

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.04  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
08.04.01 Строительство

направленность (профиль)  
Дизайн-проектирование и формирование городской среды

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	16,35	16,35
Самостоятельная работа	128	128
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.п.н., Кузнецова О.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☒

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

08.04.01 Строительство

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель Центра дизайна

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

М. С. Кузьмина

*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Высшая математика и математическое образование»

---

(протокол заседания № 2 от «12» сентября 2025 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – овладение теоретическими основами и практическими навыками моделирования; формирование личности, развитие интеллекта и способностей к логическому мышлению, развитие умения оперировать абстрактными объектами; усвоение математических методов, необходимых при моделировании процессов и явлений, поиске оптимальных решений, выборе рациональных способов и их реализации, выражении количественных и качественных соотношений между элементами технических объектов реального мира.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина:  
«Высшая математика» (уровень бакалавриата).

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Деформативность, прочность и надежность строительных систем; Методология испытаний и обработки результатов.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Знать: законы распределения, наиболее распространенные в технике и строительстве
		Уметь: проводить статистическую оценку методов распределения случайных величин в строительстве
		Владеть: навыками планирования эксперимента в строительстве, обработки статистической информации в строительстве
	ОПК-1.2 Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать: основы вероятностных методов анализа и моделирования систем в строительстве
		Уметь: строить математические модели на основе эмпирических данных в строительстве
		Владеть: математическими методами анализа конкретных данных в строительстве
	ОПК-1.3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию	Знать: методы оценки результатов моделирования, прогнозирования и принятия статистических решений в строительстве
		Уметь: проводить проверку статистических гипотез,

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	математической модели для решения задач профессиональной деятельности	использовать методы и модели прогнозирования в строительстве
		Владеть: навыками оценки результатов эксперимента, восстановления зависимостей, классификации объектов и признаков в строительстве
	ОПК-1.4 Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать: основные модели оптимизации систем в строительстве, принципы их построения
		Уметь: строить математические модели для решения типовых задач оптимизации в строительстве
		Владеть: основными методами оптимизации систем в строительстве, навыками анализа и оценки результатов моделирования при решении задач оптимизации систем в строительстве

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического моделирования	Лек	Основы вероятностных методов анализа и моделирования систем в строительстве. Статистическая оценка методов распределения случайных величин в строительстве.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического моделирования	Лек	Обработка статистической информации в строительстве.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического моделирования	Лек	Статистический анализ информации, проверка статистических гипотез.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического моделирования	Лек	Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического моделирования	Ср	Планирование эксперимента в строительстве. Определение характеристик систем массового обслуживания. Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем. Моделирование систем с использованием марковских процессов применительно к сфере строительства.	1	70	-	-	Реферат, доклад
Раздел 1. Вероятностно-статистические методы математического	Лек	Обработка статистической информации в строительстве. Статистический анализ информации, проверка статистических гипотез.	1	2	-	-	Контрольная работа № 1
Раздел 2. Математические модели оптимизации	Лек	Классификация математических моделей оптимизации. Линейные математические модели.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам
Раздел 2. Математические модели оптимизации	Лек	Специальные задачи линейного программирования. Транспортная задача.	1	2	-	-	Индивидуальная работа по вариантам
Раздел 2. Математические модели оптимизации	Ср	Оптимизационные задачи на графах. Основные понятия теории графов. Нелинейные математические модели. Методы решения задач нелинейного программирования. Задачи динамического программирования.	1	58	-	-	Реферат, доклад

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 2. Математические модели оптимизации	Лек	Характеристика оптимизационных методов и моделей в строительстве	1	2	-	-	Контрольная работа № 2
		<b>Промежуточная аттестация</b>	1	0,35			
		<b>Экзамен</b>	1	35,65			
<b>Итого:</b>				<b>180</b>			

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики» используются:

технология модульного и блочно-модульного обучения (содержание учебного материала жёстко структурировано в целях его максимального усвоения, сопровождается обязательными блоками упражнений и контроля);

технология развивающего обучения (проведение лекций, практических занятий, контрольных работ, экзамена, презентация докладов, рефератов);

технология дифференцированного обучения (предлагаются задания различного уровня сложности);

информационно-коммуникационные технологии (применение учебных электронных изданий, ресурсов сети Интернет, осуществление тестового контроля знаний учащихся).

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции, в ходе которой преподаватель излагает основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, даёт рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины «Математическое моделирование. Специальные разделы высшей математики». Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчёркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Самостоятельная работа студентов является важным видом учебной деятельности. Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

В ходе подготовки к практическим занятиям следует изучить конспекты лекций, и рекомендованную литературу, учесть рекомендации преподавателя.

На практических занятиях студенты решают задачи под руководством преподавателя. Практические занятия посвящены изучению наиболее важных и сложных тем учебной дисциплины и служат для закрепления изученного материала.

Важным критерием усвоения теории является умение решать задачи на пройденный материал. При решении задач нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений изучаемого курса. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать самый рациональный. Решение задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи. Решение задач определённого типа нужно продолжать до приобретения твёрдых навыков в решении.

По завершению изучения модуля преподаватель проводит контрольную работу с целью проверки и оценки знаний и умений студентов. Задания контрольной работы должны быть выполнены аккуратно, последовательно, обоснование решения и ответ обязательны в каждом задании. При выполнении контрольных работ не допускается использование мобильных устройств и гаджетов.

При подготовке к итоговой аттестации студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу, просмотреть решения основных задач, решённых самостоятельно и на практических занятиях, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	Контрольные работы №№ 1,2 Вопросы к экзамену №№ 1-60

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольная работа № 1

(наименование оценочного средства)

**Тема** «Моделирование технических систем с использованием случайных процессов»

#### Вариант 1

1. К опасному перегреву двигателя приводят дефекты: АЗ – неисправность термостата, А2 – подтекание воды из радиатора, А1 – большое отложение слоя накипи на стенках.

Описать события:

В – ни одного дефекта во время работы двигателя; С – только один дефект;

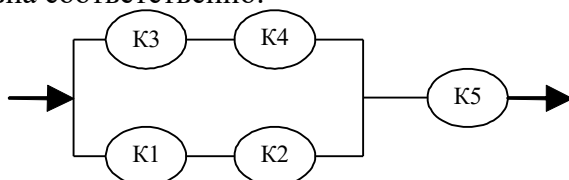
Д – три дефекта; Е – только два дефекта; Ф – хотя бы один дефект;

У – хотя бы два дефекта; К – не более двух дефектов.

2. В январе ВАЗ отгрузил М автомобилей марки 0101 и N автомобилей марки 0111.

Получена информация о том, что в пути следования повреждены два автомобиля. Какова вероятность, что повреждены автомобили разных марок?

3. Элементы электрической цепи соединены, как показано на рисунке, и работают независимо друг от друга. Вероятность безотказной работы за некоторый промежуток времени равна соответственно:



K1	K2	K3	K4	K5
0,8	0,8	0,8	0,8	0,9

Оценить вероятность безотказной работы электрической цепи за указанный промежуток времени Т.

4. Первое орудие 4-орудийной батареи пристреляно так, что вероятность попадания равна 0,3; остальные три орудия соответственно вероятность попадания 0,2. Для поражения цели достаточно одного попадания. Два орудия произвели одновременно по выстрелу, в результате чего цель была поражена. Найти вероятность того, что первое орудие стреляло.

5. Производятся последовательные независимые испытания 4-х приборов на надежность. Каждый прибор испытывается только в том случае, если предыдущий оказался ненадежный. Вероятность выдержать испытание для каждого прибора – 0,9. X – число испытанных приборов.

- Построить ряд и многоугольник распределения случайной величины X.
- Найти числовые характеристики  $M(X)$ ,  $D(X)$ .
- Вычислить:  $P(|X - M(X)| < 0,1)$ .
- Найти Функции распределения  $F(x)$  и построить ее график.

6. Плотность вероятностей величины X.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ A \sin x, & 0 < x \leq \pi/2 \\ 0, & x > \pi/2 \end{cases}$$

- Найти коэффициент А и построить график  $f(x)$ .
- Написать функцию распределения и построить ее график.
- Найти числовые характеристики  $M(X)$ ,  $\sigma(X)$ .
- $P(|X - M(X)| < \pi/8)$ ?

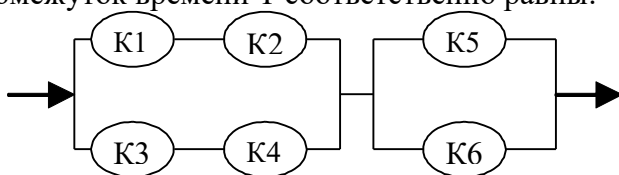
## Вариант 2

1. Куплено три билета денежно-вещевой лотереи. Рассмотрим события:  $A_1$  – выигрыш на первый купленный билет;  $A_2$  – выигрыш на второй купленный билет;  $A_3$  – выигрыш на третий купленный билет. Описать события: В – ни одного выигрыша; С – только один выигрыш; Д – три выигрыша; Е – только два выигрыша; Ф – хотя бы один выигрыш; У – хотя бы два выигрыша; К – не более двух выигрышей.

2. В лотерее 100 билетов, среди них один выигрыш в 50 руб., 3 выигрыша по 25.,6 выигрышей по 10 руб., и 15 выигрышей по 3 руб. Некто покупает один билет. Найти вероятность:

- а) выиграть не менее 25 руб.;
- б) выиграть не более 25 руб.

3. Элементы участка электрической цепи соединены, как показано на рисунке, и работают независимо друг от друга. Вероятности безотказной работы элементов за некоторый промежуток времени Т соответственно равны:



K1	K2	K3	K4	K5	K6
0,8	0,8	0,8	0,8	0.9	0.9

Оценить вероятность безотказной работы электрической цепи за указанный промежуток времени Т.

4. Первое орудие 4-х орудийной батареи пристреляно так, что вероятность попадания равна 0,3; остальные три орудия соответственно вероятность попадания 0,2. Для поражения цели достаточно одного попадания. Два орудия произвели одновременно по выстрелу, в результате чего цель была поражена. Найти вероятность того, что первое орудие стреляло.

5. Техническое устройство состоит из трех независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,1. X – число отказавших элементов в одном опыте.

- Построить ряд и многоугольник распределения случайной величины X.
- Найти числовые характеристики  $M(X)$ ,  $\sigma(X)$ .
- Записать функцию распределения  $F(x)$  и построить ее график.
- Вычислить  $P(|X - M(X)| < 1)$ .

6. Задана функция плотности вероятностей непрерывной случайной величины X.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ A(4x - x^3), & 0 < x \leq 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

- Найти коэффициент A и построить график.
- Написать функцию распределения F(x).
- Найти числовые характеристики M(x),  $\sigma(x)$ , P(|X - M(X)| < 1).

#### Процедура оценивания:

1. Контрольная работа является формой промежуточного контроля качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом.
2. Контрольная работа проводится в форме письменного решения представленных заданий.
3. При оценивании преподаватель учитывает:
  - знание теоретического материала по программе;
  - выполнение всех предложенных заданий в соответствии с требованиями, которые предъявляются студенту.

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в объеме от 80 % и выше;
- оценка «хорошо», если задание выполнено в объеме от 60 % до 79 %;
- оценка «удовлетворительно», если задание выполнено в объеме от 40 % до 59 %;
- оценка «неудовлетворительно», если задание выполнено в объеме менее 40%.

### 7.2.1. Контрольная работа № 2

(наименование оценочного средства)

**Тема** «Характеристика методов и моделей в строительстве»

#### Вариант 1

1. Для сравнения организации работы на двух однотипных предприятиях, были взяты выборочные данные объемами  $n_1$  и  $n_2$  соответственно по признаку – объемы выпущенной продукции в у.е. Оценки дисперсии  $S_1^2$  и  $S_2^2$  даны ниже. Можно ли считать, что предприятия работают одинаково точно. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

$$n_1=10, n_2=15; S_1^2 = 50,2; S_2^2 = 17,4.$$

2. Для сравнения производительности работы двух однотипных отделов торговли, были взяты две соответствующие выборки объемами  $n_1$  и  $n_2$  соответственно, по которым подсчитаны выборочные характеристики:  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $S_x^2, S_y^2$ . Проверьте гипотезу о том, что производительность отделов одинакова. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

$$n_1=15, n_2=20; \bar{x} = 150,3; \bar{y} = 184,1; S_x^2 = 35,1; S_y^2 = 42,3$$

3. Ниже приведены данные о фактических объемах сбыта (в у.е.) в пяти районах. Согласуются ли эти результаты с предположением о том, что сбыт продукции в этих районах одинаков. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

Район	1	2	3	4	5
Объем сбыта	75	90	85	70	80

4. В следующих задачах для приведенных сгруппированных данных проверить гипотезу о том, что они получены из нормальной генеральной совокупности. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

Границы интервала	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	30-36	36-42
Частота	2	9	19	35	24	13	6

### Вариант 2

1. Для сравнения организации работы на двух однотипных предприятиях, были взяты выборочные данные объемами  $n_1$  и  $n_2$  соответственно по признаку – объемы выпущенной продукции в у.е. Оценки дисперсии  $S_1^2$  и  $S_2^2$  даны ниже. Можно ли считать, что предприятия работают одинаково точно. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

$n_1=16, n_2=9; S_1^2 = 85,3; S_2^2 = 170,5$ .

2. Для сравнения производительности работы двух однотипных отделов торговли, были взяты две соответствующие выборки объемами  $n_1$  и  $n_2$  соответственно, по которым подсчитаны выборочные характеристики:  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $S_x^2, S_y^2$ . Проверьте гипотезу о том, что производительность отделов одинакова. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

$n_1=20, n_2=16; \bar{x} = 189,1; \bar{y} = 143,2; S_x^2 = 50,4; S_y^2 = 60,1$

3. Ниже приведены данные о фактических объемах сбыта (в у.е.) в пяти районах. Согласуются ли эти результаты с предположением о том, что сбыт продукции в этих районах одинаков. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

Район	1	2	3	4	5
Объем сбыта	85	120	140	70	85

4. В следующих задачах для приведенных сгруппированных данных проверить гипотезу о том, что они получены из нормальной генеральной совокупности. Уровень значимости выбрать самостоятельно.

Граница интервала	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24
Частота	7	16	55	22	4	2

### Процедура оценивания:

1. Контрольная работа является формой промежуточного контроля качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом.
2. Контрольная работа проводится в форме письменного решения представленных заданий.
3. При оценивании преподаватель учитывает:
  - знание теоретического материала по программе;
  - выполнение всех предложенных заданий в соответствии с требованиями, которые предъявляются студенту.

### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в объёме от 80 % и выше;
- оценка «хорошо», если задание выполнено в объёме от 60 % до 79 %;
- оценка «удовлетворительно», если задание выполнено в объёме от 40 % до 59 %;
- оценка «неудовлетворительно», если задание выполнено в объёме менее 40%.

### 7.2.2. Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1	Планирование эксперимента.
2	Характеристика методов и моделей прогнозирования.
3	Моделирование систем с использованием марковских процессов.
4	Моделирование систем массового обслуживания.
5	Метод наибольшего правдоподобия в регрессионном анализе.
6	Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели.
7	Этапы создания имитационных моделей. Формализация объектов. Моделирующие алгоритмы.
8	Задачи нелинейного программирования. Методы решения.
9	Многокритериальные задачи оптимизации. Методы решения.
10	Задачи динамического программирования. Рекуррентное соотношение Белмана. Задача оптимальной стратегии использования оборудования.

### Краткое описание и регламент выполнения

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если в строгой последовательности изложен изученный материал, в краткой, но достаточно полной форме раскрыта суть исследуемой проблемы из различных источников, приведены соответствующие выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если суть исследуемой проблемы студентом не раскрыта (не исследована);

### 7.2.3. Комплект заданий по индивидуальной работе

#### Тема 1. «Статистическая обработка экспериментальных данных»

Индивидуальные задания по теме

Проведены 100 независимых измерений непрерывной случайной величины (сл.в.)  $X$ , результаты которых приведены ниже. Имея в виду, что грубые ошибки измерений исключены, выполнить статистическую обработку экспериментальных данных, то есть:

- построить статистический интервальный ряд распределения;
- по полученному интервальному ряду построить эмпирические кривые: гистограмму, кумуляту (или эмпирическую функцию распределения);
- определить точечные оценки математического ожидания, среднего квадратического отклонения, коэффициента асимметрии и эксцесса.
- построить интервальные ряды и оценки числовых характеристик, взяв количество частичных интервалов  $l = 7, 8, 10, 12$ . По полученным данным построить гистограммы и найти значение  $l$ , при котором получается наиболее «удачный» интервальный ряд.

#### Варианты с опытными данными

##### Вариант 1

2,1	1,9	2,6	2,2	2,4	2,5	2,5	2,1	2,5	2,6
1,8	2,4	2,6	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,2	2,5
2,4	2,5	2,4	2,4	2,6	2,3	2,6	2,9	2,4	2,6
2,6	2,4	2,6	2,4	2,6	2,9	2,4	2,5	2,7	2,2
2,5	2,6	2,7	3,0	2,4	2,4	2,5	2,7	2,3	2,4
2,6	2,7	2,3	2,4	2,6	2,7	2,4	2,3	2,8	2,3
2,2	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,3	2,7	2,5
2,3	2,4	2,5	2,5	2,8	3,2	2,4	2,3	2,7	2,4

2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	2,4	2,7	2,2	2,4	2,5
2,3	2,2	2,2	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,7	2,9

#### Вариант 2

2,8	2,4	2,5	2,6	2,1	2,3	2,3	2,8	2,4	2,8
2,7	2,5	2,4	2,1	2,6	2,3	2,6	2,4	2,5	2,3
2,4	2,5	2,6	2,3	2,5	2,6	2,5	2,3	2,3	2,9
2,4	2,4	1,8	1,7	2,3	2,5	2,3	2,7	2,7	2,7
2,7	2,4	2,4	2,4	2,8	2,7	2,8	2,0	2,7	3,0
2,5	3,2	2,6	2,1	2,5	2,5	3,0	2,4	2,4	2,3
2,4	2,3	2,6	2,4	2,4	2,7	2,0	3,4	2,3	2,2
2,6	2,8	2,7	2,6	2,5	2,8	2,2	2,5	2,4	2,7
2,6	2,7	2,6	2,1	2,5	2,1	2,4	2,8	2,8	2,2
1,7	3,6	2,4	2,7	2,5	2,7	3,6	2,9	2,9	2,6

### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

### Тема 2. «Вычисление статистических характеристик случайных величин по опытным данным»

Индивидуальные задания по теме

Для данных части «а» варианта:

- найти характеристики группированного распределения, проведя вычисления согласно разобранным примерам, все округления производить с точностью до двух знаков после запятой;
- рассчитать истинные значения характеристики  $\bar{x}, S^2, S, m_3, m_4, V, A, E$ , используя формулы (2.17)-(2.20);
- высказать предположение о возможном законе распределения.

Для данных части «б» варианта:

- построить вариационный ряд;
- вычислить оценки математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения по формулам (2.1), (2.2), (2.3).

Варианты группированных рядов

#### Вариант 1

а	интервал	4,2-4,8	4,8-5,4	5,4-6	6-6,6	6,6-7,2	7,2-7,8	7,8-8,4	8,4-9
	$n_i$	4	6	12	16	26	18	8	6
б	$X_i$ : 3,4; 4,14; 4,28; 4,06; 1,08; 3,16; 2,66; 1,74; 0,12; 3,84								

#### Вариант 2

а	интервал	5,6-6,4	6,4-7,2	7,2-8	8-8,8	8,8-9,6	9,6-10,4	10,4-11,2	11,2-12
	$n_i$	3	8	14	24	19	15	9	4

б	$X_i$ : 2,24; 0,34; 1,96; 2,74; 3,72; 3,28; 5,26; 2,02
---	--

### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

## Тема 3. Построение эмпирических законов распределения по результатам экспериментальных данных

Индивидуальные задания по теме

Расчеты производить по вариантам, приведенным в практической работе № 2. Все вычисления производить с округлением до двух знаков после запятой.

Для опытных данных части «а» варианта:

- заполнить таблицу 3.1;
- построить полигон накопленных частот;
- изобразить гистограмму, предположить закон распределения;
- осуществить выравнивание эмпирического закона;
- определить графически значение выборочного среднего и оценку среднего квадратичного отклонения.

Для данных части варианта «б»:

- подсчитать значения эмпирической функции распределения и построить её график.

### Варианты группированных рядов

#### Вариант 1

а	интервал	4,2-4,8	4,8-5,4	5,4-6	6-6,6	6,6-7,2	7,2-7,8	7,8-8,4	8,4-9
	$n_i$	4	6	12	16	26	18	8	6
б	$X_i$ : 3,4; 4,14; 4,28; 4,06; 1,08; 3,16; 2,66; 1,74; 0,12; 3,84								

#### Вариант 2

а	интервал	5,6-6,4	6,4-7,2	7,2-8	8-8,8	8,8-9,6	9,6-10,4	10,4-11,2	11,2-12
	$n_i$	3	8	14	24	19	15	9	4
б	$X_i$ : 2,24; 0,34; 1,96; 2,74; 3,72; 3,28; 5,26; 2,02								

### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

#### Тема 4. Оценка согласия теоретического и эмпирического распределений по критерию $\chi^2$

Индивидуальные задания по теме

Расчет производить по опытным данным, представленным в практической работе № 2, согласно варианту.

Для данных части «а» варианта:

- проверить соответствие нормальному закону по критерию  $\chi^2$ , используя подсчитанные в практической работе № 2 оценки  $a$  и  $\sigma$  (вычисления вести с двумя знаками после запятой).

Варианты группированных рядов

Вариант 1

a	интервал	4,2-4,8	4,8-5,4	5,4-6	6-6,6	6,6-7,2	7,2-7,8	7,8-8,4	8,4-9
	$n_i$	4	6	12	16	26	18	8	6
б	$X_i$ : 3,4; 4,14; 4,28; 4,06; 1,08; 3,16; 2,66; 1,74; 0,12; 3,84								

Вариант 2

a	интервал	5,6-6,4	6,4-7,2	7,2-8	8-8,8	8,8-9,6	9,6-10,4	10,4-11,2	11,2-12
	$n_i$	3	8	14	24	19	15	9	4
б	$X_i$ : 2,24; 0,34; 1,96; 2,74; 3,72; 3,28; 5,26; 2,02								

#### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

#### Тема 5. Построение интервальных оценок числовых характеристик случайной величины по опытным данным

Индивидуальные задания по теме

Расчет производить по опытным данным, представленным в практической работе № 2, согласно варианту.

Для данных части «а» варианта:

- оценить точность подсчета математического ожидания с помощью  $\bar{x}$  (надежность 0,95);
- указать точность оценки дисперсии  $S^2$  (доверительная вероятность 0,90);
- найти доверительные границы для вероятности появления значений случайной величины, больших верхней границы интервала, содержащего  $\bar{x}$  ( $1-\alpha=0,95$ ).

Для данных части «в» варианта:

- построить доверительный интервал для математического ожидания  $a$  (доверительную вероятность принять равной 0,95), имея в виду, что выборка осуществлена из значений нормальной случайной величины;
- построить доверительный интервал для дисперсии и среднего квадратичного отклонения (надежность 0,90);



- построить доверительный интервал для вероятности появления значений случайной величины, больших выборочного среднего ( $1-\alpha=0,95$ ).

#### Варианты группированных рядов

##### Вариант 1

a	интервал	4,2-4,8	4,8-5,4	5,4-6	6-6,6	6,6-7,2	7,2-7,8	7,8-8,4	8,4-9
	$n_i$	4	6	12	16	26	18	8	6
б	$X_i$ : 3,4; 4,14; 4,28; 4,06; 1,08; 3,16; 2,66; 1,74; 0,12; 3,84								

##### Вариант 2

a	интервал	5,6-6,4	6,4-7,2	7,2-8	8-8,8	8,8-9,6	9,6-10,4	10,4-11,2	11,2-12
	$n_i$	3	8	14	24	19	15	9	4
б	$X_i$ : 2,24; 0,34; 1,96; 2,74; 3,72; 3,28; 5,26; 2,02								

#### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

#### Тема 6. Математическое моделирование процесса на основе регрессионного анализа

Индивидуальные задания по теме

1. Написать по данной матрице планирования  $X$  и матрице значений выходного параметра  $Y$  линейную математическую модель процесса:

$$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2.$$

Для этого:

- внести в расчетную таблицу 6.1 данные своего варианта – матрицы  $X$  и  $Y$ ;
  - вычислить элементы матрицы  $\tilde{Y}$ ;
  - произвести расчеты в таблице 6.1 и, используя необходимые суммы, выписать матрицы  $X^T \cdot X$  и  $X^T \cdot \tilde{Y}$ ;
  - найти обратную матрицу  $(X^T \cdot X)^{-1}$ ;
  - вычислить по формуле (6.2) искомые коэффициенты  $a_i$ ;
  - написать уравнение линейной модели.
2. Провести статистический анализ полученного уравнения математической модели:
    - проверить с помощью критерия Кохрена гипотезу об однородности дисперсий ( $q=1\%$ );
    - проверить с помощью критерия Стьюдента гипотезу о незначимости коэффициентов уравнения модели ( $q=1\%$ );
    - исключить из уравнения незначимые коэффициенты, а значимые – пересчитать;
    - проверить с помощью критерия Фишера гипотезу об адекватности уравнения математической модели опытным данным ( $q=1\%$ ).

Варианты опытных данных к практической работе № 6

##### Вариант 1

№		$x_0$	$x_1$	$x_2$		$y_1$	$y_2$	$y_3$
1	X	1	0	1	Y	-0,99	-1,01	-0,98
2		1	1	0		3,01	2,89	2,85
3		1	-1	0		-3,02	-2,90	-3,05
4		1	0	-1		0,96	0,80	0,90
5		1	-1	-1		-2,01	-2,02	-2,05
6		1	0	0		0,28	0,03	0,05

Вариант 2

№		$x_0$	$x_1$	$x_2$		$y_1$	$y_2$	$y_3$
1	X	1	0	1	Y	2,19	2,20	1,91
2		1	0	2		3,92	4,21	4,10
3		1	0	3		6,19	5,91	6,00
4		1	1	0		2,85	3,14	3,25
5		1	2	0		5,85	6,05	6,15
6		1	3	0		8,75	9,20	8,96

### Процедура оценивания

Практическое задание выполняется по графику, разработанному кафедрой высшей математики. Прежде чем приступить к решению задач, следует изучить методику ее выполнения, ответить на контрольные вопросы. Задания практической работы выполняются по вариантам, согласованными с преподавателем. При выполнении задания придерживаться формы, предложенной в примере. Во время защиты необходимо: уметь отвечать на теоретические вопросы, пояснять выполнение задания.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент верно выполнил все пункты практической работы и сформулировал правильные выводы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не выполнил все пункты практической работы и не сформулировал правильные выводы.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр первый

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Понятия: модель и моделирование.
2	Цели моделирования.
3	Виды моделирования.
4	Свойства моделей.
5	Формы представления моделей.
6	Понятия: математическая модель и математическое моделирование.
7	Элементы обобщенной математической модели.
8	Признаки классификации математических моделей.
9	Классификация математических моделей в зависимости от входных и выходных параметров.
10	Модели прогноза и оптимизации. Характеристика. Отличия.
11	Понятие случайной величины. Закон распределения случайной величины.
12	Определение функции распределения случайной величины. Свойства.
13	Плотность распределения непрерывной случайной величины. Свойства.
14	Математическое ожидание случайной величины. Свойства.
15	Дисперсия и среднее квадратическое отклонение случайной величины. Свойства.
16	Начальные и центральные моменты случайной величины.
17	Коэффициент асимметрии и эксцесс.
18	Биномиальное распределение. Примеры.
19	Равномерное распределение. Примеры.
20	Показательное распределение. Примеры.
21	Нормальное распределение. Примеры.
22	Вероятность отклонения нормально распределенной случайной величины. Правило трех сигм.
23	Первичная обработка экспериментальных данных. Статистический ряд распределения.
24	Выборочные аналоги интегральной и дифференциальной функций распределения. Полигон и гистограмма.
25	Эмпирические характеристики случайной величины – среднее, дисперсия, стандартное отклонение.
26	Понятие о точечной оценке числовой характеристики случайной величины. Свойства точечной оценки.
27	Понятие об интервальной оценке числовой характеристики случайной величины.
28	Интервальные оценки параметров нормального распределения.
29	Понятие статистической гипотезы. Основная и альтернативная гипотезы. Примеры.
30	Основные этапы проверки статистических гипотез. Понятия: уровень значимости, критическая область.
31	Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения.
32	Проверка гипотезы о числовом значении дисперсии нормального распределения.
33	Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных распределений.
34	Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных распределений.
35	Проверка гипотезы о модели закона распределения. Критерий согласия Пирсона.

№ п/п	Вопросы к экзамену
36	Понятие функциональной, стохастической и корреляционной зависимости. Функция регрессии.
37	Выборочное корреляционное отношение. Его свойства.
38	Выборочный коэффициент корреляции. Его свойства.
39	Метод наименьших квадратов. Основные предпосылки МНК.
40	Линейное уравнение регрессии. Оценка параметров уравнения.
41	Смысл выборочного коэффициента корреляции, его значимость.
42	Проверка гипотезы о значимости линейного уравнения регрессии.
43	Задачи линейного программирования. Примеры.
44	Общая и основная задачи линейного программирования. Каноническая форма задачи линейного программирования.
45	Геометрическое истолкование задачи линейного программирования.
46	Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
47	Специальные задачи линейного программирования. Построение транспортной модели.
48	Сбалансированные и несбалансированные транспортные модели.
49	Определение начального плана транспортировок: метод «северо-западного угла», метод минимального элемента.
50	Метод потенциалов отыскания оптимального плана транспортной задачи.
51	Экономические задачи, сводящиеся к транспортным моделям.
52	Задача о назначениях.
53	Венгерский метод решения задачи о назначениях.
54	Нелинейные оптимизационные модели. Примеры.
55	Геометрическое истолкование задачи нелинейного программирования.
56	Метод Лагранжа решения задачи нелинейного программирования.
57	Динамическое программирование, постановка задачи.
58	Составление математической модели динамического программирования.
59	Этапы решения задачи динамического программирования.
60	Выбор оптимальной стратегии замены оборудования как задачи динамического программирования.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	экзамен	«отлично»	Студент ответил на теоретические вопросы билета и правильно решил задачу
		«хорошо»	Студент ответил на теоретические вопросы билета, но решил задачу с ошибками или недочетами
		«удовлетворительно»	Студент ответил только на один вопрос билета и правильно решил задачу
		«неудовлетворительно»	Студент не ответил на вопросы билета и не решил задачу

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Смирнов В. А.	Математическое моделирование в машиностроении в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / В. А. Смирнов. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. – 362 с.	Учебное пособие	2020	1
2	Чемодуров В. Т.	Физическое и математическое моделирование строительных систем : учебное пособие / В. Т. Чемодуров, Э. В. Литвинова. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 196 с.	Учебное пособие	2021	ЭБС znanium.com
3	Губарь Ю. В.	Введение в математическое программирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. - 3-е изд., (электронное). - Москва : ИНТУИТ : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 225 с.	Учебное пособие	2021	ЭБС IPRbooks.ru

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Самарский А. А.	Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры : [учеб. пособие] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2002. - 316 с.	Учебное пособие	2002	2
2	Зарубин В. С.	Математическое моделирование в технике : учеб. для студентов техн. вузов / В. С. Зарубин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - 2-е изд., стер. ; гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 495 с.	Учебник	2003	1
3	Ашихмин В. Н.	Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для вузов / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.]. - Гриф МО. - Москва : Логос, 2004. - 439 с.	Учебное пособие	2004	1

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. Philadelphia : Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. - Netherlands : Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398
2	Office Standart	1398

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-212)	Стол моноблоки трехместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-203)	Переносной проектор, экран, Столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная) - ПК с выходом в сеть Интернет.