

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Панфилов Д.В.
«31» августа 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Математическое моделирование»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

**Программа «Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертиза
объектов недвижимости»**

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

 /Чесноков А.С./

**Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики**

 /Ряжских В.И./

Руководитель ОПОП

 /Круглякова В.М./

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины заключаются 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 специальности, поскольку создаёт математическую основу для решения задач судебной строительно-технической и стоимостной экспертизы объектов недвижимости.

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 организационно-технологическим и экономическим решениям задач судебной строительно-технической и стоимостной экспертизы объектов недвижимости.

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 основы математического аппарата, необходимые для решения задач математического моделирования по программе обучения
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия
	владеть навыками математического моделирования при использовании программных средств с учетом инновационных технологий, в том числе с использованием научных достижений и методов математической статистики

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	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Самостоятельная работа	155	155
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	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.	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.	4	9	20	33

		Уравнение волновых движений. Уравнение теплопроводности. Числовые ряды. Ряды Тейлора и Маклорена, ряды Фурье, их применение				
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

заочная 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.	2	2	38	42
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.	2	2	41	45
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.	2	2	38	42

4	Линейное программирование	Примеры задач линейного программирования. Различные формы модели задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплексный метод	2	2	38	42
Итого			8	8	155	171

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

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной 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.	знание учебного материала умение использовать	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала. Студент	Студент демонстрирует значительное понимание материала. Студент	Студент демонстрирует частичное понимание материала. Способность студента	Студент демонстрирует незначительное понимание материала.
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и	полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных	Студент демонстрирует ярко выраженную способность использовать знания, умения, навыки в процессе	Студент демонстрирует способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	продемонстрировать знание, умение, навык выражена слабо	студент не демонстрирует способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения

	начальные условия.	х знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	выполнения			Студент демонстрирует непонимание заданий. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задания.
	владеть оценкой адекватности результатов моделирования, формулирует предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.					

В случае проведения экзамена в виде теста, используются следующие критерии:

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Вид оценочного средства	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	знать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть оценкой адекватности результатов моделирования, формулирует предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1.

Алгебраическое дополнение элемента a_{23} матрицы

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

☐ $\begin{pmatrix} -2 \\ 7 \end{pmatrix}$

☐ $\begin{pmatrix} -2 & 7 \end{pmatrix}$

☐ $\begin{pmatrix} 7 \\ -2 \end{pmatrix}$

☐ $\begin{pmatrix} 2 \\ 7 \end{pmatrix}$

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:

☐ $y \frac{d^2 y}{dx^2} - 5x \frac{dy}{dx} + x = y$

☐ $xy^2 \frac{\partial z}{\partial x} - 3x^2 \frac{\partial z}{\partial y} = 0$

☐ $xy' - xy^2 + 2x^2 + 3y^2 = 0$

☐ $x \frac{d^2 y}{dx^2} + 3y \frac{dy}{dx} - x + 6y = 0$

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...

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

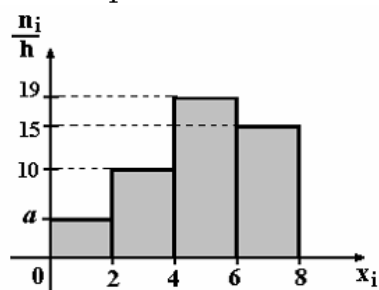
11.

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)

12.

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.

выберите несколько вариантов ответа)

При решении системы линейных уравнений с квадратной матрицей коэффициентов

A можно применять формулы Крамера, если

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) один из столбцов матрицы A является линейной

2) столбцы матрицы A линейно

комбинацией остальных

независимы

3) определитель матрицы A не равен нулю

4) строки матрицы A линейно зависимы

2

■ Линейная алгебра / Линейные операции над матрицами

■ Задание N 2.

Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 10 & 5 \\ 0 & 3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 7 & -2 \\ -3 & 4 \\ 0 & 5 \end{pmatrix}$. Тогда матрица $C = A - 2B$ имеет вид...

■ Варианты ответа:

- ☐ $\begin{pmatrix} 3 & 7 \\ 3 & -1 \\ -2 & -4 \end{pmatrix}$
- ☐ $\begin{pmatrix} -14 & 6 & 0 \\ 4 & -8 & -10 \end{pmatrix}$
- ☐ $\begin{pmatrix} -4 & 9 \\ 6 & -5 \\ -2 & -9 \end{pmatrix}$
- ☐ $\begin{pmatrix} 13 & 12 \\ 3 & 2 \\ -4 & -3 \end{pmatrix}$

3

Если функция $f(x)$ имеет вид:

1. $f(x) = x$
2. $f(x) = e^{-x}$
3. $f(x) = 2$
4. $f(x) = e^x$

то частное решение $\bar{y}$ неоднородного дифференциального уравнения $y'' + y' = f(x)$ следует искать в виде ...

- ☐ $\bar{y} = Ax + B$
- ☐ $\bar{y} = Ae^x$
- ☐ $\bar{y} = x(Ax + B)$
- ☐ $\bar{y} = Axe^{-x}$
- ☐ $\bar{y} = Ax$

4

Выборочное уравнение парной регрессии имеет вид:

$y = 2,4 + 0,7x$, средние квадратические отклонения

$\delta_x = 2$, $\delta_y = 2,8$. Тогда коэффициент корреляции равен ...

- ☐ 0,5
- ☐ -0,5
- ☐ 3,92
- ☐ 0,98

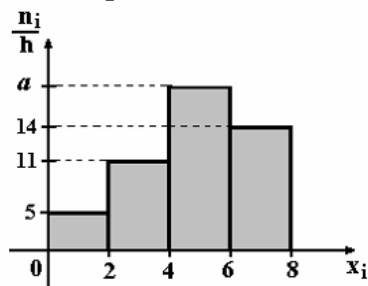
5.

Если основная гипотеза имеет вид $H_0: a = 18$, то конкурирующей может быть гипотеза ...

- ☐ $H_1: a \neq 18$
- ☐ $H_1: a \geq 18$
- ☐ $H_1: a \leq 18$
- ☐ $H_1: a \leq 27$

6.

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



Тогда значение a равно...

- ☐ 70
- ☐ 19
- ☐ 21
- ☐ 20

7.

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

8.

Задание N 2

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

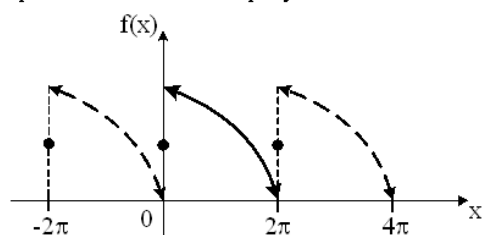
Варианты ответов

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

10.

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

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

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Примерный перечень вопросов 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. Знакопередающие 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

(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.)

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса, 2 практические задачи и 10 тестовых заданий. Каждый правильный ответ на теоретический вопрос оценивается 5 баллов, практическая задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ), каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

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
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос
4	Линейное программирование	ОПК-1	Типовые контрольные задания, тест, устный опрос

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

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

Тип носителя (печ/эл)	Наименование	Автор, название, место издания издательство, год издания учебной и, учебно-методической литературы, URL (для фонда ЭБС)	Кол-во ¹ экз/точек доступа	Книгообеспеченность ²
Печ.	Уч. пособие	Семёнов М.Е. Математическое моделирование физических процессов: учеб. пособие / М.Е. Семёнов, Н.Н. Некрасова; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2016. – 94 с.	100	1
Печ.	Учебник	Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.	100	1

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:

- <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к информационным ресурсам;
- <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm> – электронный учебник по дисциплине «Математические модели системного анализа».
- <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари).
- <http://www.intuit.ru/departament/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).
- <http://mathhelp.spb.ru> (Лекции, учебники on-line, web-сервисы по высшей математике в помощь студентам).
- <http://mathem.by.ru> (Справочная информация по математическим дисциплинам).
- <http://www.exponenta.ru> (Материалы по высшей математике).
- <http://teorver-online.narod.ru/teorver73.html> (Манита А. Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Интернет-учебник).
 - <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.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Нормативный и методический материал. Аудитория, оборудованная технологиями представления видеoinформации. проектор, ноутбук, специально оборудованные учебные аудитории

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; 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.
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.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

6	(наименование темы из раздела 5.1)	ОПК-1	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

Укажите учебную литературу

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:

Укажите перечень информационных технологий

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Укажите материально-техническую базу

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 _____. 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: - 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.