

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ

В.И. Ряжских

«26» 02 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Основы математического моделирования»**

**Направление подготовки** 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Профиль** Технология машиностроения

**Квалификация выпускника** Бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года 11 месяцев

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2023 г.

Автор программы \_\_\_\_\_ / А.В. Перова /

Заведующий кафедрой  
технологии машиностроения \_\_\_\_\_ / В.Г. Грицюк /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / Е.В. Смоленцев /

**Воронеж 2023**

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: - овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области математического моделирования и применение их в практической деятельности.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

- изучение основных понятий и методов математического моделирования;
- освоение практических приемов использования методов математического моделирования;
- построение и исследование математических моделей с выполнением компьютерных расчетов и программирования в автоматизированных математических системах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы математического моделирования» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-6	<b>Знать</b> теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных,

	энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.
	<b>уметь</b> применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.
	<b>владеть</b> навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы математического моделирования» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72			
Курсовой проект(работа) (есть, нет)	нет				
Контрольная работа(есть, нет)	нет				
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	экзамен				
Контроль	36	36			
Общая трудоемкость	час	180	180		
	зач. ед.	5	5		

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14			
В том числе:					
Лекции	4	4			
Практические занятия (ПЗ)	4	4			
Лабораторные работы (ЛР)	6	6			
<b>Самостоятельная работа</b>	157	157			
Курсовой проект(работа) (есть, нет)	нет				
Контрольная работа(есть, нет)	нет				
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	экзамен				
Контроль	9	9			
Общая трудоемкость	час	180	180		
	зач. ед.	5	5		

### 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	Все го, час
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	Элементы системного анализа. Этапы построения математической модели. Свойства модели. Требования к модели. <u>Самостоятельное изучение.</u> Математические схемы моделирования систем. Понятие системы и системного подхода. Свойства системы. Категории системного моделирования: структура, функция, состояние. <u>Самостоятельное изучение.</u> Кибернетический подход к моделированию процессов функционирования технических систем.	4	2	4	24	34
2	Классификация математических моделей объектов	Аналитические и имитационные математические модели. Теоретические и эмпирические математические модели. Линейные и нелинейные математические модели. Детерминированные и стохастические математические модели. Дискретные и непрерывные математические модели. <u>Самостоятельное изучение.</u> Системный характер технических систем.	2	2	4	38	46
3	Оптимизационные математические модели	Методы минимизации функций одной переменной. Алгоритм Свенна. <u>Самостоятельное изучение.</u>	12	14	28	10	64

		<p>Комбинаторные модели. Модели с целочисленными переменными. Модели, приводящие к задачам целочисленного программирования.</p> <p>Метод дихотомии. Метод деления интервала пополам. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи.</p> <p>Линейные оптимизационные модели. Постановка задачи линейного программирования. Графо – аналитический метод решения задач математического программирования.</p> <p>Прикладные линейные модели. Методы решения задач линейного программирования.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации. Методы обработки групповых мнений и принятия коллективных решений. Методы прогноз</p> <p>Принятие решений при проектировании объектов и процессов машиностроения в условиях полной определенности и неопределенности. Метод анализа иерархий и макропланирования.</p> <p>Использование численных оптимизационных методов на примерах: планирования выпуска продукции; оптимизации режимов работы технологического оборудования и т.д.</p> <p>Использование графических и аналитических методов анализа математических моделей на устойчивость. Примеры использования элементарных методов математического моделирования при решении производственных задач.</p>					
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Пра к зан.	Лаб . зан.	СРС	Все го, час
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	<p>Элементы системного анализа. Этапы построения математической модели. Свойства модели. Требования к модели.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u></p> <p>Математические схемы моделирования систем.</p> <p>Понятие системы и системного подхода. Свойства системы. Категории системного моделирования: структура, функция, состояние.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u></p> <p>Кибернетический подход к моделированию процессов функционирования технических систем.</p>	1	2		50	53
2	Классификация математических моделей объектов	<p><u>Самостоятельное изучение</u> Аналитические и имитационные математические модели. Теоретические и эмпирические математические модели.</p> <p>Линейные и нелинейные математические</p>	1		2	52	55

		<p>модели. Детерминированные и стохастические математические модели. Дискретные и непрерывные математические модели.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Системный характер технических систем.</p>					
3	Оптимизационные математические модели	<p><u>Самостоятельное изучение</u> Методы минимизации функций одной переменной. Алгоритм Свенна.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Комбинаторные модели. Модели с целочисленными переменными. Модели, приводящие к задачам целочисленного программирования.</p> <p>Метод дихотомии. Метод деления интервала пополам. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи.</p> <p>Линейные оптимизационные модели. Постановка задачи линейного программирования. Графо – аналитический метод решения задач математического программирования.</p> <p>Прикладные линейные модели. Методы решения задач линейного программирования.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации. Методы обработки групповых мнений и принятия коллективных решений. Методы прогнозирования и макропланирования.</p> <p>Использование численных оптимизационных методов на примерах: планирования выпуска продукции; оптимизации режимов работы технологического оборудования и т.д.</p> <p>Использование графических и аналитических методов анализа математических моделей на устойчивость. Примеры использования элементарных методов математического моделирования при решении производственных задач.</p>	2	2	4	55	63
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>157</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

### очная форма обучения

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
<b>4 семестр</b>		<b>36</b>	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Определение экстремума функции методом Ньютона	4	
2	Поиск оптимума методом Золотого сечения	4	
3	Поиск оптимума методом Фибоначчи	4	
4	Этапы моделирования. Основные виды моделей.	4	
5	Решение задач линейного программирования с использованием средств Excel.	4	
6	Задача планирования при ограничениях на ресурсы.	4	
7	Анализ моделей на устойчивость	4	
8	Выпуск разнородной продукции на одном оборудовании. Транспортная	4	

	задача.		
9	Отчетное занятие	4	отчет
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>	

### **заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
<b>6 семестр</b>		<b>6</b>	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Определение экстремума функции методом Ньютона	2	
2	Этапы моделирования. Основные виды моделей.	2	
3	Решение задач линейного программирования с использованием средств Excel.	2	отчет
<b>Итого часов</b>		<b>6</b>	

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

Учебным планом по дисциплине «Основы математического моделирования» не предусмотрено выполнение 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».

Компетенция	Результат	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-6	<b>Знает</b> теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы, защищает лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.			
	<b>умеет</b> применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>владеет</b> навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.	Решение прикладных задач в конкретной 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 4 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения по системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-6	<b>Знать</b> теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

<p>моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании, и изготовлении и эксплуатации объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.</p>					
<p>уметь применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.						
<b>владеть</b> навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.	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	

## 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. Модель является детерминированной если:

- а) описывает поведение системы только в дискретные моменты времени;
- б) у нее строго определенный набор входных и выходных параметров;
- в) если она отображает систему во времени;
- г) она постоянна.

#### 2. Адекватность модели это:

- а) достаточность информации о моделируемом объекте;
- б) приблизительное описание характеристик объекта;
- в) полное и точное описание моделируемого объекта;
- г) описание всех параметров модели.

#### 3. Среди основных операций над моделью, присутствуют:

- а) синтез, анализ, принятие решения;
- б) управление, автоматизация, прогнозирование;
- в) линеаризация, идентификация;
- г) сложение и вычитание.

#### 4. Основной метод решения задач линейного программирования:

- а) симплекс-метод;
- б) метод Ньютона,
- в) метод трапеций;
- г) метод Гомори.

**5. Основные этапы решения задачи линейного программирования средствами EXCEL:**

- а) - создание формы для ввода условий задачи;
  - ввод исходных данных;
  - ввод зависимостей из математической модели;
  - ввод ограничений и граничных условий;
- б) - создание формы для ввода условий задачи;
  - ввод исходных данных;
  - ввод зависимостей из математической модели;
  - назначение целевой функции;
  - ввод ограничений и граничных условий.
- в) - создание формы для ввода условий задачи;
  - ввод чертежа;
  - ввод зависимостей из математической модели;
  - назначение целевой функции;
  - ввод ограничений и граничных условий.
- г) - создание формы для ввода условий задачи;
  - ввод исходных данных;
  - ввод спецификации;
  - назначение целевой функции;
  - ввод ограничений и граничных условий.

**6. Этапы моделирования это:**

- а) анализ, принятие решения, синтез;
- б) синтез, анализ, принятие решения;
- в) анализ, синтез, принятие решения;
- г) анализ, синтез.

**7. Для скольких значений входных параметров используется графическое решение задач линейного программирования:**

- а) 2;
- б) 5,
- в) 1;
- г) не имеет значения.

**8. Модель есть замещение объекта другим объектом, который отражает:**

- а) все стороны данного объекта;
- б) некоторые стороны данного объекта;
- в) существенные стороны данного объекта;
- г) несущественные стороны данного объекта.

**9. Результатом процесса формализации является:**

- а) описательная модель;
- б) математическая модель;
- в) графическая модель;
- г) предметная модель.

**10. Как называется упрощенное представление реального объекта?**

- а) оригинал;
- б) прототип;
- в) модель;

г) система.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Предприятие может выпустить три вида продукции:  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ . Для выпуска продукции требуются ресурсы трех видов: трудовые, станочное оборудование и полуфабрикаты. Объемы и нормы расхода ресурсов приведены в условных величинах в табл. 2, цифровые значения - в табл. 3.

Таблица 1

Наименование ресурса	Вид продукции			Объем ресурса
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	
	Расход ресурса на единицу продукции			
Трудовые ресурсы, чел-ч	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a$
Станочное оборудование, станкосмены	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b$
Полуфабрикаты, кг	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c$
Прибыль с единицы продукции, руб.	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$max$
Выпуск, шт.	$x_1$	$x_2$	$x_3$	

Таблица 2

№ вар	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c$	$p_1$	$p_2$	$p_3$
1	8	5	7	280	6	7	4	480	9	6	5	360	8	7	5
2	15	18	9	420	6	4	4	360	4	5	8	540	90	80	90
3	3	3	2	360	2	4	3	240	6	9	8	180	24	25	18
4	6	8	9	360	1	3	2	240	3	2	3	180	18	12	15
5	2	5	6	240	3	7	7	420	4	4	2	300	12	18	16
6	2	4	2	120	6	5	1	280	7	7	4	300	16	12	18
7	15	8	6	420	9	7	9	120	6	9	9	240	12	18	20
8	10	12	6	200	4	8	9	200	9	8	6	420	20	12	18
9	8	5	2	120	2	4	7	150	4	3	8	180	3	6	7
10	8	5	2	120	7	2	4	180	4	3	9	150	12	16	20
11	2	4	3	180	6	9	8	240	1	3	2	180	12	15	25
12	3	1	2	60	4	3	2	90	9	8	3	150	45	75	60
13	2	2	1	120	2	6	5	420	7	3	7	240	18	16	12
14	3	7	7	420	2	2	1	120	2	4	2	120	20	10	15
15	12	9	7	240	6	9	9	120	8	4	8	200	18	20	12
16	14	12	8	420	9	7	9	240	9	8	8	120	16	20	24
17	12	13	8	250	9	8	8	300	8	7	9	350	12	15	18
18	16	8	9	240	4	1	8	120	6	9	8	180	24	18	30
19	15	25	9	400	9	8	9	350	5	8	9	300	30	20	25
20	4	3	1	60	1	5	2	50	6	2	8	100	10	12	18

Требуется найти, сколько и какого вида продукции необходимо выпускать, чтобы план был оптимальным по критерию прибыли, т.е. таким, при котором получаемая прибыль была бы максимальной.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Согласно выбранным вариантам задания решить средствами Excel следующую задачу линейного программирования, представленную ниже. Сделать вывод по задаче, провести параметрический анализ и представить результаты решения графически.

#### Вариант 1

Предприятие должно работать 24 часа в сутки, согласно таблице:

Время суток	2 - 6	6 - 10	10 - 14	14 - 18	18 - 22	22 - 24
Минимально необходимое количество рабочих	4	8	10	7	12	4

Каждый рабочий должен работать 8 часов подряд. Определить такое количество рабочих, вышедших на работу в каждый 4-часовой интервал, при котором общее количество работающих будет минимально.

#### Вариант 2

Фабрика производит 3 изделия:

изделие	Потребность в сырье на 1 изделие		Прибыль от 1 изделия
	A	B	
I	3	1	\$3
II	4	3	\$6
III	1	2	\$2
Есть в наличии	20	10	

Найти наиболее прибыльный план производства изделий.

Если появится еще 1 единица сырья A, какую максимальную цену можно за нее заплатить?

#### Вариант 3

Заготовки для деталей A, B и C надо обработать на станках I и II. При каком плане производства каждого изделия прибыль максимальна?

станок	Время обработки 1 заготовки (час)			Фонд времени
	A	B	C	
I	3	2	3	12
II	4	1	2	15
Прибыль от одного изделия	3	4	5	

Какое максимальное дополнительное время использования станка I можно назначить?

#### Вариант 4

Предприятие производит 4 вида изделий. Суммарное время использования станков – не более 90 часов, количество поставляемых комплектующих изделий – не более 80 шт. Найти наиболее прибыльный план выпуска изделий.

Можно увеличить время работы станков на 10 часов и платить за аренду \$40. Выгодно ли это?

Производственные характеристики	Количество на 1 изделие			
	1	2	3	4
Время использования станка (час)	1	3	8	4
Количество комплектующих Изделий (шт.)	2	2	1	3
Себестоимость	\$20	\$25	\$40	\$55
Продажная цена	\$30	\$45	\$80	\$85

#### Вариант 5

Имеется 3 завода, способные произвести за месяц 50, 30 и 20 тыс. тонн продукции. Имеется 4 потребителя с потребностями 12, 15, 25 и 36 тыс. тонн. Стоимость перевозки 1 тыс. тонн продукции дана в таблице:

Потребитель	Завод		
	1	2	3
1	15	19	14
2	19	18	16
3	19	18	20
4	15	19	18

Не менее 50 % продукции, потребляемой потребителем 1, должно поступать с 1-го завода. Определить план перевозок, минимизирующих их стоимость.

#### Вариант 6

Завод производит продукцию 3-х типов: П1, П2, П3. Для производства каждого изделия необходимо 3 технологические операции: О1, О2, О3. В день можно производить не более 170 ед. продукции. Найти наиболее прибыльный план производства.

Операция	Объем работ на 1 изделие (чел.-час)			Дневной фонд времени (час)
	П1	П2	П3	
О1	2	3	2	360
О2	1	2	3	240
О3	1	1	2	180
Прибыль от 1 изделия	\$15	\$22	\$19	

В какой операции наиболее целесообразны сверхурочные работы, максимально увеличивающие фонд рабочего времени, если их стоимость \$4/(чел.-час)?

#### Вариант 7

Предприятие выпускает 3 изделия. Для выпуска одного изделия необходимо сырье в количестве 3 кг для первого изделия, 8 кг – для второго и 1 кг – для третьего. Общий запас сырья – 9500 кг. Изделия 1, 2 и 3 входят в комплект в количестве 2, 1 и 5 штук соответственно. Комплекты немедленно отправляются потребителю. Если будет выпущено лишнее количество изделий № 2, то на складе можно разместить не более 20 штук. Определить оптимальное количество выпускаемых изделий, при котором количество комплектов максимально.

#### Вариант 8

Завод может использовать 3 технологии для выпуска 4-х изделий. Применение определенной технологии однозначно определяет выход изделий из 1 т. сырья. Имеется 15 тонн сырья.

Технология	Выход изделий из 1 т. сырья (шт.)			
	И1	И2	И3	И4
Т1	3	2	8	1
Т2	5	4	2	2
Т3	8	1	4	1
Доход от 1 шт.	10	15	6	20
План выпуска	76	55	38	28

Сколько тонн сырья необходимо использовать в каждой технологии для получения максимального дохода?

#### Вариант 9

Изготовление продукции 2-х видов П1 и П2 требует 4-х видов сырья: S1, S2, S3, S4. Запасы каждого сырья – 19, 13, 15 и 18 усл. ед. Потребность в сырье для выпуска 1 ед. продукции и получаемая от нее прибыль – в таблице:

Сырье	Продукция	
	П1	П2

S1	2	3
S2	2	1
S3	0	3
S4	3	0
Прибыль	\$7	\$5

На бирже за 1 ед. сырья S3 предлагают \$4.

Сколько сырья можно продать, и сколько продукции каждого вида нужно выпустить, чтобы в итоге прибыль была максимальной?

#### Вариант 10

Технологический процесс состоит из 2-х этапов. На первом этапе сырье перерабатывается в три промежуточных продукта А, В, С, которые на 2-м этапе используются для изготовления конечной продукции

Промежуточный продукт	Выход из 1т сырья (кг)	Расход на 1 т конечного продукта (кг)	
		I	II
А	460	250	800
В	200	250	200
С	340	500	0

Оптовая цена 1 т. конечного продукта I вида - \$50, II вида - \$60. Какое количество конечного продукта каждого вида из 1 т. сырья надо выпускать, чтобы суммарная стоимость продукции была максимальна?

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету «Не предусмотрено учебным планом»

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Моделирование физических процессов и технологических систем.
2. Математическая модель объекта моделирования. Классификация моделей.
3. Системный подход. Основные признаки систем.
4. Основные этапы моделирования технологических систем.
5. Оптимизация производственных и технологических систем.
6. Математическая постановка задачи оптимизации. Допустимое множество и целевая функция. Локальный и глобальный минимумы.
7. Обобщенная задача оптимизации. Классификация задач оптимизации.
8. Алгоритм Свенна.
9. Метод дихотомии.
10. Метод деления пополам.
11. Задачи линейного программирования. Основная задача линейного программирования.
12. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
13. Симплекс - метод решения задачи линейного программирования.
14. Метод Ньютона для нахождения оптимума функции.
15. Метод «Золотого сечения» для нахождения оптимума функции.
16. Метод Фибоначчи для нахождения оптимума функции.
17. Оптимизация задачи выбора ресурсов, оборудования, технологических процессов
18. Задача планирования при ограничениях на ресурсы.
19. Транспортная задача.
20. Комплекты и пропорции.
21. Задачи с процентными долями.

22. Выпуск разнородной продукции на одном оборудовании.
23. Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графах.
7. Задача о замене оборудования.
24. Задача о назначениях.
25. Задача о минимальной загрузке оборудования.
26. Задача об оптимальном распределении деталей по станкам.
27. Нелинейное программирование.
28. Целочисленное программирование.
29. Параметрический анализ.

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

Ответ оценивается по четырехбалльной шкале: 5 - «отлично», 4 - «хорошо», 3 - «удовлетворительно», 2 - «неудовлетворительно».

**«Отлично»** выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами. При ответе студент показывает глубокие знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, свободно ориентируется и знает действующие технологии, свободно оперирует понятиями и терминами, а во время ответа использует наглядный материал (рисунки, чертежи, схемы), легко отвечает на поставленные вопросы.

**«Хорошо»** выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами и обоснованными положениями. Студент показывает знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. В ответе присутствуют ошибки, не являющиеся принципиальными, при этом студент способен ответить на замечания и предложить решения по их исправлению.

**«Удовлетворительно»** выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно. При ответе студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В ответе имеются ошибки, являющиеся существенными, при этом студент способен ответить на большинство замечаний и предложить решения по их исправлению.

**«Неудовлетворительно»** выставляется за ответ, при котором студент либо затрудняется отвечать на поставленные вопросы, либо допускает существенные ошибки при этом учащийся не способен предложить какие-либо решения по их исправлению.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

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

		компетенции	
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	ОПК-6	Тест, защита лабораторных работ, практическая работа, экзамен
2	Классификация математических моделей объектов	ОПК-6	Тест, защита лабораторных работ, практическая работа, экзамен
3	Оптимизационные математические модели	ОПК-6	Тест, защита лабораторных работ, практическая работа, экзамен

### **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. Перова, А.В. Основы математического моделирования: курс лекций [Электронный ресурс] учеб. пособие / А. В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – Режим доступа <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

2. Перова, А.В. Основы математического моделирования [Текст]: учебное пособие по дисциплине " Основы математического моделирования" / А. В. Перова. – Воронеж: ГОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010.

3. Аверченков, В.И. и др. Основы математического моделирования технических систем [Текст]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – ЭБС «Лань», 2012. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.ru/> – ЭБС «Лань»

4. МУ к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Основы математического моделирования" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили: «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"; сост. А.В. Перова. – Воронеж, 2017. – 37 с. – Регистр. № 105 – 2017. – Режим доступа:

<http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

5. Основы математического моделирования: методические указания к выполнению практических работ / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"; сост. А. В. Перова. – Воронеж: Издательство ВГТУ, 2019. - 22 с. – Регистр. № 45– 2019. – Режим доступа:

<http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

6. Основы математического моделирования в машиностроении: методические указания к выполнению самостоятельной работы для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства» «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"; сост. А. В. Перова. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. 19 с. – Режим доступа:

<http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

7. Организация самостоятельной работы обучающихся: методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с. – Файл: OCP.PDF. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>.

**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 Pro Dev UpLic A Each Academic Non-Specific Professional;

- Office Std Dev SL A Each Academic Non-Specific Standard;  
- Windows Server Std Core 16 SL A Each Academic Non-Specific Standard  
Adobe Acrobat Reader  
Google Chrome  
LibreOffice WinDjView

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

<https://ro-edu.ru>

Образовательный портал ВГТУ

<https://old.education.cchgeu.ru/>

### **Информационная справочная система**

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

Информационная система ВГТУ

<https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

#### **Портал машиностроения**

Машиностроение: сетевой электронный журнал

Адрес ресурса: <http://indust-engineering.ru/archives-rus.html>

Библиотека Машиностроителя

Адрес ресурса:

<https://lib-bkm.ru/>

Электронно-библиотечная система «Лань»

<https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система ВГТУ

<http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

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

Для проведения лекционных занятий используется аудитория № 104 учебного корпуса № 2, оснащенная плакатами, учебно-методическими материалами и техническими средствами обучения для проведения практических занятий:

-8 персональных компьютеров типа mATX 350W/Cel E3400 с мониторами, клавиатурой и мышью;

-Сервер;

-Коммутатор TP Link

-Компьютеры с подключением к сети Интернет; программное обеспечение

Натурные лекционные демонстрации:

компьютерные программы для реализации математических моделей

Microsoft Excel; MathCad.

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

По дисциплине «Основы математического моделирования» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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 расчета инженерных задач математического моделирования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы направлены на освоение решений задач математического моделирования на ПЭВМ. При проведении лабораторных занятий основными методами являются: метод упражнений; метод решения служебных задач с помощью ПЭВМ; работа с документами. Выполнение лабораторных работ в соответствии с расписанием, каждая работа студентом защищается.


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

Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной

	литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
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 экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.24	
2	Актуализирован раздел 8.1, 8.2 в части состава литературы, используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	29.08.25	