

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета В.И.Ряжских  
«01» сентября 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Математическое моделирование технологических процессов  
самолетостроительного производства»**

**Специальность** 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

**Специализация** специализация "Самолетостроение"

**Квалификация выпускника** инженер

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м/ 6 лет.

**Форма обучения** очная/ очно-заочная

**Год начала подготовки** 2021

**Автор программы** \_\_\_\_\_ /Рыжков В.В./

**И. о. заведующего кафедрой  
Самолетостроения** \_\_\_\_\_ /Некравцев Е.Н./

**Руководитель ОПОП** \_\_\_\_\_ /Некравцев Е.Н./

Воронеж 2021

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Овладение навыками построения математических моделей основных технологических процессов авиастроения

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- получение и закрепление теоретических знаний и принципов построения математических моделей;
- получение и закрепление теоретических и практических знаний и умений решения задач оптимизации параметров технологических процессов;
- Изучение методики моделирования процессов обработки на станках с ЧПУ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование технологических процессов самолетостроительного производства» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов самолетостроительного производства» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций.

ПК-12 - Способен участвовать в разработке технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов самолетов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать: процессы проектирования и подготовки производства авиационных изделий и систем
	Уметь: применять методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований
	Владеть: навыками работы с современными системами автоматического проектирования, моделирования; и технологической подготовки производства
ПК-12	Знать: процессы проектирования и подготовки производства авиационных изделий и систем
	Уметь применять методы математического моделирования для построения математических моделей
	Владеть навыками решения конкретных задач по оптимизации технологических процессов методами математического моделирования

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов самолетостроительного производства» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

#### 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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Методы моделирования, модели, оптимизация Методология математического моделирования	Основные понятия, термины, классификация методов, необходимость моделирования технологических процессов. Классический и системный	4	6	4	12	26

		подходы в моделировании					
2	Методы оптимального проектирования	Основные понятия и задачи оптимального проектирования. Примеры постановки и решения простых задач оптимального проектирования, управления ресурсами, производственными процессами. Пример постановки задачи оптимального проектирования.	4	6	4	12	26
3	Методы безусловной минимизации функций многих переменных	Обзор методов оптимизации. Метод и алгоритм оптимизации методом правильного симплекса.	4	6	4	12	26
4	Моделирование технологических процессов	Принципы и особенности моделирования технологических процессов. Алгоритм построения модели. Примеры моделирования технологических процессов гибки и ротационной вытяжки.	2	6	2	12	22
5	Процессы механической обработки	Моделирование процессов токарной и фрезерной обработки.	2	6	2	12	22
6	Программирование обработки на станках с ЧПУ	Особенности применения станков с ЧПУ, принцип работы и управления. Системы счисления. Системы ввода и вывода информации. Команды программирования. Системы координат. Методология программирования обработки. Примеры программирования основных элементов обработки	2	6	2	12	22
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Методы моделирования, модели, оптимизация Методология математического моделирования	Основные понятия, термины, классификация методов, необходимость моделирования технологических процессов. Классический и системный подходы в моделировании	2	2	2	18	24
2	Методы оптимального проектирования	Основные понятия и задачи оптимального проектирования. Примеры постановки и решения простых задач оптимального проектирования, управления ресурсами, производственными процессами. Пример постановки задачи оптимального проектирования.	2	2	2	18	24
3	Методы безусловной минимизации функций многих переменных	Обзор методов оптимизации. Метод и алгоритм оптимизации методом правильного симплекса.	2	2	2	18	24
4	Моделирование технологических	Принципы и особенности моделирования технологических	2	2	2	18	24

	процессов	процессов. Алгоритм построения модели. Примеры моделирования технологических процессов гибки и ротационной вытяжки.					
5	Процессы механической обработки	Моделирование процессов токарной и фрезерной обработки.	2	2	2	18	24
6	Программирование обработки на станках с ЧПУ	Особенности применения станков с ЧПУ, принцип работы и управления. Системы счисления. Системы ввода и вывода информации. Команды программирования. Системы координат. Методология программирования обработки. Примеры программирования основных элементов обработки	2	2	2	18	24
<b>Итого</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№1 «Моделирование технологического процесса в DEFORM 3D»

№2 «Моделирование технологического процесса в QFORM-3D»

№3 «Разработка технологического процесса в АСП ТП ТеМП-2»

№4 «Моделирование производственного процесса в системе Tecnomatix»

## 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

**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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать: процессы проектирования и подготовки	Ответы на вопросы на лекциях, практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	производства авиационных изделий и систем		рабочих программах	в рабочих программах
	Уметь: применять методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований	Решение стандартных задач в предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками работы с современными системами автоматического проектирования, моделирования, и технологической подготовки производства	Решение прикладных задач в предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-12	Знать: процессы проектирования и подготовки производства авиационных изделий и систем	Ответы на вопросы на лекциях, практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять методы математического моделирования для построения математических моделей	Решение стандартных задач в предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками решения конкретных задач по оптимизации технологических процессов методами математического моделирования	Решение прикладных задач в предметной области	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 9 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать: процессы проектирования и подготовки производства авиационных изделий и систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: применять методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками работы с современными системами автоматического проектирования, моделирования; и технологической подготовки производства	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-12	Знать: процессы проектирования и подготовки производства авиационных изделий и систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять методы математического моделирования для построения математических моделей	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками решения конкретных задач по оптимизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	технологических процессов методами математического моделирования			задачах		
--	--	--	--	---------	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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. Виды моделирования
2. Основные принципы моделирования
3. Требования к технологической системе
4. Системный подход в моделировании
5. Параметры процесса
6. Индуктивный подход синтеза модели
7. Системный подход создания модели
8. Классификация видов моделирования
9. Имитационное моделирование
10. Модели механических систем

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Принцип метода конечных разностей
2. Принцип метода конечных элементов
3. Задачи оптимизации Постановка задачи оптимизации
4. Классификация задач оптимизации
5. Многопараметрическая оптимизация
6. Схема моделирования технологического процесса
7. Структура данных технологической модели
8. Структура проектирования технологического процесса
9. Схема расчета технологического процесса
10. Модель детали
11. Модель материала
12. Модель оборудования
13. Модель оснастки
14. Принцип моделирования ротационной вытяжки
15. Модель инструмента
16. Модель процесса гибки
17. Задача систем моделирования технологических процессов
18. Системы базирования
19. Среда обработки
20. Описание станка
21. Параметры описания инструмента для фрезерной обработки
22. Циклы фрезерной обработки
23. Архитектура токарного станка

24. Технологические параметры токарного станка
25. Кинематическая схема токарного станка
26. Схема базирования токарного станка
27. Циклы токарной обработки
28. Перемещение токарного инструмента
29. Многокоординатная токарная обработка

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задано: Основные параметры детали.

Требуется:

2. Создать эскиз детали.
3. Подобрать оптимальный технологический процесс
4. Выбрать заготовку.
5. Выбрать основные независимые управляющие параметры процесса.
6. Сформулировать возможные ограничения.
7. Поставить параметрам граничные условия.
8. Сформулировать оптимизационную задачу с целью определения оптимального технологического процесса, обладающего минимальной стоимостью изготовления заданной детали.
9. Решить оптимизационную задачу методом симплексов с проверкой, если необходимо, прочности, жёсткости, устойчивости детали, инструмента и т.п..

Примерные задания:

Варианты конфигурации деталей и требования к ним заданы в таблице.

№	Описание детали	Требования
1	Обшивка седловидной формы длиной 2000мм, толщиной 3мм, шириной 1000мм, радиусом 1000мм, материал Д16АТ	Следы инструмента не допускаются
2	Лонжерон длиной 4000мм, высотой 400мм, толщина пояса 6мм, материал Д16АТ	упрочнить
3	Плита длиной 400мм, шириной 300мм, толщиной 50мм, паз длиной 200мм, шириной 20мм, глубиной 30мм, закругления радиусом 10мм, материал 30ХГСА	Непараллельность плоскостей плиты 0,01
4	Короб 200x100x50 с отбортовкой шириной 50мм, толщина стенки 1,5мм, радиус нижний 5мм, радиус верхний 7мм, материал 12Х18Н10Т	
5	Соединение стыковым сварным швом пластин шириной 400мм, толщиной 10мм, материал 12Х18Н10Т	

6	Изготовление детали длиной 1000мм шириной 400мм и толщиной 4мм из ПКМ	
7	Кольцо диаметр 400x200x100мм, материал 30ХГСА	HRC36
8	Соединение полос шириной 400мм, толщиной 4мм двухрядным заклёпочным швом, материал Д16АТ	
9	Нанести покрытие Хим. Оке. на П-образный профиль длиной 800мм, шириной 60мм, высотой 40мм, материал Д16АТ	
10	Отрезка полосы шириной 400мм, толщиной 3мм, материал 12Х18Н10Т	
11	Гильза высотой 300мм, наружный диаметр 150мм, внутренний диаметр 140мм, толщина дна 20мм, материал 30ХГСА	
12	Гильза высотой 300мм, наружный диаметр 150мм, внутренний диаметр 140мм, толщина дна 20мм, материал Ал 9	Литьё под давлением
13	Круг диаметром 200мм, длиной 300мм, материал 30ХГСА	Шероховатость 0,4
14	П-образный профиль длиной 800мм, шириной 60мм, высотой 40мм, материал АМГЗ	Из листа толщиной 2 мм
15	Нанести покрытие Хим. Оке. на П-образный профиль длиной 800мм, шириной 60мм, высотой 40мм, материал Д16АТ	Из листа толщиной 2мм
16	Выполнить 800 отверстий диаметром 2мм в листе 400x800мм, толщиной 3мм из Д16АТ	

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

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Виды моделирования
2. Основные принципы моделирования
3. Требования к технологической системе
4. Системный подход в моделировании
5. Параметры процесса
6. Индуктивный подход синтеза модели
7. Системный подход создания модели
8. Классификация видов моделирования
9. Имитационное моделирование
10. Модели механических систем
11. Принцип метода конечных разностей
12. Принцип метода конечных элементов
13. Задачи оптимизации Постановка задачи оптимизации
15. Классификация задач оптимизации
16. Многопараметрическая оптимизация

17. Схема моделирования технологического процесса
18. Структура данных технологической модели
19. Структура проектирования технологического процесса
20. Схема расчета технологического процесса
21. Модель детали
22. Модель материала
23. Модель оборудования
24. Модель оснастки
25. Принцип моделирования ротационной вытяжки
26. Модель инструмента
27. Модель процесса гибки
28. Задача систем моделирования технологических процессов
29. Системы базирования
30. Среда обработки
31. Описание станка
32. Параметры описания инструмента для фрезерной обработки
33. Циклы фрезерной обработки
34. Архитектура токарного станка
35. Технологические параметры токарного станка
36. Кинематическая схема токарного станка
37. Схема базирования токарного станка
38. Циклы токарной обработки
39. Перемещение токарного инструмента
40. Многокоординатная токарная обработка

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

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------	----------------------------------

		компетенции	
1	Методы моделирования, модели, оптимизация Методология математического моделирования	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Методы оптимального проектирования	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Методы безусловной минимизации функций многих переменных	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Моделирование технологических процессов	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Процессы механической обработки	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Программирование обработки на станках с ЧПУ	ПК-2, ПК-12	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **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 методики 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 методики 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 методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

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

1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем.-Мн.:ДизайнПРО, 1997,- 640с.
2. Корольков, В. И. Математическое и компьютерное моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Корольков, В.В.Самохвалов; Воронеж: ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 188 с.
3. Корольков, В. И. Математическое и компьютерное моделирование технологических процессов: курс лекций [Электронный ресурс] / В. И. Корольков ; ФГБОУ ВГО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж : ВГТУ, 2011-. - 12 см. Ч. 1. - 2011. - 1 электрон, опт. диск (CD-ROM).
4. Корольков, В. И. Планирование эксперимента [Текст]; учебное пособие / В. И. Корольков, И. С. Попов // ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". - Воронеж : Воронежский гос. технический ун-т, 2014. - 80 с. : ил., табл.; 21 см.

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

Средства программного обеспечения компьютерных лабораторий кафедры самолётостроения ВГТУ. Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

<http://window.edu.ru/> - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

<https://www.rsl.ru/> - Российская государственная библиотека;

<https://elibrary.ru/> - Электронная библиотека

<http://www.avia.ru> - Информационный портал о гражданской авиации

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

Для проведения лекционных занятий - аудитория 13,31 (корпус 6), оснащенные аудио и видео аппаратурой для воспроизведения презентационных и видео материалов, оснащенные плакатами, образцами авиационных конструкций и инструментов для обработки деталей, пособиями по учебной дисциплине.

Для проведения лабораторных занятий Компьютерный класс кафедры - аудитория 22 (корпус 6), лаборатория испытаний и средств измерений - аудитория 12 (корпус 6).

Для проведения практических занятий Образцы деталей, рабочие чертежи деталей и сборочных единиц, пособия по учебной дисциплине.

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

По дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов самолетостроительного производства» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков моделирования технологических процессов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### 11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			