

**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

Профиль Инженерные системы водоснабжения и водоотведения

Квалификация выпускника магистр

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

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы  / Некрасова Н.Н./

Заведующий
кафедрой
Прикладной
математики и
механики  /Ряжских В. И./

Руководитель ОПОП  /Помогаева В.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Расширение представления магистров о математике, привитие навыков использования ее специальных разделов, которые могут быть использованы в инженерных системах водоснабжения и водоотведения и их применение при написании магистерской диссертации и в практической деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить специальные разделы математики, используемые в математическом моделировании в сфере инженерных системах водоснабжения и водоотведения;
- получить навыки использования этих разделов математики при решении задач математического моделирования по программе подготовки.

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 использовать теоретические факты для построения математических моделей
	Владеть методами проверки адекватности построенных моделей реальным процессам

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	6	14	30	50

		математической физики. Уравнение волновых движений. Уравнение теплопроводности.				
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	14	30	50
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.	6	8	30	44
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	60	64
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.	4	4	60	68
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	35	39
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

7.1.1 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 основы математического аппарата, необходимые для решения задач математического моделирования по программе обучения	Знание основных теоретических фактов (на основе тестирования или опроса)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать теоретические факты для построения математических моделей	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе тестирования или контрольной работы)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами проверки адекватности построенных моделей реальным процессам	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе контрольной работы)	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, 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 основы математического аппарата, необходимые для решения задач математического моделирования по программе обучения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать теоретические факты для построения математических моделей	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами проверки адекватности построенных моделей реальным процессам	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 (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Первые математические модели были созданы:

- 1) Ф. Кенэ*
- 2) К. Марксом
- 3) Г. Фельдманом
- 4) Д. Нейманом

2. Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования

- 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- 3) копия объекта
- 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

3. Основная функция модели это:

- 1) получить информацию о моделируемом объекте
- 2) отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 4) воспроизвести физическую форму объекта

4. Математической моделью объекта называют...

- 1) описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- 2) любую символическую модель, содержащую математические символы
- 3) представление свойств объекта только в числовом виде
- 4) любую формализованную модель

5. Методами математического моделирования являются ...

- 1) аналитический
- 2) числовой
- 3) аксиоматический и конструктивный!!
- 4) имитационный

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:

- 1) аналитическая
- 2) графическая
- 3) цифровая
- 4) алгоритмическая

7. Эффективность математической модели определяется ...

- 1) оценкой точности модели
- 2) функцией эффективности модели!!
- 3) соотношением цены и качества
- 4) простотой модели

8. Адекватность математической модели и объекта это...

- 1) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования!!
- 2) полнота отображения объекта моделирования
- 3) количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
- 4) объективность результата моделирования

9. Состояние объекта определяется ...

- 1) количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
- 2) множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели!!
- 3) только физическими данными об объекте
- 4) параметрами окружающей среды

10. Изменение состояния объекта отображается в виде ...

- 1) Статической модели
- 2) Детерминированной модели
- 3) Динамической модели!!
- 4) Стохастической модели

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1. (Выберите один вариант ответа)

Статистическое распределение выборки имеет вид ...

x_i	2	3	7	10
n_i	4	7	5	4

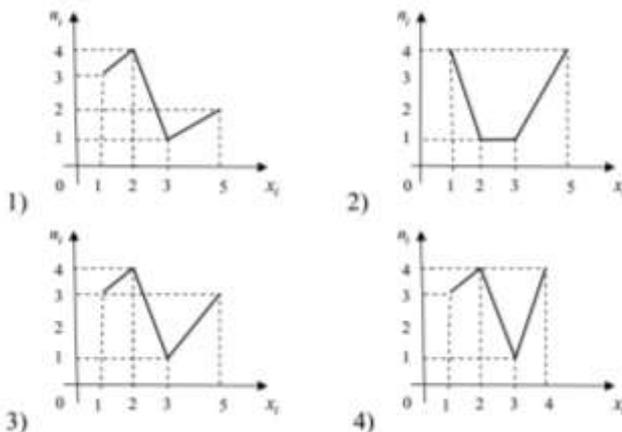
Тогда относительная частота варианты $x_1 = 2$ равна ...

Варианты ответа: 1) 4; 2) 0,4; 3) 0,2; 4) 0,1.

Задание 2. (Выберите несколько вариантов ответа)

Выборками, заданными полигонами частот, объем которых равен 10, являются...

Варианты ответа:



Задание 3. (Выберите ответы согласно тексту задания)

Установите соответствие между оценкой и её свойством:

- a) Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно

оцениваемому параметру.

b) Статистическая оценка, которая при увеличении объема выборки ($n \rightarrow \infty$) стремится по вероятности к оцениваемому параметру.

с) Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки.

d) Статистическая оценка, которая имеет наименьшую возможную дисперсию.

Варианты ответа: 1) несмещенная; 2) смещенная; 3) эффективная; 4) состоятельная.

Задание 4. (Выберите один вариант ответа)

Для выборки объемом $n = 9$ вычислена выборочная дисперсия $D_B = 72$. Тогда несмещенная и состоятельная оценка дисперсии для этой выборки равна ...

Варианты ответа: 1) 64; 2) 81; 3) 80; 4) 88.

Задание 5. (Выберите один вариант ответа)

При статистической проверке гипотез критические точки – это...

Варианты ответа:

1) множество точек, образующих область принятия H_0 ; 2) множество точек, образующих область принятия H_1 ; 3) точки, разделяющие область принятия гипотезы H_0 и область отвержения H_0 ; 4) область существования H_0 .

Задание 6. (Выберите один вариант ответа)

Ошибка первого рода состоит в том, что ...

Варианты ответа:

1) гипотеза H_0 верна и ее принимают согласно критерию; 2) гипотеза H_0 верна и ее отвергают согласно критерию; 3) гипотеза H_0 не верна и ее отвергают согласно критерию; 4) гипотеза H_0 не верна и ее принимают согласно критерию.

Ошибка второго рода состоит в том, что ...

Варианты ответа:

1) гипотеза H_0 не верна, но она принимается; 2) гипотеза H_0 верна и она принимается; 3) гипотеза H_0 не верна и она отвергается; 4) гипотеза H_0 верна, но она отвергается.

Задание 7. (Выберите один вариант ответа)

Критической областью называется...

Варианты ответа:

1) множество значений критерия, где H_0 принимается или отвергается; 2) область, в которой $K_{набл}=K_{кр}$; 3) область, в которой $K_{набл}=0$.

Задание 8. (Выберите один вариант ответа)

Если конкурирующая гипотеза имеет вид $H_1: x_1 > x_2$, то критическая область...

Варианты ответа: 1) правосторонняя; 2) левосторонняя; 3) двусторонняя; 4) любая.

Задание 9. (Выберите один вариант ответа)

Если в результате проверки статистической гипотезы о законе распределения генеральной совокупности установлено $\chi^2_{набл} > \chi^2_{кр}$, то наблюдаемое значение статистики $\chi^2_{набл}$

Варианты ответа:

1) попадает в критическую область и основная гипотеза отвергается; 2) не попадает в критическую область и основная гипотеза принимается; 3) попадает в область допустимых значений и основная гипотеза принимается; 4) не попадает в область допустимых значений и основная гипотеза принимается.

Задание 10. (Выберите один вариант ответа)

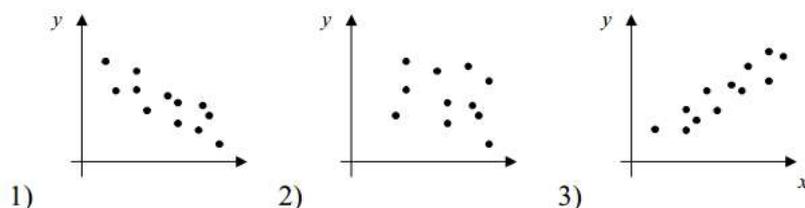
Задачей регрессионного анализа является...

Варианты ответа:

1) определение формы и изучение зависимости между переменными; 2) установление тесноты связи между факторным и результативным признаками; 3) вычисление ошибки показателя тесноты связи; 4) определение доверительного интервала для показателя тесноты связи.

Задание 11. (Выберите ответы согласно тексту задания)

Установите по виду корреляционного поля тип зависимости между переменными.



Варианты ответа:

а) зависимость между переменными отсутствует; б) обратная зависимость между переменными; с) прямая зависимость между переменными.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание 1 Решить [уравнение теплопроводности](#) методом [Фурье](#):

$$T'_t = a^2 T''_{xx}$$

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

$$T(t; 0) = T_0$$

$$T(t; L) = T_L$$

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

- | | | | |
|-------------|---|-------------|--|
| 2.1 | $a = 1; L = 3.5; T_0 = 0; T_L = 20.5$ | 2.2 | $a = 2; L = 5; T_0 = 0.7; T_L = 2.5$ |
| 2.3 | $a = 15; L = 2.5; T_0 = 10; T_L = 22.5$ | 2.4 | $a = 21; L = 3; T_0 = 1; T_L = 5$ |
| 2.5 | $a = 2; L = 4.5; T_0 = 12.4; T_L = 25$ | 2.6 | $a = 11; L = 0.3; T_0 = 40; T_L = 40.5$ |
| 2.7 | $a = 3; L = 5.5; T_0 = 8.2; T_L = 20$ | 2.8 | $a = 31; L = 14; T_0 = 50; T_L = 51.5$ |
| 2.9 | $a = 4; L = 6.5; T_0 = 10; T_L = 20$ | 2.10 | $a = 1.4; L = 0.7; T_0 = 60; T_L = 60.5$ |
| 2.11 | $a = 5; L = 7.5; T_0 = 0; T_L = 40.1$ | 2.12 | $a = 1.3; L = 2.7; T_0 = 28; T_L = 29.4$ |
| 2.13 | $a = 6; L = 8.5; T_0 = 20; T_L = 20.5$ | 2.14 | $a = 1.1; L = 6.1; T_0 = 14; T_L = 15.2$ |
| 2.15 | $a = 7; L = 9.5; T_0 = 30; T_L = 40$ | 2.16 | $a = 1.7; L = 9.7; T_0 = 15; T_L = 19.4$ |
| 2.17 | $a = 10; L = 5.4; T_0 = 40; T_L = 50$ | 2.18 | $a = 2.1; L = 1.2; T_0 = 21; T_L = 27$ |
| 2.19 | $a = 8; L = 3.8; T_0 = 50; T_L = 51.2$ | 2.20 | $a = 8.1; L = 1.3; T_0 = 27; T_L = 29$ |

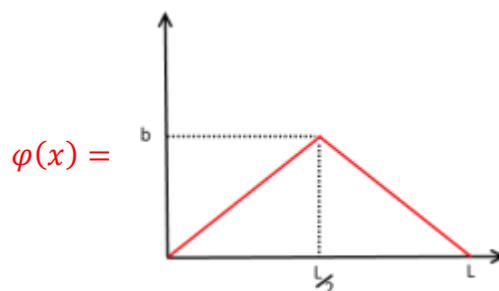
Задание 2 Решить [волновое уравнение](#) методом [Фурье](#):

$$U''_{tt} = a^2 U''_{xx}$$

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

$$U'_t(0; x) = 0$$

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



3.1	$a = 1; L = 3.5; b = 20.5$	3.2	$a = 2; L = 5; b = 0.7$
3.3	$a = 15; L = 2.5; b = 22.5$	3.4	$a = 21; L = 3; b = 1$
3.5	$a = 2; L = 4.5; b = 12.4$	3.6	$a = 11; L = 0.3; b = 4$
3.7	$a = 3; L = 5.5; b = 8.2$	3.8	$a = 31; L = 14; b = 1.5$
3.9	$a = 4; L = 6.5; b = 10;$	3.10	$a = 1.4; L = 0.7; b = 0.5$
3.11	$a = 5; L = 7.5; b = 40.1$	3.12	$a = 1.3; L = 2.7; b = 2.4$
3.13	$a = 6; L = 8.5; b = 20$	3.14	$a = 1.1; L = 6.1; b = 5.2$
3.15	$a = 7; L = 9.5; b = 30$	3.16	$a = 1.7; L = 9.7; b = 19.4$
3.17	$a = 10; L = 5.4; b = 40$	3.18	$a = 2.1; L = 1.2; b = 27$
3.19	$a = 8; L = 3.8; b = 1.2$	3.20	$a = 8.1; L = 1.3; b = 9$

Задание 3. «Первичная обработка статистических данных».

Изучается случайная величина X – число выпавших очков при бросании игральной кости. Кость подбросили 60 раз. Требуется провести первичную обработку статистических данных:

- 1) записать вариационный ряд;
- 2) составить статистический ряд;
- 3) построить полигон частот;
- 4) найти и построить график эмпирической функции распределения;
- 5) найти характеристики выборки: выборочную среднюю, выборочную дисперсию и исправленную выборочную дисперсию, стандарт, размах выборки, моду, медиану, асимметрию и эксцесс.

5	1	5	6	6	1	2	6	6	6	3	6	4	5	1	5	2	1	6	4
5	4	2	2	4	2	6	1	1	5	6	1	6	6	4	3	5	2	3	6
4	1	5	6	3	2	3	3	5	2	5	6	2	3	5	4	1	2	5	3

Задание 4 «Выравнивание статистических рядов».

Извлечена выборка из генеральной совокупности случайной величины X . Требуется:

- 1) построить интервальный статистический ряд, гистограмму частот;
- 2) найти точечные и интервальные оценки для математического ожидания и среднего квадратического отклонения;
- 3) провести выравнивание статистического ряда.

1,4; 0,5; 0,9; 1,1; 0,7; 1,4; 1,0; 1,4; 0,8; 0,5; 1,3; 0,9; 1,1; 0,7; 1,4; 1,3; 0,8; 1,2; 1,2;

1,2; 1,0; 0,6; 1,3; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,74 0,8;0,7; 0,9; 0,8; 1,1; 0,6; 0,7; 1,0; 0,7; 1,1; 1,1; 0,7; 0,8; 1,3; 0,7; 1,1; 0,7; 0,9; 0,7; 1,2; 1,0; 0,7; 0,5; 0,6; 1,2; 1,4; 0,8; 1,0; 0,7; 1,4; 1,3; 0,6.

Задание 5 «Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Пирсона».

Для разумного планирования и организации работы ремонтных мастерских специальной техники оказалось необходимым изучить длительность ремонтных операций, производимых мастерскими. Получены результаты (сгруппированные по интервалам) соответствующего статистического обследования (фиксированы длительности операций в 100 случаях):

n_i	n_1
-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Требуется:

- 1) построить гистограмму частот;
- 2) найти числовые характеристики выборки $(\bar{x}_B, \bar{S}, \bar{A}, \bar{E})$;
- 3) по виду гистограммы и значениям числовых характеристик выдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины X – длительности ремонтных операций, оценить параметры теоретического закона и записать его вид;
- 4) проверить основную гипотезу о законе распределения X по критерию Пирсона (уровень значимости выбрать самостоятельно);
- 5) проверить две альтернативных гипотезы о законе.

$[x_i, x_{i+1})$	$[0,3)$	$[3,6)$	$[6,9)$	$[9,12)$	$[12,15)$	$[15,18)$	$[18,21)$	$[21,24)$
n_i	3	17	20	22	13	12	10	3

Задание 6 «Подбор уравнения регрессии для бесповторной выборки».

Получены результаты наблюдений над случайными величинами X и Y :

Требуется:

- 1) построить точечный график зависимости X от Y ;
- 2) по расположению точек на плоскости выбрать вид гипотетической функциональной связи между X и Y ;
- 3) определить параметры уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов (МНК);

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.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и две задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается в 2 балла, задача оценивается в 0,5. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал не более 2 баллов.

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.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы математического моделирования.	ОПК-1	Стандартные и прикладные задачи, тест, устный опрос, экзамен
2	Основные понятия теории статистических решений. Оценка точности и адекватности математических моделей.	ОПК-1	Стандартные и прикладные задачи, тест, устный опрос, экзамен
3	Элементы корреляционно-регрессионного анализа.	ОПК-1	Стандартные и прикладные задачи, 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

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./эл.	Уч. пособие	Семёнов М.Е. Математическое моделирование физических процессов: учеб. пособие / М.Е. Семёнов, Н.Н. Некрасова; Воронеж: Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2016. - ISBN 978-5-89040-628-6 – 94 с.	100/1	1
ЭлР	Уч. пособие	Семенов, М. Е. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М. Е. Семенов, Н. Н. Некрасова. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 94 с. - ISBN 978-5-89040-628-6. URL: http://www.iprbookshop.ru/72919.html		1

Печ./эл.	Уч. пособие	Семёнов М.Е. Математическое моделирование и дифференциальные уравнения: учеб. пособие / М.Е. Семёнов, Н.Н. Некрасова, О.И. Канищева, А.И. Барсуков, М.С. Попов; Воронеж: Воронежский гос. тех. ун-т. – Воронеж, 2017. – ISBN 978-5-7731-0536-7 - 148 с.	100/1	1
ч./эл.	Уч. пособие	Стенюхин Л.В. Практикум по уравнениям математической физики: учеб. пособие / Л.В. Стенюхин, Н.Н. Некрасова; Воронеж: Воронежский гос. тех. ун-т. – Воронеж, 2018. – ISBN 978-5-7731-0618-0 - 80 с.	100/1	1
Печ./эл.	Уч. пособие	Некрасова, Н. Н. Математическое моделирование [Текст] : практикум / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2018. - ISBN 978-5-7731-0679-1 - 87 с.	100/1	1
Печ.	Учебник	Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2003. - 543 с. - ISBN 5-238-00141-X	100	1

8.2 Перечень информационных технологий и ресурсов, 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

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

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

Современные профессиональные базы данных

1. <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/proba.htm> – электронный учебник по дисциплине «Математические модели системного анализа».

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

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения ряда лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется компьютерный класс с комплектом лицензионного программного обеспечения (при использовании электронных изданий – компьютерный класс с выходом в Интернет).

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

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 математической обработки результатов измерений, умение аппроксимировать и интерполировать опытные данные, владение навыками и опытом разработки математических моделей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Экзамен проводится в устно-письменной форме, который включает ответы экзаменуемого на теоретические вопросы и решение им задач. Студент получает положительную оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы экзамена и правильности решения предложенных примеров.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 удается 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, 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	2	3	4