

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем  
управления



\_\_\_\_\_ / А.В. Бурковский /

подпись И.О. Фамилия

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Динамические модели химических технологий»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы \_\_\_\_\_ / Т.Н. Новикова /

Заведующий кафедрой  
химии и химической  
технологии материалов \_\_\_\_\_ / О.Б. Рудаков /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / Ю.В. Мурзинов /

**Воронеж 2021**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов основ системного подхода к исследованию химико-технологических систем и представлений об использовании моделирования для описания химических технологий.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение методологических принципов математического моделирования химико-технологических процессов(ХТП).
- Освоение практических методов построения основных процессов химических технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Динамические модели химических технологий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Динамические модели химических технологий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК 1- способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно- технической информации и результатов исследований, по выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований, осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения этих работ.

ПК 3 – способен к определению целесообразности автоматизации процессов управления, к разработке информационного обеспечения автоматизированной системы управления производством и заданий на проектирование ее оригинальных компонентов, к контролю ввода ее в действие и эксплуатации.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<b>знать</b> методы построения статистических и теоретических моделей химико-технологических процессов
	<b>уметь</b> применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета
	<b>владеть</b> методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных

	экспериментов и методами моделирования технологических процессов
ПК-3	<b>знать</b> методологию и алгоритм моделирования химико-технологических процессов
	<b>уметь</b> использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы химии и прикладной математики в интегрировании имеющихся знаний и принятии решений
	<b>владеть</b> методами построения моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Динамические модели химических технологий» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость час	108	108
зач. ед.	3	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

###### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Модели и моделирование	Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Понятие химии. Статистические и динамические модели в химии. Понятия химической технологии, химико-технологическая система, химико-технологического процесса.	2	-	8	10
2	Системные закономерности в химической технологии	Химико-технологическая система (ХТС) и этапы ее исследования. Классификация и иерархия ХТС. Технологические операторы и типы связи между ними. Модели ХТС. Топологические исследования ХТС с помощью схемо-	4	-	10	14

		графических моделей. ХТС в виде графов и матриц. Синтез оптимальной структуры ХТС.				
3	Общие принципы математического моделирования химико-технологического процесса	Математические модели и моделирование. Типы моделей. Этапы математического моделирования. Математические модели химико-технологического процесса. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов.	2	2	10	14
4	Математическое описание химического равновесия химико-технологических процессов	Химические и фазовые равновесия. Материальный баланс. Тепловой баланс.	2	4	10	16
5	Моделирование кинетики химических реакций	Основные понятия химической кинетики. Гомогенные и гетерогенные химические процессы. Методы определения кинетических характеристик химических реакций. Построение кинетических моделей.	4	4	12	20
6	Математическое описание гидродинамики структуры потоков	Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Комбинированные модели.	2	4	12	18
7	Статистические математические модели	Основные понятия. Пассивный и активный эксперимент. Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Статистический анализ результатов.	2	4	10	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Базовые объекты программы MathCad.
2. Моделирование химического равновесия.
3. Моделирование формальных схем химической кинетики.
4. Моделирование гидродинамики структурных потоков.
5. Получение линейной регрессионной модели. Установление адекватности математической модели по критерию Фишера.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	знать методы построения статистических и теоретических моделей химико-технологических процессов	Активная работа на лабораторных занятиях и защита лабораторных работ в срок	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов и методами моделирования технологических процессов	Решение прикладных задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать методологию и алгоритм моделирования химико-технологических процессов	Активная работа на лабораторных занятиях и защита лабораторных работ в срок	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы химии и прикладной математики в интегрировании имеющихся знаний и принятии решений	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами построения моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов	Решение прикладных задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### **7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»;

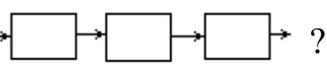
«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	знать методы построения статистических и теоретических моделей химико-технологических процессов	Устный опрос, тест	Полный ответ. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания. Демонстрируется умение анализировать материал.  Выполнение теста на 70-100%	Затрудняется Ответить  В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов и методами моделирования технологических процессов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	знать методологию и алгоритм моделирования химико-технологических процессов	Устный опрос, тест	Полный ответ. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания. Демонстрируется умение анализировать материал.  Выполнение теста на 70-100%	Затрудняется Ответить  В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы химии и прикладной математики в интегрировании имеющихся знаний и принятии решений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть методами построения моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Материальный или воображаемый объект, который в процессе познания замещает реальный объект, сохраняя при этом его существенные свойства?
  - А. Прототип.
  - В. Модель.
  - С. Оригинал.
2. Модель, представленная с помощью математических формул?
  - А. Знаковая.
  - В. Логическая.

- С. Геометрическая.  
D. Математическая.
3. В модели «черного ящика»....  
A. известно все о внутреннем содержании объекта.  
B. задаются только входные и выходные связи моделируемого объекта со средой.  
C. известна структура объекта, неизвестны количественные значения параметров.
4. Технологическая связь между элементами ХТС  $\rightarrow$   ?  
A. Обводная (байпасная).  
B. Обратная (рециркуляционная).  
C. Параллельная.  
D. Последовательная.
5. Блочная модель (блок–схема) ХТС это....  
A. состояние системы в виде набора входных и выходных переменных, характеризующих функционирование ХТС в любой момент времени.  
B. граф, состоящий из совокупности точек (вершин) и набора направленных или ненаправленных линий, соединяющих некоторые из этих точек.  
C. порядок выполнения работ по проектированию, эксплуатации и управлению ХТС.
6. Детерминированная модель описывает процесс, в котором...  
A. значение выходной величины однозначно определяется значением входной величины.  
B. значение выходной величины не находится в однозначном соответствии с входной величиной.
7. Аналитический, экспериментальный и экспериментально-аналитический метод составления .....описания ХТП.  
A. математического  
B. физического
8. Условием равновесия любой химической реакции при постоянных температуре и давлении является соблюдение:  
A.  $dG=0; \sum \mu_i dn_i=0$ .  
B.  $dG>0; \sum \mu_i dn_i>0$ .  
C.  $dG<0; \sum \mu_i dn_i<0$
9. В общем виде уравнением  $\sum Q_{вх} \pm \sum Q_{эф} = \sum Q_{вых} + \sum Q_{пот}$  выражается?  
A. Тепловой баланс ХТС.  
B. Материальный баланс ХТС.

10.  $2A \rightarrow B + C + \dots$ ,  $A + B \rightarrow C + D$ ?
- А. Схема мономолекулярной реакции.
  - В. Схема тримолекулярной реакции.
  - С. Схема бимолекулярной реакции.
11. Метод, основанный на элементах теории Ленгмюра, это метод построения
- А. гетерогенных химических реакций.
  - В. гомогенных химических реакций.
12. Ячеечная модель используется для описания...
- А. структуры потоков в аппаратах.
  - В. механизма и скорости передачи энергии в форме теплоты от тела.
  - С. закономерности механизма и скорости переноса вещества из одной фазы в другую.
13. Суть пассивного эксперимента?
- А. исследователь собирает некоторый объем экспериментальной информации, в режиме нормальной эксплуатации объекта.
  - В. проводится с применением искусственного воздействия на объект по специальной программе.
14. Проверка модели (полученного уравнения) на адекватность осуществляется?
- А. По дисперсии.
  - В. По критерию Стьюдента.
  - С. По критерию Фишера.

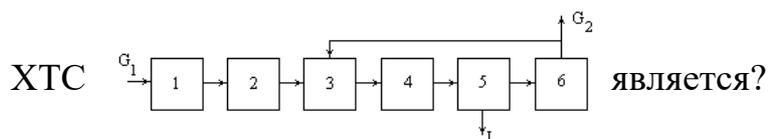
### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Числовые значения переменных в MathCad задаются оператором?
- А. :=
  - В. =
  - С. given
2. Для построения графиков в диапазоне переменной с помощью пакета MathCad первоначально необходимо?
- А. Присвоить числовые значения переменной.
  - В. Задать функцию.
  - С. Установить интервал.
3. Правильно заданная функция в MathCad?
- А.  $f(x) = 5x^2 - 2$ .
  - В.  $f(x) = 3x \sin x$ .
  - С.  $f(x) := \cos 5x$ .
4. При задании числа с дробной частью в MathCad должен быть использован символ?
- А. .

- В. ,  
С. ;
5. Линейную регрессию в пакете Mathcad можно провести с помощью встроенной функции?
    - A. slope.
    - B. factor.
    - C. solve.
  6. Для расчета критерия Фишера предварительно необходимо рассчитать?
    - A. Дисперсию.
    - B. Критерий Пирсона.
    - C. Критерий Стьюдента.
  7. Для построения моделей, описывающих гидродинамические структуры потоков, важным параметром является?
    - A. Среднее время пребывания жидкой фазы в аппарате.
    - B. Скорость взаимодействия компонентов
    - C. Величина теплообмена.
  8. Скорость реакции  $A \xrightarrow{k_1} 2C \xrightarrow{k_2} D$  описывается?
    - A. Системой линейных уравнений.
    - B. Системой дифференциальных уравнений.
    - C. Линейным уравнением.
    - D. Дифференциальным уравнением.
  9. Искомая величина в пакете Mathcad для ее корректного расчета должна располагаться?
    - A. Справа.
    - B. Слева.
    - C. Внизу.
    - D. Вверху.
  10. Функция genfit в системе Mathcad используется для расчета?
    - A. Линейной регрессии.
    - B. Нелинейной регрессии.
    - C. Дисперсии.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Приведенная схема синтеза метанола в топологическом исследовании



- A. Функциональной.
- B. Структурной.
- C. Технологической.
- D. Операционной.

2. Изображенная ниже функциональная математическая модель является?



- A. Моделью «черного ящика».
  - B. Моделью «белого ящика».
  - C. Моделью «серого ящика».
3. Что из ниже представленного можно отнести к динамической модели в химии?
- A.  $H_2O$ .
  - B.  $CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_3OH$ .
  - C.  $D_2O$ .
4. Какую эмпирическую (статистическую) модель необходимо применить для построения графика зависимости значения адсорбции от равновесной концентрации раствора (уравнении линейной равновесной зависимости, изотерма Генри)?
- A. Линейная регрессионная модель.
  - B. Нелинейная регрессионная модель.
  - C. Корреляция.
5. По экспериментальным данным ситового анализа необходимо установить адекватность расчетной кривой распределения средних размеров частиц. С помощью какого критерия это возможно осуществить?
- A. Дисперсия.
  - B. Критерий Пирсона.
  - C. Критерий Стьюдента.
  - D. Критерий Фишера.
6. Какую функцию из пакета Mathcad необходимо применить для расчета коэффициента диффузии на небольшом временном интервале в кинетической модели десорбции (уравнение нелинейной равновесной зависимости)?
- A. genfit.
  - B. slope.
  - C. expand.

7. Какая команда из пакета Mathcad является основной при расчете материального баланса получения буры:
- $$4\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- A. Collect.  
B. Factor.  
C. Sum.
8. Проверка однородности дисперсии включает в себя следующие стадии: 1) Определяется среднее по результатам опытов; 2) Определяются выборочные дисперсии; 3) Суммируются дисперсии; 4) Выбирается максимальная дисперсия; 5) Определяется дисперсия воспроизводимости? Какая правильна последовательность стадий, если принять во внимание, что есть паралельные опыты?
- A. 1,2,3,4,5.  
B. 1,2,3,5,4.  
C. 2,1,3,5,4.
9. При расчете последовательной реакции технологического процесса скорость реакции описывается?
- A. Системой линейных уравнений.  
B. Системой дифференциальных уравнений.  
C. Линейным уравнением.  
D. Дифференциальным уравнением.
10. Какая модель, описывающая гидрадинамические структуры потоков, наиболее точно отражает свойства потоков в различных абсорбционных и экстракционных колоннах, в теплообменных аппаратах некоторых конструкций, в каскаде химических реакторов с мешалками?
- A. Модель идеального смешения.  
B. Модель идеального вытеснения.  
C. Ячеечная модель.  
D. Однопараметрическая диффузионная модель.  
E. Двухпараметрическая диффузионная модель.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Статистические и динамические модели в химии.
2. Понятия химической технологии, химико-технологическая система, химико-технологического процесса.
3. Химико-технологическая система (ХТС) и этапы ее исследования. Классификация и иерархия ХТС.
4. Технологические операторы и типы связи между ними.

5. Модели ХТС. Топологические исследования ХТС с помощью схематических моделей. ХТС в виде графов и матриц.
6. Синтез оптимальной структуры ХТС.
7. Математические модели и моделирование. Типы моделей. Этапы математического моделирования.
8. Математические модели химико-технологического процесса. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов.
9. Химические и фазовые равновесия.
10. Материальный баланс. Тепловой баланс.
11. Основные понятия химической кинетики.
12. Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических процессов.
13. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения.
14. Диффузионная модель. Ячеечная модель.
15. Статистические математические модели. Основные понятия. Пассивный и активный эксперимент.
16. Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента.
17. Методы корреляционного и регрессионного анализа.
18. Статистический анализ результатов.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом.

#### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос и одну задачу в виде теста.

Каждый правильный полный ответ на один вопрос в билете оценивается 1 баллом.

За выполнение теста на 70- 100% выставляется 1 балл, менее 70 % - 0 баллов.

1. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент дал правильный ответ на вопрос и выполнил тест на 70- 100%. Студент набрал 2 балла.

2. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент ответил на вопрос и выполнил тест менее 70 %. Студент набрал 1 балл.

3. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент не ответил на вопрос и выполнил тест менее 70 %. Студент набрал 0 баллов.

Зачет проводится по тестам (в случае дистанционного формы принятия зачета).

1. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент выполнил тест на 70-100%.

2. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент выполнил тест менее 70 %.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модели и моделирование	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
2	Системные закономерности в химической технологии	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
3	Общие принципы математического моделирования химико-технологического процесса	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
4	Математическое описание химического равновесия химико-технологических процессов	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
5	Моделирование кинетики химических реакций	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
6	Математическое описание гидродинамики структуры потоков	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос
7	Статистические математические модели	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Натареев С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии: учебное пособие / С.В. Натареев: под ред. В.Н. Блиничева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 80с.

2. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / Н.В. Ушева, О.Е. Мойзес, О.Е. Митянина, Е.А. Кузьменко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 135 с.

3. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.М. Гумеров. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 176 с.

4. Липкин М.С. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб.-метод. пособие для практических занятий студентов / М.С. Липкин, В.М. Липкин; Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016 – 68 с.

5. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов; 3-е изд., испр. и доп. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 168 с.

6. Новиковский Е.А. Учебное пособие «Работа в системе Mathcad» / Е. А. Новиковский. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2013. - 114 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

#### **Лицензионное ПО**

Windows 10 или 11

Microsoft Office 2019

ABBYY FineReader 15.0

Mathcad 15

Mathcad Prime 7.0

#### **Свободное ПО**

Skype

Open Office

#### **Отечественное ПО**

SimInTech

#### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

#### **Информационные справочные системы**

<http://window.edu.ru>

<https://ru.wikipedia.org>

**Современные профессиональные базы данных**

<https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/zbmh>

[https://dl.acm.org/contents\\_dl.cfm](https://dl.acm.org/contents_dl.cfm)

<http://innovationportal.ru/>

<https://www.gost.ru/portal/gost/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет и программным обеспечением, необходимым для выполнения заданий лабораторных работ.

Технические средства обучения: ноутбук, медиапроектор.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Динамические модели химических технологий» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков в методах построения моделей химико-технологических процессов.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
Лекция	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</i>
Лабораторные занятия	<i>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетных заданий, решение задач по алгоритму.</i>

<i>Подготовка к зачету</i>	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и выполнения заданий на лабораторных занятиях.</i>
----------------------------	--