




МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Факультет архитектуры и градостроительного развития

УТВЕРЖДЕНО

Факультет архитектуры и градостроительного  
развития

Деканом  Назарова Марина Петровна  
02.11.2023г.

## Математическое моделирование

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве**  
Учебный план 09.04.02 Информационные системы и технологии  
Магистерская программа **Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве**  
Квалификация **магистр**  
Срок обучения **2 года**

Форма обучения **очная**  
Виды контроля в семестрах: **экзамен**

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	1(1.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	12	12	12	12
Лабораторные	24	24	24	24
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36,35	36,35	36,35	36,35
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	144	144	0	0

# ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Ерещенко Т.В. ктн



Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Математическое моделирование**

Разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 917)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.02 Информационные системы и технологии

Магистерская программа: Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве

Утвержденного учёным советом вуза протоколом №6 от 31.01.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве**

Протокол №2 от 12.10.2023 г.

Зав. кафедрой Парыгин Данила Сергеевич

СОГЛАСОВАНО НМС ВОЛГГТУ:

Протокол заседания НМС от 20.12.2023 г. №4

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>	
Цель дисциплины: формирование представлений об математических моделях и математическом моделировании.	
Задачи освоения дисциплины - умение проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата, использования математических моделей при моделировании процессов в конструкциях и системах; приобретение умений и навыков в применении компьютерных методов реализации моделей.	

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Дисциплина «Математическое моделирование» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», относящиеся к базовой части программы и является обязательной к изучению. Дисциплина «Математическое моделирование» базируется на знаниях, умениях и навыках приобретенных обучающимися на предыдущей ступени обучения. К ним относятся: основные положения теории интегралов, теории функций нескольких переменных; базовые понятия и основные приёмы матричной алгебры; основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений; основные методы решения экстремальных задач; основные принципы обработки данных.
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная практика, научно-исследовательская работа
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>	
<b>ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;</b>	
<i>ОПК-1.1: Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности</i>	
Результаты обучения: Знает фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ, основные статистические распределения; основные математические приемы формализации основных фундаментальных законов для построения математических моделей Умеет осуществлять выбор фундаментального закона, описывающего изучаемый процесс или явление; Владеет приемами формального описания изучаемого процесса или явления на основе выбранного фундаментального закона	
<i>ОПК-1.2: Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний</i>	
Результаты обучения: Знает основные математические модели, применяемые для описания изучаемого процесса или явления; Умеет составлять математические модели, описывающие изучаемый процесс или явление, выбирать и обоснование граничные и начальные условия; Владеет математическим аппаратом и компьютерными технологиями для построения математических моделей.	
<i>ОПК-1.3: Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</i>	
Результаты обучения: Знает формулы расчета дисперсии воспроизводимости и дисперсии адекватности. Умеет проводить оценку адекватности результатов моделирования формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности; Владеет математическими методами оценки адекватности результатов моделирования.	

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Цель и задачи математического моделирования.			
1.1	Роль и место моделирования в исследованиях. /Тема/	1	0	
1.1.1	Тема 1. Определение моделирования. Определение модели. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.1.2	Подготовка к текущему контролю успеваемости в виде контрольного опроса /Ср/	1	6	Ко, Эк

1.2	Непрерывные случайные величины. Основные распределения, их числовые характеристики. /Тема/	1	0	
1.2.1	Проведение статистического анализа экспериментальных данных. Построение гистограммы и полигона. Эмпирическая функция распределения. /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.2	Непрерывные случайные величины. Основные распределения, их числовые характеристики. /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.2.3	Точечное оценивание параметров распределения. Оценка параметров выборки. Методы нахождения оценок. Оценка параметров генеральной совокупности по собственно-случайной выборке /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.4	Расчет числовых характеристик случайных величин. Выборочные распределения. Интервальное оценивание параметров распределения. /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.5	Проверка статистических гипотез. Критерии значимости /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.6	Подготовка к выполнению и отчету лабораторных работ /Ср/	1	20	Ко, Эк
1.2.7	Определение коэффициентов эмпирического уравнения регрессии в случае линейной однофакторной зависимости /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.8	Определение коэффициентов эмпирического уравнения регрессии в случае нелинейной однофакторной зависимости /Лаб/	1	2	РГР, Э
1.2.9	Определение уравнения множественной регрессии. МНК /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.10	Выборка. Проверка статистических гипотез. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Линейная регрессия со сгруппированными данными /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.2.11	Получение линейного уравнения регрессии по данным эксперимента /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.12	Расчет модели со взаимодействиями /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.2.13	Подготовка к текущему контролю успеваемости в виде контрольного опроса /Ср/	1	6	РГР, Ко
1.2.14	Выполнение расчетно-графической работы /Ср/	1	14	РГР, Эк
1.3	Теория подобия /Тема/	1	0	
1.3.1	Теория подобия и системы единиц физических величин. Специальные разделы высшей математики /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.3.2	Подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	1	6	РГР, Ко
1.4	Планирование эксперимента /Тема/	1	0	
1.4.1	Планирование эксперимента. Основные определения. Параметры оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Факторы. Выбор модели /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.4.2	Полный факторный эксперимент /Лек/	1	2	Ко, Эк
1.4.3	Выбор факторов, основного уровня, составление матрицы планирования. Расчет дисперсии воспроизводимости /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.4.4	Оценка воспроизводимости эксперимента /Лаб/	1	2	РГР, Эк
1.4.5	Проведение многофакторного эксперимента. Проверка адекватности модели	1	2	РГР, Эк
1.4.6	Подготовка к текущему контролю успеваемости в виде контрольного опроса /Ср/	1	6	Ко, Эк
1.4.6	Выполнение расчетно-графической работы /Ср/	1	14	РГР, Эк
1.5	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	1	35,65	
2	<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>			
2.1	Экзамен /Тема/	1	0	
2.1.2	Контактная работа на аттестацию /КоРа/	1	0,35	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП- отчет по практике.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины и показатели их оценивания:

ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

ОПК-1.1: Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности. Раздел 1.1-1.4 содержания дисциплины, оценочными средствами являются расчетно-графическая работа, контрольный опрос, экзамен.

ОПК-1.2: Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний. Раздел 1.1-1.4 содержания дисциплины, оценочными средствами являются расчетно-графическая работа, контрольный опрос, экзамен.

ОПК-1.3: Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте. Раздел 1.1-1.4 содержания дисциплины, оценочными средствами являются расчетно-графическая работа, контрольный опрос, экзамен.

Оценочными средствами по дисциплине являются: контрольный опрос, расчетно-графическая работа, экзамен.

Оценочное средство «Контрольный опрос» – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающегося по дисциплине.

Оценочное средство «Расчетно-графическая работа» - средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Оценочное средство «Экзамен» – средство контроля для оценки окончательных результатов обучения по дисциплине.

Критерии шкала оценивания по оценочному средству «Контрольный опрос»

9-10 Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.

7-8 Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа

5-6 Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно

0-4 Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «расчетно-графическая работа»

18-20 расчетно-графическая работа выполнена на высоком уровне (работа выполнена без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

14-17 расчетно-графическая работа выполнена на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

10-13 расчетно-графическая работа выполнена на удовлетворительном уровне (работа в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев)

0-9 расчетно-графическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (работа отсутствует, выполнена с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %)

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Экзамен»

35-40 Продemonстрировано уверенное владение материалом теоретического курса, студент разбирается в категориальном аппарате дисциплины, владеет научными терминами, может их использовать в ответе, показывает глубину знаний, критерий отражен полностью (ответы на 90-100% правильные).

27-34 Продemonстрировано хорошее владение материалом теоретического курса, студент разбирается в категориальном аппарате дисциплины, владеет научными терминами, может их использовать в ответе, показывает глубину знаний, критерий отражен частично (ответы на 70-89 % правильные).

20-26 Продemonстрировано удовлетворительное владение материалом теоретического курса, студент имеет общее представление о тематике дисциплины, умеет различать и пояснять основные понятия. В категориальном аппарате дисциплины разбирается слабо (ответы на 50 – 69 % правильные).

менее 20 Ответ студента демонстрирует слабые знания теоретического курса или полное их отсутствие (ответы правильные менее, чем на 50 %).

Контрольный опрос проводится четыре раза в течение семестра на лабораторных работах.

Примеры тем по оценочному средству «Контрольный опрос»:

1. Место моделирования среди методов познания (ОПК1.1)
2. Определение модели. (ОПК1.1)
3. Свойства моделей. (ОПК1.1)
4. Цели моделирования. (ОПК1.1)
5. Классификация моделей. (ОПК1.1)
6. Материальное моделирование (ОПК1.1)
7. Идеальное моделирование. (ОПК1.1)
8. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. (ОПК1.1)
9. Классификация математических моделей. (ОПК1.1)
10. Основные распределения и их числовые характеристики. (ОПК1.1)
11. Числовые характеристики случайных величин (ОПК1.1)
12. Статистический анализ экспериментальных данных. (ОПК1.3)
13. Точечное оценивание параметров распределения. (ОПК1.1)
14. Проверка статистических гипотез. (ОПК1.3)
15. Критерии значимости (ОПК1.1)
16. Постановка задачи интерполирования. Линейная интерполяция (ОПК1.1)
17. Интерполяция многочленом и сплайнами. Погрешность интерполяции. Реализация в MathCAD (ОПК1.2)
18. Обработка данных, полученных экспериментально. Метод наименьших квадратов. (ОПК1.2)
19. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению (ОПК1.2)
20. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии нормального распределения заданному значению. (ОПК1.2)
21. Сравнение двух дисперсий нормально распределенных признаков. (ОПК1.2)
22. Сравнение нескольких дисперсий нормально распределенных признаков
23. Сравнение двух средних в случае независимых нормально распределенных признаков(ОПК1.2)
24. Сравнение двух средних в случае зависимых нормально распределенных признаков(ОПК1.2)
25. Основные задачи корреляционного и регрессионного анализа(ОПК1.2)
26. Определение коэффициентов эмпирического уравнения регрессии в случае линейной однофакторной зависимости (ОПК1.2)
27. Цель и этапы эксперимента (ОПК1.3)
28. Выбор факторов (ОПК1.3)
29. Выбор основного уровня и интервалов варьирования (ОПК1.3)
30. Полный факторный эксперимент типа 2k (ОПК1.3)
31. Модели с взаимодействиями (ОПК1.3)
32. Расчет дисперсии воспроизводимости (ОПК1.3)
33. Проверка адекватности эмпирического уравнения регрессии (ОПК1.3)

Оценочное средство «Расчетно-графическая работа» (ОПК1.1 - ОПК1.3)

Для каждой задачи в соответствии с вариантом выбрать параметры оптимизации. Выбрать факторы. Составить матрицу полного факторного эксперимента конкретной задачи и получить линейное уравнение регрессии.

Вариант 1.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 20 20 20 20

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 2.

x1 -1 +1 -1 +1 -1 +1

x2 -1 -1 +1 +1 -1 -1

y 2 3 4 5 5 2

Вариант 3.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 20 20 20 20

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 4.

x1 60 40 60 40 60 40 60 40

x2 20 20 80 80 20 20 80 80

x3 20 20 20 20 10 10 10 10

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 5.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 40 40 40 40

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 6.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 20 20 20 20

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 7.

x1 -1 +1 -1 +1 -1 +1

x2 -1 -1 +1 +1 +1 -1

y 2 3 4 5 5 2

Вариант 8.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 20 20 20 20

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Вариант 9.

x1 60 40 60 40 60 40 60 40

x2 20 20 80 80 20 20 80 80

x3 20 20 20 20 10 10 10 10

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Для следующих вариантов:

1) определить, являются ли приведенные данные результатами ПФЭ в кодированных или натуральных переменных;

2) получить линейное уравнение регрессии в кодированных и натуральных переменных

Вариант 1.

x1 -1 +1 -1 +1

x2 -1 +1 +1 -1

y 2 3 4 5

Вариант 2.

x1 20 20 40 40 20 20 40 40

x2 10 30 10 30 10 30 10 30

y 4 6 8 10 6 6 8 8

Вариант 3.

x1 20 40 20 40 20 40

x2 0 0 0 20 20 20

y 2 3 4 5 6 7

Вариант 4.

x1 20 20 40 40 20 20 40 40

x2 10 30 10 30 10 30 10 30

y 4 6 8 10 4 4 8 8

Вариант 5.

x1 20 40 20 40 20 40

x2 0 0 0 30 30 30

y 2 3 4 5 6 7

Вариант 6.

x1 -1 +1 -1 +1

x2 -1 +1 +1 -1

y 2 3 4 5

Вариант 7.

x1 20 20 40 40 20 20 40 40

x2 10 30 10 30 10 30 10 30

y 4 6 8 10 6 6 8 8

Вариант 8.

x1 20 40 20 40 20 40

x2 0 0 0 20 20 20

y 2 3 4 5 6 7

Вариант 9.

x1 20 20 40 40 20 20 40 40

x2 10 30 10 30 10 30 10 30

y 4 6 8 10 4 4 8 8

Пример выполнения задания:

Проводится ПФЭ 2<sup>3</sup> для установления зависимости отклика от указанных факторов. Требуется получить линейное уравнение регрессии.

X1 60 40 60 40 60 40 60 40

X2 20 20 80 80 20 20 80 80

X3 0 0 0 0 10 10 10 10

y 2 3 4 5 4 5 8 7

Решение. Проведено N различных опытов. Имеем ПФЭ 2<sup>3</sup> в натуральных переменных без дублирования опытов. Определим центр плана и интервалы варьирования факторов.

Переходим от натуральных переменных к кодированным.

Запишем результаты эксперимента в таблицу

Таблица

Номер опыта  $x_0$   $x_1$   $x_2$   $x_3$   $y$

1 + + - - 2

2 + - - - 3

3 + + + - 4

4 + - + - 5

5 + + - + 4

6 + - - + 5

7 + + + + 8

8 + - + + 7

Определим коэффициенты линейного уравнения регрессии в кодированных переменных.

Итак, линейное уравнение регрессии в кодированных переменных принимает вид:

В натуральных переменных

Ответ: Линейное уравнение регрессии в натуральных переменных имеет вид

Пример выполнения задания

Получить линейное уравнение регрессии по данным результатам эксперимента. Сделать вывод о значимости факторов.

Таблица

$x_1$  -1 +1 -1 +1 -1 +1

$x_2$  -1 -1 +1 +1 +1 -1

$y$  2 3 4 5 5 2

Решение. Эксперимент двухфакторный. Проведено 6 опытов, из них 4 различных. Это результаты ПФЭ типа 2<sup>2</sup> в кодированных переменных с неравномерным дублированием опытов. В этом случае составляем систему нормальных уравнений. Для линейного уравнения регрессии с двумя факторами эта система имеет вид

Для вычисления необходимых сумм составим таблицу, в которой будут учтены все 6 опытов (см табл. ниже).

Таблица

Номер опыта  $x_1$   $x_2$   $y$

1 -1 -1 2 1 +1 -2 1 -2

2 +1 -1 3 1 -1 3 1 -3

3 -1 +1 4 1 -1 -4 1 4

4 +1 +1 5 1 +1 5 1 5

5 -1 +1 5 1 -1 -5 1 5

6 +1 -1 2 1 -1 2 1 -2

Запишем систему нормальных уравнений

Следовательно, линейное уравнение регрессии имеет вид

Ответ: Линейное уравнение регрессии имеет вид Наиболее значимым является второй фактор

Запишем систему нормальных уравнений. Определим искомые параметры. Делаем вывод о виде уравнения регрессии

Ответ: Линейное уравнение регрессии имеет вид Наиболее значимым является второй фактор.

Требования к оформлению РГР:

РГР выполняется в течение семестра согласно варианта задания. Отчет оформляется либо в электронном виде, либо в виде рукописного текста с последующим выкладыванием в ЭИОС в формате \*.pdf в случае дистанционной сдачи.

В рамках изучаемой дисциплины студент может демонстрировать следующие уровни овладения компетенциями.

Повышенный уровень: обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий.

Оценка промежуточной аттестации (экзамен): 5 (отлично) – 90 баллов и более.

Базовый уровень: обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий.

В рамках данной дисциплины используются следующие критерии оценки знаний студентов.

Отлично

Обучающийся демонстрирует:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;
- умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Хорошо

Обучающийся демонстрирует:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины;



- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины;

- свободное владение типовыми решениями;

- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине;

- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

- активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Удовлетворительно

Обучающийся демонстрирует:

- достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине;

- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины;

- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;

- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине;

- работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Неудовлетворительно

Обучающийся демонстрирует:

- фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине;

- неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок;

- пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.

Изучение дисциплины заканчивается сдачей студентом экзамена. Экзамен проводится устно в виде собеседования по вопросам, составленным на основе вопросов к разделам изучаемой дисциплины. Экзамен по дисциплине может проводиться в одной из двух форм – очной или дистанционной. Экзамен в дистанционной форме проводится с помощью электронной информационной образовательной среде (ЭИОС).

Независимо от формы проведения, экзамен включает предварительную часть и окончательное собеседование: при проведении экзамена студенту выдается 2 вопроса из приведенного ниже перечня. На протяжении 30 минут студент кратко (конспективно) излагает в письменной форме ответы на вопросы. После написания ответа состоится собеседование, в ходе которого преподаватель уточняет отдельные элементы ответа и делает вывод о степени сформированности компетенций студента.

Примерные вопросы, выносимые на экзамен:

1. Место моделирования среди методов познания (ОПК1.1)
2. Определение модели. (ОПК1.1)
3. Свойства моделей. (ОПК1.1)
4. Цели моделирования. (ОПК1.1)
5. Классификация моделей. (ОПК1.1)
6. Материальное моделирование (ОПК1.1)
7. Идеальное моделирование. (ОПК1.1)
8. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. (ОПК1.1)
9. Классификация математических моделей. (ОПК1.1)
10. Основные распределения и их числовые характеристики. (ОПК1.1)
11. Числовые характеристики случайных величин (ОПК1.1)
12. Статистический анализ экспериментальных данных. (ОПК1.3)
13. Точечное оценивание параметров распределения. (ОПК1.1)
14. Проверка статистических гипотез. (ОПК1.3)
15. Критерии значимости (ОПК1.1)
16. Постановка задачи интерполирования. Линейная интерполяция (ОПК1.1)
17. Обработка данных, полученных экспериментально. Метод наименьших квадратов. (ОПК1.2)
18. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению (ОПК1.2)
19. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии нормального распределения заданному значению. (ОПК1.2)
20. Сравнение двух дисперсий нормально распределенных признаков. (ОПК1.2)
21. Сравнение двух средних в случае независимых нормально распределенных признаков (ОПК1.2)
22. Сравнение двух средних в случае зависимых нормально распределенных признаков (ОПК1.2)
23. Основные задачи корреляционного и регрессионного анализа (ОПК1.2)
24. Определение коэффициентов эмпирического уравнения регрессии в случае линейной однофакторной зависимости (ОПК1.2)
25. Цель и этапы эксперимента (ОПК1.3)
26. Выбор факторов (ОПК1.3) Выбор основного уровня и интервалов варьирования (ОПК1.3)
27. Полный факторный эксперимент типа  $2^k$  (ОПК1.3)
28. Модели с взаимодействиями (ОПК1.3)
29. Расчет дисперсии воспроизводимости (ОПК1.3)
30. Проверка адекватности эмпирического уравнения регрессии (ОПК1.3)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л.1	Гмурман В. Е.	Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие	М.: Высш. шк., 1998	
Л.2	Гмурман В. Е.	Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие для студ. вузов	Москва: Высш. шк., 1998	
Л.3	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А.	Теория вероятностей и ее инженерные приложения	Москва: Наука, 1988	
Л.4	Зарубин	Моделирование: учеб. пособие для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника"	Москва: Академия, 2013	
Л.5	Тарасик В. П.	Математическое моделирование технических систем: учеб. для вузов	Москва: Новое знание, 2013	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4324">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4324</a>
Л.6	Горлач Б. А., Шахов В. Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная	Санкт-Петербург: Лань, 2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/74673#book_name">https://e.lanbook.com/book/74673#book_name</a>
Л.7	Ерещенко Т. В., Душко О. В., Чураков А. А.	Планирование эксперимента: учеб.-практ. пособие	Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2021	
Л.8	Ерещенко Т.В.	Методические указания по выполнению лабораторных работ и расчетно-графической работы по дисциплине «Математическое моделирование»	ВолгГТУ, 2023	<a href="http://dump.vstu.ru/storage/Kafiedry/ctuas/09.04.02_magistratura_Informacionnye_sisitemy_i_tehnologii/Metodicheskie_material">http://dump.vstu.ru/storage/Kafiedry/ctuas/09.04.02_magistratura_Informacionnye_sisitemy_i_tehnologii/Metodicheskie_material</a>
Л.9	Ерещенко Т.В., Рашевский Н.М.	Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентами по направлению 09.04.02 Информационные системы и технологии (программа магистратуры: Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве	ВолгГТУ, 2023	<a href="http://dump.vstu.ru/storage/Kafiedry/ctuas/09.04.02_magistratura_Informacionnye_sisitemy_i_tehnologii/Metodicheskie_material">http://dump.vstu.ru/storage/Kafiedry/ctuas/09.04.02_magistratura_Informacionnye_sisitemy_i_tehnologii/Metodicheskie_material</a>
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
6.2.1.1	Электронная информационная образовательная среда университета (eos2.vstu.ru)			
6.2.1.2	Общероссийский математический портал (www.mathnet.ru)			
6.2.1.3	Библиотека с полнотекстовыми книгами по математическому моделированию (www.math.ru)			
6.3 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	СДО "Moodle"			
6.3.1.2	Windows			
6.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC			
6.3.1.4	LibreOffice			
6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)				
6.3.2.1	ИБЦ ВолгГТУ <a href="http://library.vstu.ru/">http://library.vstu.ru/</a>			
6.3.2.2	Научная электронная библиотека			
6.3.2.3	ЭБС "Book.ru"			
6.3.2.4	ЭБС "Лань"			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
7.1	Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель на 160 посадочных мест. Компьютерное и мультимедийное оборудование: интерактивная трибуна 21,5, конференц - микрофон, клавиатура беспроводная, мультисенсорная панель 3,5-дюйма, телевизор LG LG 75" 75UR81009LK.ARUB, Ultra HD – 1 шт.
7.2	Лаборатория информационного моделирования Учебная мебель на 28 посадочных мест, учебная доска – 2 шт. Компьютерное и мультимедийное оборудование: автоматизированное рабочее место DEPO Neos DF226 – 14 шт.; стационарный компьютер RAMEC (Процессор: i5 10400, ОЗУ: 16Gb, SSD: 500 Gb, монитор Philips 242V8A) -1 шт.; интерактивная панель 55" NEC MultiSync E557Q(07DT2JBN) - 1 шт.
7.3	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся./Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (читальный зал информационно-библиотечного центра)

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по данной дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и лабораторными работами. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.

Лабораторные работы предполагают выполнение и отчет заданий по темам, рассмотренным на лекционных и закрепленных на лабораторных занятиях. Каждому лабораторному занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к лабораторным работам.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.