

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  Панфилов Д.В.  
«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Математическое моделирование»**

**Направление подготовки** 08.04.01 Строительство

**Профиль** Расчет и конструирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

**Квалификация выпускника** магистр

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

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2019

Автор программы  /Некрасова Н.Н./

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

Руководитель ОПОП  /Бойматов Ф.Б./

Воронеж 2019

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Расширение представления магистров о математике, привитие навыков использования ее специальных разделов, которые могут быть использованы при проведении инженерно-геологических изысканий в строительстве и их применение при написании магистерской диссертации и в практической деятельности.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- изучить специальные разделы математики, используемые в математическом моделировании инженерно-геологических изысканий в строительстве;
- 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

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	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. Уравнение	8	14	30	52

		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.	4	8	30	42
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### 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.	4	2	50	56
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	4	55	61
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	50	54
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>155</b>	<b>171</b>

## 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**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей шкале:

«отлично»

«хорошо»

«удовлетворительно»

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл	Не аттест
ОПК-1	Знать методы математического моделирования, типовые схемы моделирования,	знание учебного материала	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала.	Студент демонстрирует значительное понимание материала.	Студент демонстрирует частичное понимание материала.	1. Студент демонстрирует незначительное понимание материала.	Студент не проходил процедуру текущего контроля (аттестации)
	умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаях в строительстве,	умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ;	Студент демонстрирует <b>ярко выраженную</b> способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения заданий	Студент <b>демонстрирует способность</b> использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения заданий	Способность студента продемонстрировать знание, умение, навык выражена слабо	2. Студент <b>не демонстрирует способность</b> использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	
	владеет методами построения типовых математических моделей.	применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий				3. Студент демонстрирует непонимание заданий. 4. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задания.	

## 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения в идее экзамена по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	Знать методы математического моделирования, типовые схемы моделирования,	знание учебного материала	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала.	Студент демонстрирует значительно е понимание материала.	Студент демонстрирует частичное понимание материала.	Студент демонстрирует незначительное понимание материала.
	умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаях в строительстве,	умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ;	Студент демонстрирует <b>ярко выраженную</b> способность использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	Студент демонстрирует <b>способность</b> использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения	Способность студента продемонстрировать знание, умение, навык выражена слабо	студент <b>не демонстрирует способность</b> использовать знания, умения, навыки в процессе выполнения
	владеет методами построения типовых математических моделей.	применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий				Студент демонстрирует непонимание заданий.  У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задания.

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 методы математического моделирования, типовые схемы моделирования,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаев в строительстве,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеет методами построения типовых математических моделей.	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

#### Задание 1. (Выберите один вариант ответа)

Статистическое распределение выборки имеет вид ...

$x_i$	2	3	7	10
$n_i$	4	7	5	4

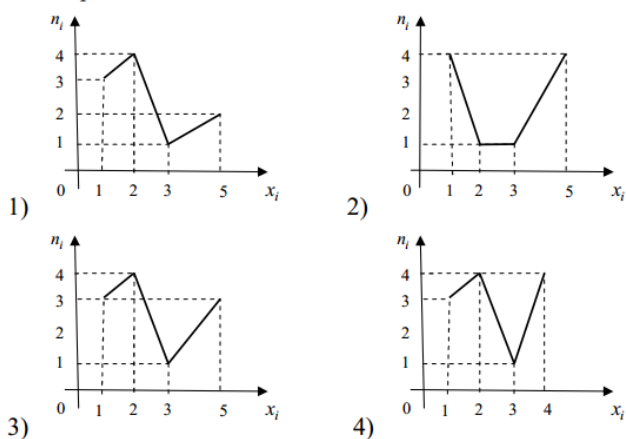
Тогда относительная частота варианты  $x_1 = 2$  равна ...

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:

- а) Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру.
- б) Статистическая оценка, которая при увеличении объема выборки ( $n \rightarrow \infty$ ) стремится по вероятности к оцениваемому параметру.
- в) Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки.
- г) 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  $\chi^2_{\text{набл}} > \chi^2_{\text{кр}}$ , то наблюдаемое значение статистики  $\chi^2_{\text{набл}}$

*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)

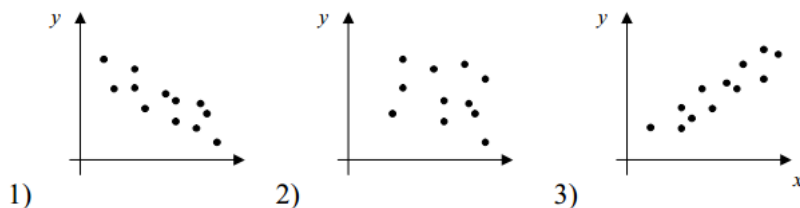
Задачей регрессионного анализа является...

*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.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения практических задач

**Задание 1** Решить уравнение теплопроводности методом Фурье:

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

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

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

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

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

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

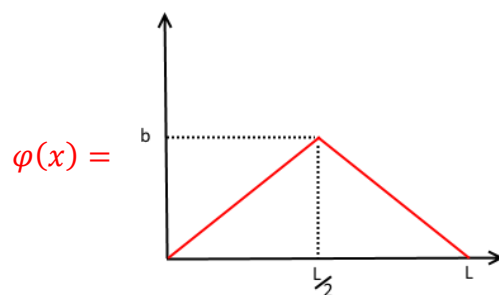
**Задание 2** Решить волновое уравнение методом Фурье:

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

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

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

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



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

### 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):

$[x_i, x_{i+1})$	$[x_1, x_2)$	...	...	...	...	...	...
$n_i$	$n_1$	...	...	...	...	...	...

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);
- 4) записать уравнение регрессии и построить теоретическую кривую;
- 5) оценить тесноту связи между величинами  $X$  и  $Y$ , используя коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

$x$	1	2	3	4	5
$y$	4,3	5,3	3,8	1,8	2,3

**Задание 7.** Из генеральной совокупности извлечена выборка объема  $n = 50$ :

$x_i$	1	2	3	4
$n_i$	10	9	8	$n_4$

Тогда  $n_4$  равно...

1. 7

2. 50

3. 23

4. 24

**Задание 8.** Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины (в мм): 4; 5; 8; 9; 11. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

1. 7,4

2. 9,25

3. 7,6

4. 8

**Задание 9.** Мода вариационного ряда 1, 4, 4, 5, 6, 8, 9 равна...

1. 4

2. 1

3. 9

4. 5

**Задание 10.** В результате измерений некоторой физической величины одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 11, 13, 15. Тогда несмещенная оценка дисперсии измерений равна...

1. 3

2. 8

3. 4

4. 13

### **7.2.3 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.

### **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 (или ее части)	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

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

При проведении устного экзамена с оценкой обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене с оценкой не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

## **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 <sup>1</sup> экз/точек доступа	Книгообеспеченность <sup>2</sup>
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 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**

1. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

2. <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**

Учебная аудитория с большой доской и хороший мел.

## **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; 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.
Практические занятия	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.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.