

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
цифровых технологий



Кургалин С. Д.

03.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.22 Математическая статистика

- 1. Код и наименование направления подготовки:**
02.03.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки:**
распределенные системы и искусственный интеллект;
квантовая теория информации
- 3. Квалификация выпускника:**
бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
кафедра цифровых технологий
- 6. Составители программы:**
Клинских Александр Федотович, д.ф.-м.н., профессор
- 7. Рекомендована:**
НМС ФКН (протокол № 7 от 03.05.23)
- 8. Учебный год:** 2024-2025 **Семестр:** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- обучение построению статистических моделей случайных явлений, изучаемых естественными науками, а также анализу этих моделей;
- развитие навыков интерпретации результатов статистического анализа;

Задачи учебной дисциплины:

- освоение основных понятий математической статистики;
- получение навыков вычисления статистических показателей;
- выработка практических навыков применения статистических и эмпирических методов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Для успешного освоения дисциплины необходимо предварительное изучение математического анализа и теории вероятностей.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук	Знать: принципы построения и анализа статистических моделей случайных явлений
		ОПК-1.2	Умеет использовать их в профессиональной деятельности.	Уметь: решать стандартные задачи обработки данных
		ОПК-1.3	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Владеть: навыками самостоятельного выбора методов статистики для решения различных задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 2/72.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			4 семестр
Аудиторные занятия		48	48
в том числе:	лекции	32	32
	практические	16	16
	лабораторные		
Самостоятельная работа		24	24
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Элементы математической статистики.	Основные понятия математической статистики.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209
1.2	Вероятностные распределения, применяемые в статистике. Точечные и интервальные оценки.	Распределение Гаусса, гамма-распределение, распределение Стьюдента, распределение хи-квадрат. Метод максимального правдоподобия, доверительный интервал.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209
1.3	Проверка статистических гипотез. Критерии согласия.	Критерии согласия, критерий хи-квадрат.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209
2. Практические занятия			
2.1	Элементы математической статистики.	Основные понятия математической статистики.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209
2.2	Вероятностные распределения, применяемые в статистике. Точечные и интервальные оценки.	Распределение Гаусса, гамма-распределение, распределение Стьюдента, распределение хи-квадрат. Метод максимального правдоподобия, доверительный интервал.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209
2.3	Проверка статистических гипотез. Критерии согласия.	Критерии согласия, критерий хи-квадрат.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7209

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Всего
1	Элементы математической статистики.	4	4	4	12

2	Вероятностные распределения, применяемые в статистике. Точечные и	14	6	10	30
3	Проверка статистических гипотез. Критерии согласия.	14	6	10	30
	Итого:	32	16	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для практических занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, конспектов практических занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы. Обязательным элементом самостоятельной работы является выполнение домашнего задания.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения требуется выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

В рамках дисциплины предусмотрено проведение трёх текущих аттестаций за семестр. Результаты текущей успеваемости учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в соответствии с положением П ВГУ 2.1.04.16–2019 «Положение о текущей и промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся на факультете компьютерных наук Воронежского государственного университета с использованием балльно-рейтинговой системы».

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением

зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Бородин, А. Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики / А. Н. Бородин. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-507-47132-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/330488 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Фролов, А. Н. Краткий курс теории вероятностей и математической статистики / А. Н. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-507-47140-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/330527 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Емельянов, Г. В. Задачник по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие / Г. В. Емельянов, В. П. Скитович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3984-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206273 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Свешников, А. А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций : учебное пособие / А. А. Свешников. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0708-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211169 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Емельянов, Г. В. Задачник по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие / Г. В. Емельянов, В. П. Скитович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3984-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

	https://e.lanbook.com/book/206273 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Свешников, А. А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций : учебное пособие / А. А. Свешников. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0708-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211169 (дата обращения: 03.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Аудитория для практических занятий: специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Элементы математической статистики.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Контрольная работа
2	Вероятностные распределения, применяемые в статистике. Точечные и интервальные оценки.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Контрольная работа
3	Проверка статистических гипотез. Критерии согласия.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Контрольная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт с оценкой				Перечень вопросов к зачёту

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа

Контрольная работа

1. (производящая функция гамма-распределения) Даны случайные непрерывные величины U и X с плотностями распределения вероятностей

$$f_U(u) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} u^{\alpha-1} e^{-\lambda u}, & u \geq 0; \\ 0, & u < 0, \end{cases} \quad f_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}.$$

Найти: а) производящую функцию $g_U(\theta) = M[e^{\theta U}]$, б) производящую функцию $g_{X^2}(\theta) = M[e^{\theta X^2}]$, в) плотность распределения вероятностей $f_{X^2}(x)$.

2. (распределение χ^2) Даны X_1, X_2, \dots, X_n независимые, одинаково распределённые случайные величины с плотностью распределения вероятностей $f(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x_i^2/2}$.

Рассмотрим случайную величину

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2.$$

Найти: а) производящую функцию $g_{X_i}(\theta) = M[e^{\theta X_i}]$, б) производящую функцию $g_{\chi_n^2}(\theta) = M[e^{\theta \chi_n^2}]$, в) плотность распределения вероятностей $f_{\chi_n^2}(x)$.

3. (повторяем важную задачу статистики) Даны X_1, X_2, \dots, X_n независимые, одинаково распределённые случайные величины с плотностью распределения вероятностей

$$f(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x_i-\mu)^2/2\sigma^2}.$$

Рассмотрим случайные величины $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$; $S = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$.

Доказать следующие равенства: а) $M[X_i] = \mu$; б) $D[X_i] = \sigma^2$; в) $M[\bar{X}] = \mu$;

г) $D[\bar{X}] = \frac{\sigma^2}{n}$; д) $M[S] = \sigma^2(n-1)$.

4. (распределение χ^2) Даны X_1, X_2, \dots, X_n независимые, одинаково распределённые случайные величины с плотностью распределения вероятностей $f(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x_i^2/2}$.

Рассмотрим случайную величину $c_n^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2$. Найти: а) производящую функцию

$g_{X_i}(\theta) = M[e^{\theta X_i}]$, б) производящую функцию $g_{\chi_n^2}(\theta) = M[e^{\theta \chi_n^2}]$, в) плотность распределения вероятностей $f_{\chi_n^2}(x)$.

5. (метод максимального правдоподобия) Сформулировать алгоритм метода максимального правдоподобия.

6. (распределение χ^2) Даны X_1, X_2, \dots, X_n независимые, одинаково распределённые случайные величины с плотностью распределения вероятностей $f(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x_i^2/2}$.

Рассмотрим случайную величину

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2.$$

Найти: а) производящую функцию $g_{X_i}(\theta) = M[e^{\theta X_i}]$, б) производящую функцию $g_{\chi_n^2}(\theta) = M[e^{\theta \chi_n^2}]$, в) плотность распределения вероятностей $f_{\chi_n^2}(x)$.

7. (критерий согласия χ^2) Сформулировать алгоритм проверки гипотез на основе критерия согласия χ^2 .

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

ОБЯЗАТЕЛЬНО! Для всех дисциплин, кроме дисциплин по выбору (ДВ) и факультативов 10 тестовых заданий, 5 с кратким ответом и 5 с развёрнутым ответом – можно больше. Это задания, по которым студентов проверяют на аккредитации.

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

I. Задания с выбором ответа

1. Сумма абсолютных частот вариант выборки называется выборочной средней, **объёмом выборки**, точечной оценкой, генеральной средней.
2. Среднее арифметическое квадратов отклонений значений признака генеральной совокупности от их среднего значения χ_{Γ} .- это...
выборочная средняя, генеральная средняя, выборочная дисперсия, **генеральная дисперсия**.
3. Варианта, имеющая наибольшая частоту, называется...
Размахом выборки, объёмом выборки, **модой**, медианой.
4. Варианта, которая делит вариационный ряд на две части, равные по числу вариант, называется:
Размахом выборки, объёмом выборки, модой, **медианой**.
5. Если величины Y и X связаны прямой линейной функциональной зависимостью, то выборочный коэффициент корреляции равен
0, +1, +0,5, -0,5, -1.

6. Ошибка первого рода состоит в том, что

будет отвергнута правильная гипотеза, будет принята неправильная гипотеза.

7. Статистический критерий для проверки гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей проверяется на основании критерия распределён по закону

Гаусса, Стьюдента, **Фишера-Снедекора**, Пирсона.

8. При проверке при заданном уровне значимости нулевой гипотезы о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции нормальной двумерной случайной величины при конкурирующей гипотезе о неравенстве её нулю, наблюдаемое значение критерия получилось меньше критического. Какой вывод необходимо сделать?

Нет оснований отвергнуть гипотезу.

Нулевую гипотезу отвергают.

Необходима дополнительная проверка.

9. В формуле $k=s-3$ нахождения числа степеней свободы при проверке гипотезы о нормальном распределении по критерию Пирсона s – это...

число групп выборки, объём выборки, число параметров распределения, сумма абсолютных частот.

10. В сгруппированной выборке 7 групп, число степеней свободы при проверке гипотезы о нормальном распределении по критерию Пирсона равно

7, 6, 5, **4**.

11. К дупараметрическим распределениям относится:

Пуассона, Лапласа, **нормальное**, биномиальное.

12. Модой выборки

1, 3, 7, 12, 18, 22, 27, 33

является число

1, 18, 33, **у выборки нет моды**.

13. Размахом выборки

25, 23, 19, 21, 25, 25, 26, 28, 30, 28

является число

30, 20, **11**, 5.

14. При проверке гипотезы об однородности двух выборок используют критерий

Фишера-Снедекора, Пирсона, Бартлетта, **Вилкоксона**.

15. При сравнении нескольких дисперсий нормальных генеральных совокупностей по выборкам различного объёма используется критерий

Вилкоксона, Пирсона, Кочрена, **Бартлетта**.

II. Задания с кратким ответом

1. Интервал, который покрывает неизвестный параметр с заданной надёжностью γ , называется...

Ответ: ...доверительным.

2. Случайная величина K , которая служит для проверки нулевой гипотезы, называется...

Ответ: статистическим критерием.

3. Выборочное среднее выборки
7, 12, 14, 9, 8, 8, 12, 18, 19, 21, 25, 6, 6, 20
равно... (округлить ответ до десятой)

Ответ: 13,2.

4. Укажите наименьшую из мод выборки
7, 12, 14, 9, 8, 8, 12, 18, 19, 21, 25, 6, 6, 20

Ответ: 6

5. Укажите медиану выборки
7, 12, 14, 9, 8, 8, 12, 18, 19, 21, 25, 6, 6, 20

Ответ: 12.

III. Задания с развёрнутым ответом

1. Из генеральной совокупности извлечена выборка объёма $n=50$:

Варианта	x_i	2	5	7	10
частота	n_i	16	12	8	14

Определить выборочную среднюю.

Решение:

Исходя из формулы

$$x_B = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i n_i$$

Определяем:

$$x_B = \frac{1}{50} (2 \cdot 16 + 5 \cdot 12 + 7 \cdot 8 + 10 \cdot 14) = 5,76.$$

Ответ: 5,76.

2. По выборке объёма $n=41$ найдена выборочная дисперсия $D_B = 3$. Найти исправленную дисперсию.

Решение:

Искомая исправленная дисперсия равна

$$s^2 = \frac{n}{n-1} D_B = \frac{41}{40} \cdot 3 = 3,075.$$

Ответ: 3,075.

3. Найти минимальный объём выборки, при котором с надёжностью 0,975 точность оценки математического ожидания a генеральной совокупности по выборочной средней равна $\delta = 0,3$, если известно среднее квадратическое отклонение $\sigma = 1,2$ нормально распределённой генеральной совокупности.

Решение:

Необходимо воспользоваться формулой для точности математического ожидания генеральной совокупности по выборочной средней:

$$\delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{2}}$$

Отсюда

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\delta^2} = \frac{2,24^2 \cdot 1,2^2}{0,3^2} \rightarrow n = 81.$$

t определяется из условия $\Phi(t) = \gamma/2$, где $\Phi(t)$ – функция Лапласа, γ – надёжность.

Ответ: 81.

4. По двум независимым выборкам, объёмы которых $n_1 = 11$ и $n_2 = 14$, извлечённым из нормальных генеральных совокупностей X и Y, найдены исправленные выборочные дисперсии $s_X^2 = 0,76$ и $s_Y^2 = 0,38$. При уровне значимости $\alpha = 0,05$, проверить нулевую гипотезу $H_0: D(X)=D(Y)$ о равенстве генеральных дисперсий, при конкурирующей гипотезе $H_1: D(X)>D(Y)$.

Решение:

Отношение большей исправленной дисперсии к меньшей:

$$F_{\text{набл}} = \frac{0,76}{0,38} = 2.$$

Критическая область – правосторонняя. По таблице критических точек распределения Фишера-Снедекора, по уровню значимости и числам степеней свободы $k_1 = n_1 - 1 = 10$; $k_2 = n_2 - 1 = 13$ критическая точка 2,67.

Так как $F_{\text{набл}} < F_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть гипотезу о равенстве генеральных дисперсий. Таким образом, выборочные исправленные дисперсии различаются незначимо.

Ответ: выборочные исправленные дисперсии различаются незначимо. Гипотеза о равенстве исправленных дисперсий подтвердилась.

5. Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,01 установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими частотами n_i и теоретическими частотами n'_i , которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности X:

n_i	8	16	40	72	36	18	10
n'_i	6	18	36	76	39	18	7

Решение:

- 1) Наблюдаемое значение критерия вычисляется по формуле:

$$\chi^2_{\text{набл}} = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n_i}.$$

- 2) Наблюдаемое значение критерия 3,061.
 3) По таблице критических точек распределения χ^2 по уровню значимости 0,01 и числу степеней свободы $k=s-3=7-3=4$ находим критическую точку 13,3.
 4) Так как $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности. Расхождение между эмпирическими и теоретическими частотами незначимо.

Ответ: расхождение между эмпирическими и теоретическими частотами незначимо.

Задания с выбором ответа

№	Задание	Варианты ответа	Верный ответ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Задания с кратким ответом

№	Задание	Верный ответ
1		
2		
3		
4		
5		

Задания с развёрнутым ответом

Задание 1. Формулировка задания

Решение.

Обязательно приводится полное решение или ответ на вопрос.

Критерии оценивания	Баллы
Имеется верная последовательность всех этапов решения, обоснованно получен верный ответ.	3
Получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, при этом имеется верная последовательность всех этапов решения.	2
Получен верный ответ, однако имеются пропуски одного или двух этапов решения ИЛИ Решение не завершено, однако верно выполнен хотя бы один из этапов решения.	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше.	0

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов к зачету

Перечень вопросов к зачёту

1. Основные понятия математической статистики.
2. Распределение Гаусса.
3. Гамма-распределение.
4. Распределение Стьюдента.
5. Распределение хи-квадрат.
6. Метод максимального правдоподобия.
7. Доверительный интервал.
8. Критерии согласия.
9. Критерий хи-квадрат.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Неудовлетворительно