация типов и уравнений кинетики химических реакций</p> <p>Метод Эйлера для аналитического решения систем линейных дифференциальных уравнений</p> <p>Метод Рунге-Кутты для численного решения систем линейных дифференциальных уравнений</p> <p>Практические примеры исследования задач</p>
7. Математическое моделирование химических реакторов	<p>Математические модели реакторов идеального смешения</p> <p>Математические модели химических реакторов идеального вытеснения</p> <p>Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального смешения</p> <p>Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального вытеснения</p>
8. Решение систем уравнений в задачах химической технологии	<p>Системы линейных алгебраических уравнений и методы их решения</p> <p>Задачи химической технологии, представляемые как системы линейных алгебраических уравнения</p> <p>Системы нелинейных уравнений и методы их решения</p> <p>Задачи химической технологии, представляемые как системы нелинейных уравнения</p>
9. Моделирование химико-технологических объектов управления	<p>Регулирование уровня жидкости в емкости</p> <p>Регулирования температуры в емкости</p>
10. Первичная обработка экспериментальной информации	<p>Статистическая обработка данных</p> <p>метод наименьших квадратов</p> <p>Виды эмпирических формул</p> <p>Вычислительный пример</p>
11. Недетерминированный подход к моделированию. Экспериментально-статистические модели	<p>Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента</p> <p>Метод корреляционного анализа</p> <p>Метод регрессионного анализа</p> <p>Линейная регрессионная модель с одной независимой переменной</p> <p>Алгоритм обработки экспериментальных данных</p> <p>Пример построения однофакторной регрессионной модели</p>

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение. Общая постановка задачи и основные положения. Основные понятия моделирования химических производств	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 1 Выполнение лабораторной работы № 2	8
2	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 3	6
3	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 4	6
4	Математическое моделирование теплообменных процессов	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 5	12
5	Математическое моделирование кинетики химических реакций	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 6	12
6	Математическое моделирование химических реакторов	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 7 Выполнение лабораторной работы № 8	12
7	Моделирование химико-технологических объектов управления	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 9	4
8	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Тест по теме лекции Выполнение лабораторной работы № 10 Выполнение лабораторной работы № 11	13.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 – Химическая технология реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция- семинар), так и инновационные технологии (применение

мультимедийного проектора при изучении отдельных тем, применение рейтинговой системы оценки знаний студентов, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине.

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных, лабораторных и практических занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего раздела. Промежуточный контроль осуществляется несколько раз в семестр в виде опроса по теме лекции, выполнения лабораторных работ. Итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде зачета с оценкой.

Зачет с оценкой проводится в последнюю неделю семестра. Форма сдачи зачета с оценкой – тест, при необходимости преподаватель вправе требовать устных пояснений. Необходимым условием допуска к зачету с оценкой является сдача всех видов работ.

Примерный список вопросов к зачету с оценкой

- 1 Иерархическая структура современного химического предприятия
- 2 Химико-технологическая система как большая система
- 3 Основные положения системного анализа
- 4 Понятие физико-химической системы
- 5 Система автоматизированного проектирования на базе ЭВМ – средство создания новой технологии проектирования
- 6 Применение ЭВМ для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)
- 7 Понятие модели. Классификация моделей
- 8 Виды моделирования
- 9 Классификация математических моделей
- 10 Принципы математического моделирования процессов химической технологии
- 11 Исследование химико-технологических процессов методом математического моделирования
- 12 Классификация уравнений модели
- 13 Этапы построения математической модели ХТП
- 14 Время пребывания элементов потока как случайная величина
- 15 Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока
- 16 Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока
- 17 Типовые модели структуры по
- 18 Определение условий перемешивания в проточных аппаратах
- 19 Алгоритм идентификации математического описания структуры потоков
- 20 Основы теплового расчета
- 21 Математические модели теплообменников
- 22 Теплообменник типа «перемешивание-перемешивание»
- 23 Теплообменник типа «перемешивание-вытеснение»
- 24 Теплообменник типа «вытеснение-вытеснение»
- 25 Типы и кинетические модели химических реакций
- 26 Простые химические реакции

- 27 Сложные химические реакции
- 28 Обратимые химические реакции
- 29 Классификация типов и уравнений кинетики химических реакций
- 30 Пример построения модели химической реакции и ее исследование
- 31 Классификация реакторов
- 32 Математические модели процесса в реакторе
- 33 Сравнение химических реакторов идеального смешения и идеального вытеснения
- 34 Химико-технологические объекты управления и их классификация
- 35 Методика анализа химико-технологического процесса как ТОО
- 36 Автоматическое регулирование ТОО
- 37 Примеры моделей химико-технологических и биохимических объектов управления
- 38 Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента
- 39 Линейная регрессионная модель с одной независимой переменной
- 40 Статистический анализ результатов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211445> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Жукова, И. Ю. Моделирование химико-технологических процессов : учебно-методическое пособие / И. Ю. Жукова, Л. А. Дегтярь, В. В. Демьян. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 49 с. — ISBN 978-5-7890-1717-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117721.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/117721>
3. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 86 с. — ISBN 978-5-7782-3284-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91236.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-98704-497-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66419.html> (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493798> (дата обращения: 29.05.2024).
6. Клинов, А. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. В. Клинов, А. Г. Мухаметзянова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-0774-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62483.html> (дата обращения:

29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Марков, Ю. Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1483-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211436](https://e.lanbook.com/book/211436) (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. — 3-е изд., испр. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1553-3. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/213266](https://e.lanbook.com/book/213266) (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Химико- технологические процессы : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09169-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539758> (дата обращения: 29.05.2024).

10. Шимова, Ю. С. Моделирование химико- технологических процессов : учебное пособие / Ю. С. Шимова, Н. Ю. Демиденко, Е. В. Лис. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. — 94 с. — ISBN 978-5-86433-860-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/116642.html](https://www.iprbookshop.ru/116642.html) (дата обращения: 29.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Моделирование в химии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» / Н.Н. Максимова; АмГУ, ФМиИ, Каф. МАиМ. – Благовещенск: Издательство Амурского государственного университета, 2020. – 113 с. Режим доступа: [http:// irbis.amursu.ru/ DigitalLibrary/ AmurSU_Edition/11486.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11486.pdf)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http:// code.google.com/ intl/ ru/ chromium/ terms.html на условиях https:// www.google.com/ chrome/ browser/privacy/eula_text.html .
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
4	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
5	http:// www.iprbookshop.ru/	Научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.
6	http://e.lanbook.com	Электронно- библиотечная система Издательство «Лань» – тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки. Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по

		естественным, техническим и гуманитарным наукам.
7	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт – образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов – преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar — поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
2	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно- информационного консорциума (НЭИКОН)
4	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
5	http:// www.ict.edu.ru/about	Информационно- коммуникационные технологии в образовании – федеральный образовательный портал, обеспечивающий информационную поддержку образования в области современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также деятельности по применению ИКТ в сфере образования.
6	http://www.informika.ru	Сайт «Информика». Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Лекции, лабораторные и практические занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа- проектор. При изучении дисциплины используется основное необходимое материально- техническое оборудование: мультимедийные средства, Интернет- ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд научной библиотеки Амурского государственного университета, персональные компьютеры с необходимым программным обеспечением.

Данное оборудование применяется при изучении дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.