

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Математическое моделирование»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений и их элементов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

_____ /Чесноков А. С./

Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики

_____ /Ряжских В. И./

Руководитель ОПОП

_____ /Козлов В. А./

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Заключается в формировании у магистрантов системы знаний, умений и навыков в области математического моделирования, связанных с выполнением научных исследований организационно-технологического характера. Данная дисциплина является базовой для успешного усвоения материала целого ряда других дисциплин программы, поскольку создаёт математическую основу для решения задач в сфере проектирования, строительства, реконструкции и зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- овладение основными математическими методами, необходимыми для анализа процессов и явлений при поиске оптимальных решений, обработки и анализа результатов экспериментов;
- изучение основных математических методов применительно к новейшим разработкам теории и проектирования зданий и сооружений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий
	владеть навыками оценки адекватности результатов моделирования, формулированием предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	90	90
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 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.	СРС	Всего, час
1	Основы математического моделирования.	Математическое моделирование: история развития и основные задачи. Основные виды математических моделей и области их применения. Примеры использования некоторых математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Классификация уравнений математической физики. Уравнение волновых движений. Уравнение теплопроводности. Числовые ряды. Ряды Тейлора и Маклорена, ряды Фурье, их применение	4	9	20	33
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	Основные понятия. Принципы планирования эксперимента. Выборки и их характеристики. Элементы теории оценок. Проверка статистических гипотез. Проверка адекватности моделей. Критерии оценки адекватности математической модели. Оценка точности результатов моделирования.	6	9	20	35
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	Определение парной регрессии и основные задачи построения парной регрессии. Линейная парная регрессия. Вычисление оценок для коэффициентов линейной парной регрессии на основе метода наименьших квадратов.	4	9	20	33
4	Линейное программирование	Примеры задач линейного программирования. Различные формы модели задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплексный метод	4	9	30	33
Итого			18	36	90	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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
ОПК-1	знать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ИД-1 _{ОПК-1})	знание учебного материала	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий (ИД-2 _{ОПК-1})	умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками оценки адекватности результатов моделирования, формулированием предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ИД-3 _{ОПК-1})	применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	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 1 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ИД-1 _{ОПК-1})	Знание основных теоретических фактов (на основе двух вопросов экзаменационного билета)	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один из вопросов и частичный ответ на второй вопрос	Ответ на один из двух вопросов	нет правильных ответов.
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий (ИД-2 _{ОПК-1})	Использование данных задачи для выбора методов ее решения(на основе двух задач экзаменационного билета)	Правильный выбор методов решения задач	Продемонстрирован верный выбор одной задачи и частично указан ход другой.	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	неверный выбор метода решения всех задач
	владеть навыками оценки адекватности результатов моделирования, формулированием предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ИД-3 _{ОПК-1})	Использование теоретических фактов для решения задач(на основе двух задач экзаменационного билета)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен(ы) верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в только одной задачи	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.

Алгебраическое дополнение элемента a_{23} матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 4 & -2 \\ -1 & 1 & 6 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix} \text{ имеет вид...}$$

$A_{23} = \begin{vmatrix} -3 & -1 \\ -4 & -5 \end{vmatrix}$

$A_{23} = - \begin{vmatrix} 5 & -2 \\ -1 & 6 \end{vmatrix}$

$A_{23} = \begin{vmatrix} 5 & 4 \\ 1 & 3 \end{vmatrix}$

$A_{23} = - \begin{vmatrix} 5 & 4 \\ 1 & 3 \end{vmatrix}$

2.

Пусть A и B – обратимые квадратные матрицы одного порядка. Тогда решением матричного уравнения $BXA = C$ является матрица...

- $B^{-1}CA^{-1}$
- $B^{-1}C^{-1}A^{-1}$
- $A^{-1}C^{-1}B^{-1}$
- $A^{-1}CB^{-1}$

3.

Если $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \end{pmatrix}$, тогда матрица $C = A \cdot B$ имеет вид

...

- $\begin{pmatrix} -2 \\ 7 \end{pmatrix}$
- $(-2 \ 7)$
- $\begin{pmatrix} 7 \\ -2 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} 2 \\ 7 \end{pmatrix}$

4.

Определитель $\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 \\ 4 & 3 & 2 \end{vmatrix}$ равен...

- -2
- 2
- 6
- -6

5.

Алгебраическое дополнение элемента a_{32} матрицы

$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & -1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$ имеет вид...

- $A_{32} = \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 1 & -2 \end{vmatrix}$
- $A_{32} = - \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix}$
- $A_{32} = - \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix}$
- $A_{32} = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix}$

6.

Пусть A и B – обратимые квадратные матрицы одного порядка. Тогда решением матричного уравнения $2AX = B$ является матрица...

- $\frac{1}{2}BA^{-1}$
- $2A^{-1}B$
- $2BA^{-1}$
- $\frac{1}{2}A^{-1}B$

7

Среди перечисленных дифференциальных уравнений уравнениями второго порядка являются:

- $y \frac{d^2y}{dx^2} - 5x \frac{dy}{dx} + x = y$
- $xy^2 \frac{\partial z}{\partial x} - 3x^2 \frac{\partial z}{\partial y} = 0$
- $xy' - xy^2 + 2x^2 + 3y^2 = 0$
- $x \frac{d^2y}{dx^2} + 3y \frac{dy}{dx} - x + 6y = 0$

8.

Частному решению линейного неоднородного дифференциального $y'' + 2y' - 15y = x + 11$ по виду его правой части соответствует функция ...

- $f(x) = e^{3x}(Ax + B)$
- $f(x) = Ax^2 + Bx$
- $f(x) = Ax + B$
- $f(x) = Ae^{3x} + Be^{-5x}$

9.

Частному решению линейного неоднородного дифференциального $y'' + 2y' - 15y = x + 11$ по виду его правой части соответствует функция ...

- $f(x) = e^{3x}(Ax + B)$
- $f(x) = Ax^2 + Bx$
- $f(x) = Ax + B$
- $f(x) = Ae^{3x} + Be^{-5x}$

10.

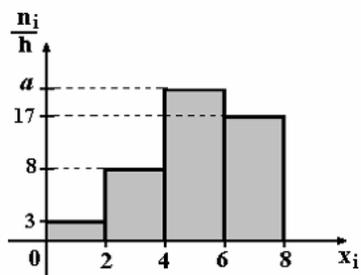
Общий интеграл дифференциального уравнения

$\cos y dy = \frac{dx}{x^2}$ имеет вид...

- $-\sin y = \frac{x^2}{2} + C$
- $-\sin y = -\frac{1}{x} + C$
- $\sin y = x^2 + C$
- $\sin y = -\frac{1}{x} + C$

11.

По выборке объема $n=100$ построена гистограмма частот:



Тогда значение a равно...

- 23
- 21
- 72
- 22

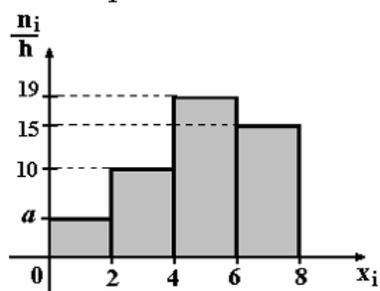
12.

Точечная оценка математического ожидания нормального распределения равна 15. Тогда его интервальная оценка может иметь вид...

- (13,8; 14,1)
- (13,8; 15)
- (13,8; 16,2)
- (15; 16,2)

13.

По выборке объема $n=100$ построена гистограмма частот:



Тогда значение a равно...

- 5
- 56
- 6
- 7

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1

Если $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, тогда матрица $C = A \cdot B$ имеет вид

...

- $\begin{pmatrix} 6 \\ 2 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} 6 \\ -2 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} -2 \\ 6 \end{pmatrix}$
- $(6 \ -2)$

2

Формула вычисления определителя третьего порядка

$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix}$ содержит следующие произведения:

- ceg
- ach
- bfk
- cdh

3.

Дана система m линейных уравнений с n неизвестными. Пусть ранг матрицы этой системы равен k , а ранг расширенной матрицы системы равен p . Правильными утверждениями являются...

- если система совместна, то $n = p$
- если $n < m$, то система не имеет решений
- если система не имеет решений, то $p > k$
- если система имеет только одно решение, то $p = k = n$

4.

Дана матрица $A = \begin{pmatrix} -1 & 6 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}$. Установите соответствие между указанными элементами и их алгебраическими дополнениями.

- 1) a_{12}
- 2) a_{13}
- 3) a_{22}
- 4) a_{23}

- $\begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$
- $-\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 5 & 3 \end{vmatrix}$
- $-\begin{vmatrix} -1 & 6 \\ 5 & 2 \end{vmatrix}$
- $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 5 & 3 \end{vmatrix}$
- $\begin{vmatrix} -1 & 4 \\ 5 & 3 \end{vmatrix}$
- $\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 5 & 2 \end{vmatrix}$

5.

Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 3 \\ 1 & 5 & 4 \\ 2 & 8 & -1 \end{pmatrix}$. Установите соответствие между указанными элементами и их алгебраическими дополнениями.

- 1) a_{22}
- 2) a_{32}
- 3) a_{33}
- 4) a_{12}

$-\begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 1 & 5 \end{vmatrix}$

$\begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 1 & 5 \end{vmatrix}$

$\begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 2 & -1 \end{vmatrix}$

$-\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 2 & -1 \end{vmatrix}$

$-\begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 2 & -1 \end{vmatrix}$

$-\begin{vmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix}$

6

Если основная гипотеза имеет вид $H_0: p = 0,4$, то конкурирующей может быть гипотеза ...

$H_1: p > 0,4$

$H_1: p \neq 0,3$

$H_1: p \leq 0,4$

$H_1: p \geq 0,4$

7.

Точечная оценка математического ожидания нормального распределения равна 13. Тогда его интервальная оценка может иметь вид ...

(11,6; 13)

(13; 14,6)

(11,8; 14,2)

(11,8; 12,8)

8

Выборочное уравнение парной регрессии имеет вид $y = 4,6 - 2,3x$. Тогда выборочный коэффициент корреляции может быть равен...

$-0,8$

$0,5$

$4,6$

$0,8$

9.

Выборочное уравнение парной регрессии имеет вид:
 $y = -3,2 + 2,4x$, средние квадратические отклонения
 $\sigma_x = 0,8$, $\sigma_y = 2,4$. Тогда коэффициент корреляции равен
...

- 0,8
- 0,8
- 5,76
- 7,2

10

Выборочное уравнение парной регрессии имеет вид:
 $y = 2,8 + 0,8x$, средние квадратические отклонения
 $\delta_x = 2$, $\delta_y = 3,2$. Тогда коэффициент корреляции равен ...

- 0,5
- 5,12
- 3,36
- 0,5

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1) . Решить уравнение теплопроводности методом **Фурье**:

$$T'_t = a^2 T''_{xx} \quad T(0; x) = \varphi(x) \quad T(t; 0) = T_0$$

$$T(t; L) = T_L \quad \varphi(x) = T_0 + \left(\frac{x}{L}\right)^2 (T_L - T_0)$$

- а) $a = 1; L = 3.5; T_0 = 0; T_L = 20.5$
- б) $a = 2; L = 5; T_0 = 0.7; T_L = 2.5$
- в) $a = 15; L = 2.5; T_0 = 10; T_L = 22.5$
- г) $a = 21; L = 3; T_0 = 1; T_L = 5$
- д) $a = 2; L = 4.5; T_0 = 12.4; T_L = 25$
- е) $a = 11; L = 0.3; T_0 = 40; T_L = 40.5$
- ж) $a = 3; L = 5.5; T_0 = 8.2; T_L = 20$
- з) $a = 31; L = 14; T_0 = 50; T_L = 51.5$
- и) $a = 4; L = 6.5; T_0 = 10; T_L = 20$
- к) $a = 1.4; L = 0.7; T_0 = 60; T_L = 60.$

2)

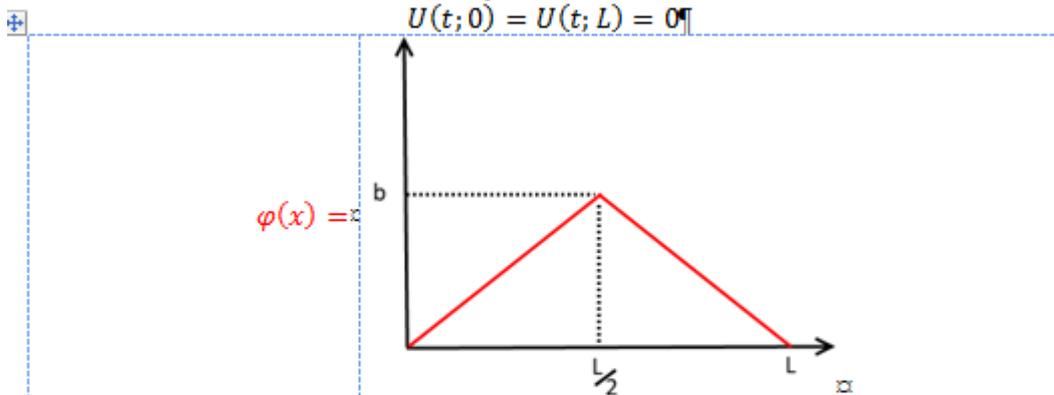
2. Решить волновое уравнение методом Фурье:

$$U_{tt}'' = a^2 U_{xx}''$$

$$U(0; x) = \varphi(x)$$

$$U_t'(0; x) = 0$$

$$U(t; 0) = U(t; L) = 0$$



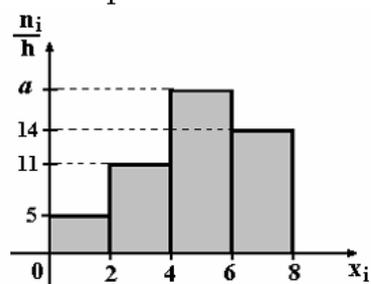
2.1	$a = 1; L = 3.5; b = 20.5$	2.2	$a = 2; L = 5; b = 0.7$
2.3	$a = 15; L = 2.5; b = 22.5$	2.4	$a = 21; L = 3; b = 1$
2.5	$a = 2; L = 4.5; b = 12.4$	2.6	$a = 11; L = 0.3; b = 4$
2.7	$a = 3; L = 5.5; b = 8.2$	2.8	$a = 31; L = 14; b = 1.5$
2.9	$a = 4; L = 6.5; b = 10$	2.10	$a = 1.4; L = 0.7; b = 0.5$

3) Найти три первых отличных от нуля члена разложения в степенной ряд функции $y(x)$, являющейся решением заданного дифференциального уравнения.

1	2	3
$y' = x^2 y^2 - e^x$	$y'' = xy' - y + e^x$	$y' = x^2 y^2 - e^x$
$y(0) = 0$	$y(0) = 1, y'(0) = 0$	$y(0) = 0$
4	5	6
$y' = 2xy - x \sin x$	$y' = 3e^x - y^2 \cos x$	$y'' = x^2 y$
$y(0) = 1$	$y(0) = 1$	$y(0) = 1, y'(0) = 1$

4

По выборке объема $n=100$ построена гистограмма частот:



Тогда значение a равно...

- 70
- 19
- 21
- 20

5

Математическая статистика / Элементы корреляционного анализа

Задание N 29.

При построении выборочного уравнения парной регрессии вычислены: выборочный коэффициент корреляции $r_B = 0,75$ и выборочные средние квадратические отклонения $\sigma_X = 1,1$, $\sigma_Y = 2,2$. Тогда выборочный коэффициент регрессии Y на X равен...

Варианты ответа:

- 1,50
- 0,375
- 1,815
- 1,50

6.

Интернет-экзамен в сфере профессионального образования

Задание N 2

Дана функция $f(x) = 2x^3$, $x \in [-\pi; \pi]$. Тогда коэффициент a_3 разложения $f(x)$ в ряд Фурье равен...

Варианты ответов:

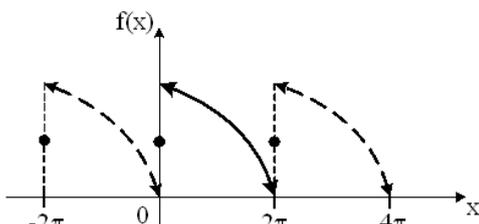
- 0
- $\frac{2\pi}{3}$
- π
- $\frac{3}{\pi}$

7.

Интернет-экзамен в сфере профессионального образования

Задание N 3

Функция $f(x)$ при $x \in [0; 2\pi]$ и ее периодическое продолжение заданы на рисунке.



Тогда ряд Фурье для этой функции имеет вид...

Варианты ответов:

- $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx$
- $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx$
- $\sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx$
- $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$

8. На приобретение оборудования для нового производственного участка выделено 20 тыс. у. е. Оборудование должно быть размещено на площади, не превышающей 72 м². Предприятие может заказать оборудование двух видов: более мощные машины типа А стоимостью 5 тыс. у. е., занимающие

производственную площадь 6 м^2 (с учетом проходов) и дающие 8 тыс. единиц продукции за смену, и менее мощные машины типа Б стоимостью 2 тыс. у. е., занимающие площадь 12 м^2 и дающие за смену 3 тыс. единиц продукции. Найти оптимальный вариант приобретения оборудования, обеспечивающий максимум общей производительности нового участка.

9. Предприятие располагает ресурсами сырья, рабочей силой и оборудованием, необходимыми для производства любого из 4 видов производимых товаров. Затраты ресурсов на изготовление единицы данного вида товаров, прибыль, получаемая предприятием, а также запасы ресурсов указаны в таблице:

Вид ресурса \ Вид товара	1	2	3	4	Объем ресурсов
Сырье, кг	3	5	2	4	60
Рабочая сила, чел.-ч	22	14	18	30	400
Оборудование, станко-ч	10	14	8	16	128
Прибыль на единицу товара, у.е.	30	25	56	48	

Определить оптимальный ассортимент продукции при дополнительном условии: 1-го товара выпустить не более 5 единиц, 2-го – не менее 8 единиц, 3-го и 4-го – в отношении 1: 2.

10. В плановом году строительные организации города переходят к сооружению домов типов Д-1, Д-2, Д-3, Д-4. Данные о количестве квартир разного типа в каждом из указанных типов домов, их плановая себестоимость приведены в таблице:

Тип домов \ Тип квартир	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4
Однокомнатные	10	18	20	15
Двухкомнатные:				
смежные	40	–	20	–
несмежные	–	20	–	60
Трехкомнатные	60	90	10	–
Четырехкомнатные	20	10	–	5
Плановая себестоимость, у.е.	830	835	360	450

Годовой план ввода жилой площади составляет соответственно 800, 1000, 900,

2000 и 700 квартир указанных типов. Исходя из необходимости выполнения плана (возможно его перевыполнение по всем показателям), сформулировать задачу минимизации объема капиталовложений в жилищное строительство на плановый год.

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. Математическое моделирование: история развития и основные задачи.
2. Основные виды математических моделей и области их применения.
3. Примеры использования некоторых математических моделей.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Классификация уравнений математической физики.
6. Уравнение волновых движений.
7. Уравнение теплопроводности.
8. Основные понятия. Принципы планирования эксперимента.
9. Выборки и их характеристики.
10. Элементы теории оценок.
11. Проверка статистических гипотез.
12. Проверка адекватности моделей.
13. Критерии оценки адекватности математической модели.
14. Оценка точности результатов моделирования.
15. Определение парной регрессии и основные задачи построения парной регрессии.
16. Линейная парная регрессия.
17. Вычисление оценок для коэффициентов линейной парной регрессии на основе метода наименьших квадратов.
18. Метод наименьших квадратов. Числовые ряды. Основные определения. Свойства числовых рядов.
19. Геометрическая прогрессия. Гармонический ряд. Обобщенный гармонический ряд.
20. Необходимый признак сходимости. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: признаки сравнения.
21. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: признак Даламбера, интегральный и радикальный признаки Коши.
22. Знакопеременные ряды. Теорема Лейбница.
23. Знакопеременные ряды. Достаточный признак сходимости знакопеременных рядов. Абсолютная и условная сходимость.
24. Функциональные ряды. Основные определения. Область сходимости функционального ряда.
25. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости

- степенного ряда. Свойства степенных рядов.
- 26.Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение элементарных функций в ряд Маклорена.
 - 27.Приложения степенных рядов. Приближенное вычисление значений функции и определенных интегралов. Приближенное решение дифференциальных уравнений.
 - 28.Ряды Фурье. Вычисление коэффициентов $a_0, a_n, b_n/$
 - 29.Понятие математической модели.
 - 30.Этапы решения задачи математического программирования.
 - 31.Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Жордана–Гаусса
 - 32.Примеры задач линейного программирования (задача оптимального производственного планирования, задача о смесях, транспортная задача)
 - 33.Формулировка основной задачи линейного программирования
 - 34.Понятие допустимого решения. Переход от задачи минимизации целевой функции к задаче максимизации
 - 35.Переход от стандартной формы модели задачи линейного программирования к канонической.
 - 36.Переход от канонической формы модели задачи линейного программирования к стандартной
 37. Графический метод решения задачи линейного программирования
 - 38.Свойства допустимых планов задачи. Линейного программирования. Опорный план
 39. Симплекс-метод, его идея

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса, 2 практические задачи. Каждый правильный ответ на теоретический вопрос оценивается 2 балла, практическая задача оценивается в 0,5. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал не более 2.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 2,5 до 3 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 3,5 до 4,5 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 5 баллов.
Оценки проставляются в соответствии с пунктом 7.1.2

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы математического моделирования.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос, экзамен
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос, экзамен
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос, экзамен
4	Линейное программирование	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос, 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. Карпов, В. В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций: Учебное пособие / Карпов В. В. – С.-П.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 176 с. - ISBN 978-5-9227-0436-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/19335> , по паролю
2. Семёнов М.Е. Математическое моделирование физических процессов: учеб. пособие / М.Е. Семёнов, Н.Н. Некрасова; Воронежский ГАСУ. – Воронеж,

2016. – 94 с.

3. Седаев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика /А.А. Седаев, В.К. Каверина – Из-во Воронежского ГАСУ, 2015 г -131 с.
4. Линейная алгебра [Текст] : методические указания и контрольные задания для студентов, обучающихся по образовательным программам бакалавров и магистрантов всех направлений / сост. Л. В. Акчурина, А. Б. Куцев ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2014 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2014). - 32 с.
5. Математическое моделирование и дифференциальные уравнения [Текст] : учебное пособие для магистрантов всех направлений подготовки / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017 (Воронеж : Участок оперативной полиграфии изд-ва ВГТУ, 2017). - 148 с. : ил. - Библиогр.: с. 148 (17 назв.). - ISBN 978-5-7731-0536-7 :41-12.
6. Гармаш А. Н., Орлова И. В., Федосеев В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры: рекомендовано УМО. - 4-е изд., перераб. и доп.. - Москва : Юрайт, 2015 -328 с. (рек. УМО)
7. Некрасова Н. Н. Математическое моделирование [Текст] : практикум / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". – Воронеж, Воронежский государственный технический университет, 2018. - 87 с. :черт. : табл. - Библиогр.: с. 86-87 (12 назв.). - ISBN 978-5-7731-0679-1 : 26-21.
8. Федосеев В. В. Математическое моделирование в экономике и социологии труда. Методы, модели, задачи : Учебное пособие / Федосеев В. В. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 167 с. - ISBN 5-238-01114-8. URL: <http://www.iprbookshop.ru/15390> , по паролю

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:

8.2.1. Лицензированное программное обеспечение:

1. MicrosoftOfficeWord 2013/2007
2. MicrosoftOfficeExcel 2013/2007
3. MicrosoftOfficePowerPoint 2013/2007
4. Photoshop Extended CS6 13.0 MLP
5. Acrobat Professional 11.0 MLP
6. Maple v18

8.2.2. Свободное ПО:

1. LibreOffice
2. 7zip
3. AdobeAcrobatReader
4. GoogleChrome
5. Skype

6. Moodle
7. FoxitReader
8. WinDjView
9. MathCadExpress
10. Maxima

8.2.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет":

1. <http://www.edu.ru/> Образовательный портал ВГТУ
2. <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm> – электронный учебник по дисциплине «Математические модели системного анализа».
3. <http://www.intuit.ru/department/mathematics/intmath/> (Вводный курс в высшую математику. Рассматриваются основы высшей математики для «нематематических» специальностей. Изложение сопровождается большим количеством специально подобранных примеров, поясняющих суть исследуемых понятий и фактов).

8.2.4. Информационные справочные системы:

1. <http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://wiki.cchgeu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари).
4. <http://mathem.by.ru> (Справочная информация по математическим дисциплинам).
5. www.iprbookshop.ru – электронная библиотека
6. <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари).
7. <http://mathelp.spb.ru> (Лекции, учебники on-line, web-сервисы по высшей математике в помощь студентам).
8. <http://mathem.by.ru> (Справочная информация по математическим дисциплинам).
9. <http://www.exponenta.ru> (Материалы по высшей математике).
10. <http://teorver-online.narod.ru/teorver73.html> (Манита А. Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Интернет-учебник).
11. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>. (Книги в форматах PDF и DjVu).

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader и WinDjView.

Электронный словарь:

<http://context.reverso.net/перевод/русский-английский/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 2325 Комплект учебной мебели: - рабочее место преподавателя (стол, стул); - рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 140 чел.	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус № 2)
Ауд. 2204 Комплект учебной мебели: - рабочее место преподавателя (стол, стул); - рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 54 чел. - проектор	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус № 2)
Ауд. 2304а Комплект учебной мебели: - рабочее место преподавателя (стол, стул); - рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 32 чел. - персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет (10 шт.)	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус № 2)

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

По дисциплине «Математическое моделирование» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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 и создания математических моделей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.
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"> - 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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

