

Министерство просвещения РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дагестанский государственный педагогический университет»  
Факультет профессионально-педагогического образования  
Кафедра информационных технологий и экономики



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02 Дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2)**

**Б1.В.ДВ.02.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

(наименование дисциплины (модуля))

**Направление подготовки** 44.04.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

**Профиль подготовки** Компьютерные образовательные технологии

**Квалификация (степень) выпускника** Магистр

**Формы обучения:** очная; заочная

**Сроки обучения:** очно – 2 г.; заочно – 2,5 г.

Форма обучения	Курс	Семестр	Количество часов					Форма итоговой аттестации
			Трудоемкость	Лекции	Практические занятия	Промежуточный контроль	Самостоятельная работа	
Очная	2	4	72	8	12		52	Зачет
Заочная	2	4	72	4	6		62	Зачет

МАХАЧКАЛА 2022

**Зияудинов М.Д. Рабочая программа дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных». Махачкала: ДГПУ, 2022. – 18 с.**

**Рецензенты:** к.ф.-м.н., зав. кафедрой математики ДГУНХ А.Д. Назаров;  
к.пед.н., зав. кафедрой информатики и ВТ ДГПУФ.А. Эсетов

**Программа утверждена на заседаниях:**

кафедры информационных технологий и экономики (протокол № 10 от «12» мая 2022 г.)

Зав. кафедрой



Р.А. Таибова

ученого совета факультета профессионально-педагогического образования (протокол № 9 от «20» мая 2022 г.)

Председатель совета



Ф.Н. Алипханова

учебно-методического совета ДГПУ (протокол №4 от «28» июня 2022 г.)

Председатель совета



И.А.Дибиров

© ДГПУ, 2022  
© Зияудинов М.Д., 2022

## **I. Цель и задачи дисциплины**

*Цель дисциплины* – обучение магистрантов методам обработки экспериментальных данных, полученных при пассивном или активном экспериментах, а также методами планирования оптимальных экспериментов.

*Задачи дисциплины:*

- формирование систематизированных знаний в области математических методов обработки экспериментальных данных и планирования оптимальных экспериментов;
- изучение методов обнаружения и устранения грубых и прогрессирующих ошибок;
- освоение методов дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов.

## **II. Место дисциплины в структуре магистерской программы**

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана подготовки магистров по направлению 44.04.44 Профессиональное обучение

Для ее успешного освоения необходимы знания по дисциплинам «Математическое моделирование в профессиональном образовании», «История и методология педагогической науки».

Знания и умения, приобретенные в ходе изучения дисциплины необходимы для решения задач научно-исследовательской, научно-педагогической практик и магистерской диссертации.

## **III. Требования к результатам освоения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных»**

В результате освоения дисциплины у магистранта формируются компетенции:

***обязательные профессиональные (ПКО):***

- Способен организовать и провести изучение требований рынка труда и обучающихся к качеству СПО и (или) ДПО и (или) профессионального обучения (ПКО-1)
- Способен понимать сущность и значение информации в современном обществе, осознать опасности и угрозы, соблюдать основные требования информационной безопасности (ПКО-5)

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

**знать:**

- место экспериментального метода среди других методов научного познания;
- методологию эксперимента;
- математические методы обработки экспериментальных данных;

**уметь:**

- классифицировать погрешности, выявлять и отбрасывать грубые из них;
- находить погрешности прямых и косвенных измерений;
- определять потребное минимальное количество измерений;
- устанавливать эмпирические зависимости;
- оценивать степень адекватности предложенных зависимостей;

**владеть:**

- методами математической обработки экспериментальных данных.

Таблица 1

## IV. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	4-й семестр	4-й семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	20	10
в том числе:		
лекции	8	4
практические занятия	12	6
промежуточный контроль		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	52	62
Итоговая аттестация	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
в зачетных единицах	2	2

## V. Содержание дисциплины

Таблица 2

## V.1. Содержание разделов программы

№ п/п	Раздел программы	Содержание
<b>Модуль 1. Основы обработки информации и экспериментальных данных</b>		
1.1	Элементы теории измерений	Основные положения теории измерений: взаимосвязь понятий измерения и числа; физические величины и их единицы: измерительные шкалы и их типы; сравнительная информативность шкал. Погрешности прямых и косвенных измерений: случайная ошибка и ее описание; оценка истинного значения искомой величины $x$ и оценка ошибки измерения $\Delta x$ по экспериментальным данным; точность определения величины $X$ ; среднеквадратичная ошибка среднего и распределение Стьюдента; правила обработки прямого многократного измерения; оценка погрешности при косвенных измерениях
1.2	Основы обработки статистической информации	Основные понятия теории обработки статистической информации: генеральная и выборочная совокупности; повторная и бесповторная выборки; репрезентативная выборка; способы отбора; статистическое распределение выборки; эмпирическая функция распределения; полигон и гистограмма. Статистические оценки параметров распределения: несмещенные, эффективные и состоятельные оценки; генеральная средняя; выборочная средняя; групповая и общая средние; генеральная дисперсия; выборочная дисперсия; формула для вычисления дисперсии; сложение дисперсий; доверительные интервалы; метод наибольшего правдоподобия. Статистическая проверка гипотез: принцип практической уверенности; статистическая гипотеза и общая схема ее проверки; проверка гипотез о равенстве средних двух и более совокупностей; проверка гипотез о равенстве долей признака в двух и более совокупностях; проверка гипотез о равенстве дисперсий двух и более совокупностей; проверка гипотез о числовых значениях параметров; построение теоретического закона распределения по опытным данным; проверка гипотез о законе распределения; проверка гипотез об однородности выборок; понятие о проверке гипотез методом последовательного анализа
1.3	Анализ методов обработки экспериментальных данных	Классические методы: метод моментов; метод классического правдоподобия; метод наименьших квадратов. Непараметрические методы. Робастные методы: основные понятия и обозначения; качественный и количественный подходы к определению робастных процедур; функция влияния и числовые характеристики робастности оценок; связи между различными понятиями робастности оценок; оценки типа максимального правдоподобия. Методы теории нечетких множеств: примеры обычных и нечетких множеств; множества $\alpha$ – уровня; методы построения функций принадлежности; меры нечеткости множества; отношение включения нечетких множеств; операции

		над нечеткими множествами; нечеткие числа; нечеткие бинарные отношения и соответствия; лингвистическая переменная; нечеткие булевы переменные
<b>Модуль 2. Анализ информации и планирование экспериментов</b>		
2.1	Статистический анализ информации	Задачи предварительной обработки экспериментальных данных: отсев грубых промахов наблюдений; доверительная оценка истинного значения измеряемой величины; проверка соответствия распределения результатов измерений закону нормального распределения. Исключение грубых ошибок измерений. Анализ прогрессирующих ошибок измерения
2.2	Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы	Дисперсионный анализ: однофакторный дисперсионный анализ; общая, факторная и остаточная суммы квадратов отклонений; связь между общей, факторной и остаточной суммами; общая, факторная и остаточная дисперсии; сравнение нескольких средних методом дисперсионного анализа; неодинаковое число испытаний на различных уровнях; понятие о двухфакторном дисперсионном анализе. Корреляционный анализ: функциональная, статистическая и корреляционная зависимости; линейная парная регрессия; коэффициент корреляции; основные положения корреляционного анализа; проверка значимости и интервальная оценка параметров связи; корреляционное отношение и индекс корреляции; понятие о многомерном корреляционном анализе; множественный и частный коэффициенты корреляции; ранговая корреляция. Регрессионный анализ: основные положения регрессионного анализа; парная регрессионная модель; интервальная оценка функции регрессии; проверка значимости уравнения регрессии; интервальная оценка параметров парной модели; нелинейная регрессия; множественный регрессионный анализ; ковариационная матрица и ее выборочная оценка; определение доверительных интервалов для коэффициентов и функции регрессии; оценка взаимосвязи переменных; проверка значимости уравнения множественной регрессии; мультиколлинеарность; понятие о других методах многомерного статистического анализа
2.3	Методы планирования эксперимента	Этапы планирования экспериментов. Статистическое планирование экспериментов. Линейные ортогональные планы (планирование первого порядка): полный факторный эксперимент; дробный факторный эксперимент. Нелинейные планы второго порядка: симметричные планы второго порядка; ортогональные симметричные планы; ротатабельные планы; D-оптимальные планы; несимметричные планы второго порядка. Планирование экспериментов по поиску оптимума: метод крутого восхождения; симплексное планирование

**Таблица 3**

### V.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Раздел программы	Виды учебной работы и их трудоемкость										Формируемые компетенции		
		Лекции из них		Практические занятия из них		Промежуточный контроль		Самостоятельная работа		Практическая подготовка				
		Очно	Заочно	Очно	Заочно	Очно	Заочно	Очно	Заочно					
<b>Модуль 1. Основы обработки информации и экспериментальных данных</b>														
1.1	Элементы теории измерений	1				1	1					7	10	ПКО-1 ПКО-5
1.2	Основы обработки статистической информации	1	1	1	1	1	1	1				10	10	
1.3	Анализ методов обработки экспериментальных данных					2						10	13	

<i>Промежуточный контроль</i>														
<b>Модуль 2. Анализ информации и планирование экспериментов</b>														
2.1	Статистический анализ информации	1		1	1	1	1	1	1			9	10	ПКО-1 ПКО-5
2.2	Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы	1	1			2		2				8	10	
2.3	Методы планирования эксперимента	1	1			1	1					8	9	
<i>Промежуточный контроль</i>														
<i>Итоговая аттестация (зачет)</i>														
<b>Итого</b>		<b>8</b>		<b>4</b>		<b>12</b>		<b>6</b>				<b>52</b>	<b>62</b>	

**Таблица 4**

**V.3. Темы практических занятий**

№ п/п	Раздел программы	Тема практического занятия	Цель практического занятия	Учебно-методические материалы	Результаты
<b>Модуль 1. Основы обработки информации и экспериментальных данных</b>					
1.2	Основы обработки статистической информации	Обработка статистической информации	Научить магистранта на основании выборочных и расчетных данных: – построить вариационный ряд частот и относительных частот; – найти эмпирическую функцию распределения и построить график; – вычислить основные числовые характеристики; – найти интервальные оценки	2, 3, 5, 8, 10	Умеет: – строить вариационный ряд; – находить эмпирическую функцию распределения; – вычислять числовые характеристики; – находить интервальные оценки
1.3	Анализ методов обработки экспериментальных данных	Метод наименьших квадратов	Научить магистранта: – по методу наименьших квадратов аппроксимировать таблично заданные экспериментальные данные многочленом наилучшего среднеквадратического приближения	2, 3, 5, 8, 10	Умеет: – аппроксимировать таблично заданные экспериментальные данные многочленом наилучшего среднеквадратического приближения
<b>Модуль 2. Анализ информации и планирование экспериментов</b>					
2.2	Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы	Однофакторный дисперсионный анализ	Научить магистранта: – определить факторную сумму квадратов отклонений групповых средних от общей средней; – определить остаточную сумму квадратов отклонений	2, 3, 4, 5, 6, 9	Умеет: – определять факторную сумму квадратов отклонений; – определять остаточную

			наблюдаемых значений группы от своей групповой средней; – оценить воздействие фактора на изучаемую величину		сумму квадратов отклонений; – оценивать воздействие фактора на изучаемую величину
2.3	Методы планирования эксперимента	Планирование полного факторного эксперимента	Выработать навыки построения плана проведения эксперимента и обработки полученных результатов для нахождения математической модели исследуемого объекта методом полного факторного эксперимента	2, 3, 4, 5, 6, 9	Умест: – строить план проведения эксперимента и обработки полученных результатов

#### **V.4. Самостоятельная работа магистрантов**

Самостоятельная работа магистрантов является важной составляющей организации учебного процесса по изучению дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных».

Самостоятельная работа по дисциплине проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся;
- формирования самостоятельности;
- развития исследовательских умений.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется магистрантом *по заданию преподавателя*, но без его непосредственного участия, что является обязательной для каждого магистранта.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- уровень освоения учебного материала,
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный по внеаудиторной самостоятельной работе вопрос.

Магистрантам рекомендуется обязательное использование при подготовке дополнительной литературы, которая поможет успешнее и быстрее разобраться в поставленных вопросах и задачах.

##### **V.4.1. Темы рефератов**

1. Первичная обработка результатов наблюдений.
2. Расчет выборочных характеристик статистического распределения.
3. Интервальные оценки параметров распределения.
4. Статистические оценки параметров распределения.
5. Сравнение исправленной выборочной дисперсии с гипотетической генеральной дисперсией нормальной совокупности.
6. Сравнение нескольких дисперсий нормальных генеральных совокупностей по выборкам различного объема. Критерий Бартлетта.

7. Сравнение нескольких дисперсий нормальных генеральных совокупностей по выборкам различного объема. Критерий Кочрена.
8. Критерий согласия Пирсона.
9. Методика вычисления теоретических частот нормального распределения.
10. Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена и проверка гипотезы о его значимости.
11. Выборочный коэффициент ранговой корреляции Кендалла и проверка гипотезы о его значимости.
12. Критерий Вилкоксона и проверка гипотезы об однородности двух выборок.
13. Меры нечеткости множества.
14. Алгебраические операции над нечеткими числами.
15. Свойства и виды нечетких бинарных отношений.
16. Нечеткие бинарные соответствия.
17. Парная линейная корреляция.
18. Коэффициент корреляции, его свойства и значимость.
19. Определение надежности коэффициента корреляции.
20. Построение модели линейной корреляции по несгруппированным данным.
21. Построение выборочного уравнения линии регрессии по сгруппированным данным.
22. Нелинейная корреляционная зависимость.
23. Построение модельного уравнения нелинейной корреляции.
24. Построение модельного уравнения нелинейной корреляции.
25. Множественная линейная корреляция.
26. Проверка адекватности модели множественной линейной корреляции.
27. Экономическая интерпретация уравнения регрессии.
28. Построение модели множественной линейной корреляции.
29. Пакет MathCAD и математическая статистика.
30. Исследование временных рядов средствами вейвлет-анализа.
31. D-оптимальные планы.
32. Ротатабельные планы.
33. Несимметричные планы второго порядка.
34. Метод крутого восхождения.
35. Симплексное планирование.

#### ***V.4.2. Вопросы для самостоятельного изучения***

##### *Модуль 1. Основы обработки информации и экспериментальных данных*

1.1. Погрешности прямых и косвенных измерений: случайная ошибка и ее описание; оценка истинного значения искомой величины  $x$  и оценка ошибки измерения  $\Delta x$  по экспериментальным данным; точность определения величины  $X$ ; среднеквадратичная ошибка среднего и распределение Стьюдента; правила обработки прямого многократного измерения; оценка погрешности при косвенных измерениях.

1.2. Статистические оценки параметров распределения: несмещенные, эффективные и состоятельные оценки; генеральная средняя; выборочная средняя; групповая и общая средние; генеральная дисперсия; выборочная дисперсия; формула для вычисления дисперсии; сложение дисперсий; доверительные интервалы; метод наибольшего правдоподобия. Статистическая проверка гипотез: принцип практической уверенности; статистическая гипотеза и общая схема ее проверки; проверка гипотез о равенстве средних двух и более совокупностей; проверка гипотез о равенстве долей признака в двух и более совокупностях; проверка гипотез о равенстве дисперсий двух и более совокупностей; проверка гипотез о числовых значениях параметров; построение теоретического закона распределения по опытным данным; проверка гипотез о законе

распределения; проверка гипотез об однородности выборок; понятие о проверке гипотез методом последовательного анализа.

1.3. Исключение грубых ошибок измерений. Анализ прогрессирующих ошибок измерения.

*Модуль 2. Анализ информации и планирование экспериментов*

2.1. Робастные методы: функция влияния и числовые характеристики робастности оценок; связи между различными понятиями робастности оценок; оценки типа максимального правдоподобия. Методы теории нечетких множеств: отношение включения нечетких множеств; операции над нечеткими множествами; нечеткие числа; нечеткие бинарные отношения и соответствия; лингвистическая переменная; нечеткие булевы переменные.

2.2. Дисперсионный анализ: сравнение нескольких средних методом дисперсионного анализа; неодинаковое число испытаний на различных уровнях; понятие о двухфакторном дисперсионном анализе. Корреляционный анализ: проверка значимости и интервальная оценка параметров связи; корреляционное отношение и индекс корреляции; понятие о многомерном корреляционном анализе; множественный и частный коэффициенты корреляции; ранговая корреляция. Регрессионный анализ: проверка значимости уравнения регрессии; интервальная оценка параметров парной модели; нелинейная регрессия; множественный регрессионный анализ; ковариационная матрица и ее выборочная оценка; определение доверительных интервалов для коэффициентов и функции регрессии; оценка взаимосвязи переменных; проверка значимости уравнения множественной регрессии; мультиколлинеарность; понятие о других методах многомерного статистического анализа.

2.3. Нелинейные планы второго порядка: симметричные планы второго порядка; ортогональные симметричные планы; ротатабельные планы; D-оптимальные планы; несимметричные планы второго порядка. Планирование экспериментов по поиску оптимума: метод крутого восхождения; симплексное планирование.

**Таблица 5**

**Задания для самостоятельного выполнения**

№ п/п	Раздел программы	Количество часов	Задания	Форма отчетности и контроля
<i>Модуль 1. Основы обработки информации и экспериментальных данных</i>				
1.1	Элементы теории измерений	7	1. Изучить литературу 2, 3, 5, 8, 10 2. Изучить самостоятельно вопросы 1.1 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 1-12 из VII.1 4. Написать рефераты на темы (1 -8)	1. Защита выполненных заданий 2. Защита рефератов
1.2	Основы обработки статистической информации	10	1. Изучить литературу 2, 3, 5, 8, 10 2. Изучить самостоятельно вопросы 1.2 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 13-24 из VII.1 4. Написать рефераты на темы (9-17)	1. Защита выполненных заданий 2. Защита рефератов
1.3	Анализ методов обработки экспериментальных данных	10	1. Изучить литературу 2, 3, 5, 8, 10 2. Изучить самостоятельно вопросы 1.3 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 25-35 из VII.1 3. Подготовиться к промежуточному контролю	1. Защита выполненных заданий 2. Ответы на контрольные вопросы и задания
<i>Модуль 2. Анализ информации и планирование экспериментов</i>				

2.1	Статистический анализ информации	9	1. Изучить литературу 2, 3, 5 2. Изучить самостоятельно вопросы 2.1 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 1-12 из VII.2 4. Написать рефераты на темы (18-27)	1. Защита выполненных заданий 2. Защита рефератов
2.2	Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ	10	1. Изучить литературу 2, 3, 4, 5, 6, 9 2. Изучить самостоятельно вопросы 2.2 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 13-24 из VII.2 4. Написать рефераты на темы (28-35)	1. Защита выполненных заданий 2. Защита рефератов
2.3	Методы планирования эксперимента	8	1. Изучить литературу 2, 3, 4, 5, 6, 9 2. Изучить самостоятельно вопросы 2.3 раздела V.4.2 3. Ответить на контрольные вопросы и выполнить задания 25-35 из VII.2 4. Подготовиться к промежуточному контролю	1. Защита выполненных заданий 2. Ответы на контрольные вопросы и задания

## **VI. Образовательные технологии**

При проведении аудиторных занятий и организации самостоятельной работы магистрантов по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» используются как традиционные, так и нетрадиционные образовательные технологии.

Технология традиционного обучения предусматривает такие методы и формы изучения материала как лекция, практические занятия:

- информационная лекция;
- проблемная лекция;
- лекция-визуализация.

Практические занятия направлены на формирование у магистрантов умений и навыков решения прикладных и исследовательских задач. В ходе проведения практических занятий используются задания учебно-тренировочного и творческого характера.

При изучении дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» используются активные и интерактивные технологии обучения как:

- технология сотрудничества (работа в малых группах, коллективная мыслительная деятельность);
- медиатехнология (подготовка и демонстрация преподавателем презентации);
- кейс-технологии (проблемный метод, моделирование).

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий составляют 30% от общего количества аудиторных занятий.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- изучение литературы и лекционного материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- решение задач и упражнений;
- написание рефератов;
- подготовка к промежуточному контролю;
- подготовка к итоговой аттестации.

## **VII. Оценочные средства контроля текущей успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации магистрантов**

### VII.1. Контрольные вопросы и задания по модулю I

1. Цель математической обработки результатов экспериментов.
2. Виды измерений
3. Типы ошибок измерений.
4. Свойства случайных ошибок.
5. Почему среднеарифметическое значение случайной величины при нормальном законе ее распределения является вероятнейшим значением?
6. Что такое истинная абсолютная и вероятнейшая ошибки отдельного измерения?
7. Что такое доверительный интервал случайной величины?
8. Что такое уровень значимости (надежности) серии измерений?
9. Геометрический смысл уровня значимости.
10. Чем определяется величина случайной ошибки косвенных измерений?
11. С помощью каких характеристик описательная статистика обобщает экспериментальные данные?
  - a) рассеяния;
  - b) формы;
  - c) конфигурации;
  - d) положения.
12. Средняя арифметическая вариационного ряда показывает:
  - a) наиболее вероятное значение ряда;
  - b) значение, которому соответствует наибольшая частота;
  - c) значение, приходящееся на середину ряда.
13. Выборочную дисперсию можно найти по формуле:
  - a)  $\frac{\sum m_i x_i}{n}$ ;
  - b)  $\frac{\sum m_i x_i^2}{n} - \left[ \frac{\sum m_i x_i}{n} \right]^2$ ;
  - c)  $\frac{\sum m_i (x_i - \bar{x})^2}{n}$ .
14. Исправленная дисперсия учитывает:
  - a) наличие грубой ошибки;
  - b) несимметричность значений относительно центра выборки;
  - c) малый объем выборки.
15. Среднее квадратическое отклонение предпочтительнее дисперсии по причине:
  - a) более простых вычислений;
  - b) единиц измерения;
  - c) меньшей чувствительности к выбросам значений.
16. К характеристикам формы относятся:
  - a) среднее арифметическое;
  - b) асимметрия;
  - c) эксцесс;
  - d) дисперсия.
17. Если необходимо сравнить степень рассеяния вариационных рядов с разными единицами измерения, то используют:
  - a) размах значений;
  - b) дисперсию;
  - c) среднее квадратическое отклонение;
  - d) коэффициент вариации.
18. Выборка называется ранжированной, если ее значения:
  - a) располагают в порядке возрастания;

- b) располагают в порядке убывания;  
 c) не содержат грубых ошибок (выбросов).
19. Для изображения дискретных рядов используют:  
 a) полигон частот;  
 b) гистограмму частот;  
 c) кумуляту частот;  
 d) эмпирическую функцию распределения.
20. Для выборки малого объема ( $n < 30$ ) следует применять оценку:  
 a) точечную;  
 b) интервальную;  
 c) линейную.
21. Статистической гипотезой называется любое предположение:  
 a) о виде неизвестного закона распределения;  
 b) о параметрах неизвестного закона распределения;  
 c) о случайной величине, проверяемое по выборке.
22. Уровень значимости – это вероятность:  
 a) ошибки первого рода;  
 b) ошибки второго рода;  
 c) того, что будет принята альтернативная гипотеза, если верна основная.
23. Ошибка второго рода означает, что основная гипотеза:  
 a) верна и ее принимают;  
 b) неверна и ее отвергают, принимая альтернативную;  
 c) верна, но ее отвергают согласно правилу проверки;  
 d) не верна, но ее принимают согласно правилу проверки.
24. Если наблюдаемое значение критерия попадает в критическую область, то нулевая гипотеза:  
 a) принимается;  
 b) отвергается;  
 c) считается доказанной.
25. При проверке статистических гипотез применяют распределение:  
 a) нормальное;  
 b) Стьюдента;  
 c) Фишера;  
 d) Пирсона.

26. Построить график эмпирической функции распределения:

$x_i$	5	7	10	15
$n_i$	2	3	8	7

27. Построить полигоны частот и относительных частот распределения:

$x_i$	1	3	5	7	9
$n_i$	10	15	30	33	12

28. Построить гистограммы частот и относительных частот распределения (в первом столбце указан частичный интервал, во втором – сумма частот вариант частичного интервала):

2 – 5	9
5 – 8	10
8 – 11	25
11 – 14	6

29. Найти групповые средние совокупности, состоящей из двух групп:

первая группа

$x_i$	0,1	0,4	0,6
$n_i$	3	2	5

вторая группа

$x_i$	0,1	0,3	0,4
$n_i$	10	4	6

30. Дано распределение статистической совокупности:

$x_i$	1	4	5
$n_i$	6	11	3

Убедиться, что сумма произведений отклонений на соответствующие частоты равна нулю.

31. Какова общая процедура проверки статистических гипотез?

32. Оценить доверительный интервал  $X_0$  по данным выборочных измерений, приведенных в таблице при доверительной вероятности 0,90:

$n$	1	2	3	4	5	6
$X$	22.04	32.11	22.82	22.94	22.08	22.56

33. Экспериментальные данные о значениях переменных приведены в таблице:

$x_i$	0	1	2	4	5
$y_i$	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0

В результате их выравнивания получена функция  $g(x) = \sqrt[3]{x+1} + 1$ . Используя метод наименьших квадратов, аппроксимировать эти данные линейной зависимостью (найти параметры  $a$  и  $b$ ). Выяснить, какая из двух линий лучше (в смысле метода наименьших квадратов) выравнивает экспериментальные данные. Сделать чертеж.

34. Пусть  $U = \{\text{понедельник, вторник, среда, четверг, пятница, суббота, воскресенье}\}$ . Выступая в роли эксперта, запишите в форме  $A = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(u_i)}{u_i}$ ,  $u_i \in U$  следующие нечеткие множества:  $A$ —начало недели,  $B$ —середина недели,  $C$ —конец недели,  $D$ —не начало, но и не конец недели. Есть ли среди определенных Вами функций принадлежности унимодальные?

35. Разложите нечеткие числа  $a, b, c, d$  и  $x$  по множествам  $\alpha$ —уровня если  $\alpha \in \{0, 0, 2, 0, 4, 0, 6, 0, 8, 1\}$ .

## VII.2. Контрольные вопросы и задания по модулю 2

1. Задачи предварительной обработки экспериментальных данных.
2. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
3. Для чего предназначен метод дисперсионного анализа?
4. Как определить факторную сумму квадратов отклонений групповых средних от общей средней, которая характеризует рассеяние между группами?
5. Как определить остаточную сумму квадратов отклонений наблюдаемых значений группы от своей групповой средней, которая характеризует рассеяние внутри группы?
6. Как оценить воздействие фактора?
7. Как оценить влияние случайных величин?
8. Как найти общую, факторную и остаточную дисперсии?
9. В каком случае все дисперсии являются несмещенными оценками генеральной дисперсии?
10. Какой вывод следует из того, что факторная дисперсия меньше остаточной?
11. В течение шести лет использовались пять различных технологий по выравниванию сельскохозяйственной культуры. Данные по эксперименту (в ц/га) приведены в таблице:

Номер наблюдения (год)	Технология (фактор А)				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
1	1,2	0,6	0,9	1,7	1,0
2	1,1	1,1	0,6	1,4	1,4
3	1,0	0,8	0,8	1,3	1,1
4	1,3	0,7	1,0	1,5	0,9
5	1,1	0,7	1,0	1,2	1,2
6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
Итого	6,5	4,8	5,4	8,4	7,1

Необходимо на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить влияние различных технологий на урожайность культуры.

12. На четырех предприятиях  $B_1, B_2, B_3, B_4$  проверялись три технологии  $A_1, A_2, A_3$  производства однотипных изделий. Данные о производительности труда в условных единицах приведены в таблице:

	A <sub>1</sub>			A <sub>2</sub>			A <sub>3</sub>		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$B_1$	50	54	58	62	60	58	65	71	65
$B_2$	54	46	50	64	59	60	59	54	61
$B_3$	52	48	50	70	62	60	59	66	64
$B_4$	60	55	56	58	54	50	71	74	62

Требуется на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить влияние на производительность труда технологий (фактора А) и предприятий (фактора В).

13. Метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов:

- математическая модель;
- регрессивный анализ;
- регрессия;
- корреляционный анализ.

14. Основной задачей корреляционного анализа является:

- оценка влияния на случайную величину контролирующего фактора;
- установление формы и изучение зависимости между переменными;
- оценка силы связи (тесноты);
- выявление связи между случайными переменными.

15. Если выборочный коэффициент корреляции равен нулю, то между X и Y:

- отсутствует корреляционная связь;
- существует функциональная связь;
- отсутствует линейная корреляционная связь.

16. Основной задачей регрессионного анализа является:

- установление формы и изучение зависимости между переменными;
- выявление связи между случайными переменными.
- оценка силы связи (тесноты);
- оценка влияния на случайную величину контролирующего фактора;

17. Установите последовательность проведения регрессионного анализа:

- идентификация переменных;
- формулировка задачи;
- спецификация функции регрессии;
- сбор статистических данных;
- оценка точности регрессионного анализа;
- оценивание параметров функции регрессии;
- интерполяция результатов, анализ, оптимизация и прогнозирование.

18. Корреляционное отношение есть неотрицательная величина:

- равная 0;
- равная 1;
- не превосходящая единицу.

19. Как осуществляется корректировка множественного коэффициента корреляции?

20. Как определить степень влияния каждого факторного признака в отдельности, включенного в модельное уравнение множественной линейной регрессии, на изменение результативного признака?

21. Рассказать, как осуществляется проверка адекватности модели множественной линейной корреляции.

22. Рассказать об экономической интерпретации уравнения множественной линейной регрессии.

23. Какими свойствами обладает выборочный коэффициент корреляции Спирмена?

24. По результатам тестирования 10 студентов по двум дисциплинам *A* и *B* на основе набранных баллов получены следующие ранги (см. табл.). Вычислить ранговый коэффициент корреляции Спирмена и проверить его значимость на уровне  $\alpha = 0,05$ .

Ранги по дисциплинам	Студент, <i>i</i>										Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>A</i> $r_i$	2	4	5	1	7,5	7,5	7,5	7,5	3	10	55
<i>B</i> $s_i$	2,5	6	4	1	2,5	7	8	9,5	5	9,5	55
$r_i - s_i$	-0,5	-2	1	0	5	0,5	-0,5	-2	-2	0,5	-
$(r_i - s_i)^2$	0,25	4	1	0	25	0,25	0,25	4	4	0,25	39

25. При приеме на работу семи кандидатам на вакантные должности было предложено два теста. Результаты тестирования в баллах приведены в таблице:

Тест	Кандидат						
	1	2	3	4	5	6	7
1	31	82	25	26	53	30	29
2	21	55	8	27	32	42	26

Вычислить ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла между результатами тестирования по двум тестам и на уровне  $\alpha = 0,05$  оценить их значимость.

26. Известны результаты измерений (мм) изделий двух выборок, объемы которых соответственно равны  $n_1 = 6$  и  $n_2 = 6$ :

$x_i$	12	10	8	15	14	11
$y_i$	13	9	16	17	7	18

При уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу  $F_1(x) = F_2(x)$  об однородности выборок при конкурирующей гипотезе  $H_1: F_1(x) \neq F_2(x)$ .

27. В чем состоит планирование эксперимента при построении интервальных оценок?

28. Какова задача планирования эксперимента при проверке гипотез с помощью критериев значимости и как она решается?

29. Сущность метода крутого восхождения планирования эксперимента.

30. Достоинства и недостатки метода крутого восхождения.

31. Сущность симплексного метода планирования.

32. Раскрыть метод Гаусса-Зейделя планирования эксперимента.

33. Достоинства и недостатки метода Гаусса-Зейделя.

34. Сущность метода Бокса-Уилсона планирования эксперимента.

35. Достоинства и недостатки метода Бокса-Уилсона.

### ***VII.3. Методика балльно-рейтингового оценивания успеваемости магистрантов***

Текущий контроль по дисциплине «Математические методы обработки экспериментальных данных» включает:

- *лекционные занятия (2 часа)*: неявка на занятие – 0; посещение занятия – 1 балл; за конспектирование лекции или ее самостоятельное составление – 1 балл;
- *практические занятия (2 часа)*: неявка на занятие – 0; посещение занятия – 1 балл; за работу на занятии или самостоятельную работу – 1 балл, за защиту работы – 2 балла.

Максимальное количество баллов по результатам текущей работы и промежуточного контроля по дисциплинарному модулю (без учета бонусов) – 100 баллов (текущая работа – 50 баллов).

Промежуточный контроль проводится в форме тестирования.

Дополнительные баллы (бонусы):

- инициативное решение учебных задач на занятиях – 1 балл;
- оригинальное решение задачи – 2 балла;
- решение большего количества задач, чем предусмотрено в модуле – 4 балла;
- написание реферата и его защита – 5 баллов.

Минимальное количество баллов, необходимое для получения зачета по данной дисциплине – 51 балл.

После завершения изучения дисциплинарного модуля магистранту предоставляется одна неделя для добора баллов.

Зачет как отдельный вид учебной нагрузки не предусматривается, но проводится как одна из форм добора баллов.

## **VIII. Информационное обеспечение дисциплины**

### *а) Основная литература*

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel. – М., 2011.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., 2010.
3. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., 2009.
4. Кундышева Е.С. Экономико-математическое моделирование. – М., 2008.
5. Кункин С.Н., Востров В.Н., Кузнецов П.А. и др. Математические методы обработки экспериментальных данных. Расчетные задания. Методические указания к практическим занятиям. – СПб., СПбГПУ, 2002.
6. Конышева Л.К., Серова Т.А. Элементы теории нечетких множеств. – Екатеринбург, 2007.
7. Тынкевич М.А. Экономико-математические методы. – Кемерово, КузГТУ, 2011.
8. Штефан И.А. Математические методы обработки экспериментальных данных. – Кемерово, КузГТУ, 2003.
9. Шуленин В.П. Робастные методы математической статистики. – Томск, 2016.
10. Чураков Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике. – М., 2004.

### *б) Дополнительная литература*

11. Бочаров П.П. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., 2005.
12. Боровиков В.П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере для профессионалов. – СПб., 2003.
13. Боровиков В.П. Популярное введение в программу Statistica. – М., 1998.

14. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М., 1979.
15. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. – Л., 1990.
16. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с MicrosoftExcel 2000. – СПб., 2000.
17. Кассандрова О.Н. Обработка результатов наблюдений. – М., 1970.
18. Кондрашов А.П. Основы физического эксперимента и математическая обработка результатов измерений. – М., 1974.
19. Котельников Р.Б. Анализ результатов наблюдений. – М., 1986.

*в) Интернет-ресурсы*

19. Боровков А. А. Математическая статистика. – СПб.: Лань, 2010. – 704 с.  
Электрон-ный ресурс «Электронно-библиотечная система издательства «Лань»  
<http://e.lanbook.com/>. Режим доступа свободный с компьютеров ПензГТУ:  
[http://e.lanbook.com/books/element.php? pl1 \\_id=3810](http://e.lanbook.com/books/element.php? pl1 _id=3810).
20. Ткаченко А.С. Математические методы обработки экспериментальных данных (электронный ресурс) / А.С. Ткаченко, <http://demet.tspu.edu.ru>

**IX. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В учебном процессе используются следующие информационные технологии:

- компьютерное тестирование;
- демонстрация мультимедийных материалов и др.;
- поиск, обработка электронных ресурсов в системах Google, Yandex;
- решение задач обработки экспериментальных данных в среде VisualBasic, в электронных таблицах MSExcel в пакете Statistica;
- педагогическое взаимодействие в сети с использованием электронной почты.

**X. Методические рекомендации магистрантам**

Изучение содержания программы «Математические методы обработки экспериментальных данных» предполагает следующие виды работы магистрантов:

а) предварительное ознакомление с лекционным материалом, его прослушивание, осмысление, установление связей с предыдущим и последующим учебным материалами. Конечная цель этого вида учебной работы – формирование системы теоретических знаний, позволяющая магистрантам иметь представление об истории возникновения науки, ее эволюции, форм представления научного знания, методах познания и анализа научных теорий и структуры знаний. Для этого магистранту необходимо: изучать, рекомендованную, к каждому разделу программы литературу, ознакомиться в библиотеке вуза с содержанием лекций, конспектировать тезисы, выдвигаемые преподавателем и дополнить их своими представлениями;

б) подготовка к практическим занятиям и в индивидуальном порядке сообщений для обсуждения, участие в дискуссии, оценка высказываемых точек зрения, формулировка своих представлений об обсуждаемой теме;

в) самостоятельная работа, связанная с подготовкой к аудиторным занятиям, осмыслением результатов учебной работы. Кроме этого, в рамках самостоятельной работы магистрант выполняет реферат, презентует его, изучает предусмотренные в программе задания и составляет по ним отчет;

г) научно-исследовательская работа (в программе предусмотрено выполнение исследовательского задания, рецензирование, реферирование и аннотация научных публикаций; итогом научно-исследовательской работы магистранта является подготовка статьи к публикации и выступление с сообщением на научно-практических конференциях);

д) контрольно-оценочные действия (в программе предусмотрено проведение текущего контроля, промежуточной аттестации и подведение их итогов в виде зачета. Для успешной аттестации магистрант должен представлять регулярно результаты педагогической деятельности (конспекты, доклады, рефераты, отчеты, статьи и др.), активно участвовать в решении задач аудиторной работы, вовремя и качественно выполнять самостоятельные и научно-исследовательские задания. В программе также предусмотрено проведение промежуточного контроля по результатам изучения каждого модуля, который может быть организован в виде собеседования, тестирования или защиты итогового задания.

Результаты текущего и промежуточного контроля интегрируются в итоговом контроле в форме зачета.

#### **XI. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

1. Методические указания к практическим работам.
2. Контрольные вопросы и задания.
3. Рабочая программа дисциплины.
4. Компьютерные презентации.

#### **XII. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лекционная аудитория (на 20-25 мест).
2. Аудитория для практических занятий (на 10-12 мест).
3. Технические средства:
  - ноутбук;
  - мультимедийный проектор;
  - интерактивная доска;
  - выход в интернет.