

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ЭФ

УТВЕРЖДАЮ /Н.М. Стрельникова/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.25 Непараметрическая статистика. Байесова статистика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

01.03.05 Статистика

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Прикладная статистика и анализ данных

Курс 3

Семестр 5

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 01.03.05 Статистика

Программу составили:

доцент	ВМ	СОГЛАСОВАНО	Ф.А. Пайзерова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра высшей математики

		(наименование кафедры)	
24.01.2024	протокол №	5	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.А. Иванов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Л.В. Смоленникова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	О.Е. Иванов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Жубрин Алексей Анатольевич, Помощник генерального директора АО «ММЗ» по информатизации – начальник управления информационных технологий

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-3 Способен осознанно применять методы математической и дескриптивной статистики для анализа количественных данных, в том числе с применением необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ, содержательно интерпретировать полученные результаты, готовить статистические материалы для докладов, публикаций и других аналитических материалов	ОПК-3.1 Применяет методы математической и дескриптивной статистики для анализа количественных данных, в том числе с применением необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ, содержательно интерпретирует результаты анализа	<b>знания:</b> Методы математической и дескриптивной статистики Аналитические приемы и процедуры <b>умения:</b> Анализировать количественные данные на основе применения методов математической и дескриптивной статистики, необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ Содержательно интерпретировать результаты анализа количественных данных <b>навыки:</b> Анализа количественных данных на основе применения методов математической и дескриптивной статистики Способность интерпретации полученных результатов анализа количественных данных

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Теория вероятностей и математическая статистика (ОПК-3) Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Многомерные методы статистического анализа (ОПК-3), Бизнес-аналитика (ОПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения, исследовательские

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1. Общие вопросы непараметрической статистики</b>	<b>26</b>	ОПК-3
Лекция. № 1. О математической трактовке неизвестности распределения и о терминологии непараметрической статистики. Типы непараметрических задач. Принцип инвариантности и решение непараметрических задач. Эвристический подход к решению непараметрических задач. Метод функционалов в непараметрической статистике. Характеристики качества статистических процедур. Свойства точечных оценок параметров. О качестве интервальных оценок.	2	
Практическое занятие. № 1. Типы непараметрических задач. Принцип инвариантности и решение непараметрических задач. Эвристический подход к решению непараметрических задач.	2	
Практическое занятие. № 2. Метод функционалов в непараметрической статистике. Характеристики качества статистических процедур. Свойства точечных оценок параметров. О качестве интервальных оценок.	2	
Лекция. № 2. Тесты, их характеристики и свойства. Сравнение тестов при конечном объеме выборки. Типы асимптотического поведения функции мощности. Асимптотическое поведение мощности теста (случай Питмана). Питмановская асимптотическая относительная эффективность теста. О соотношениях между различными мерами эффективности.	2	
Практическое занятие. № 3. Тесты, их характеристики и свойства. Сравнение тестов при конечном объеме выборки.	2	
Практическое занятие. № 4. Асимптотическое поведение мощности теста (случай Питмана). Питмановская асимптотическая относительная эффективность теста. О соотношениях между различными мерами эффективности.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 1, подготовка к практической работе на тему: типы непараметрических задач. Принцип инвариантности и решение непараметрических задач. Эвристический подход к решению непараметрических задач. Метод функционалов в непараметрической статистике. Характеристики качества статистических процедур. Свойства точечных оценок параметров. Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 2, подготовка к практической работе на тему: тесты, их характеристики и свойства. Сравнение тестов при конечном объеме выборки. Питмановская асимптотическая относительная эффективность теста. О соотношениях между различными мерами эффективности.	14	
<b>Раздел 2. Непараметрические факты статистики</b>	<b>44</b>	ОПК-3
Лекция. № 3. Свойства порядковых статистик. Распределение упорядоченной статистики и порядковых статистик. Распределение порядковых статистик в дискретном случае. Асимптотические распределения крайних порядковых статистик. Асимптотические свойства выборочных квантилей.	2	
Практическое занятие. № 5. Распределение упорядоченной статистики и порядковых статистик. Распределение порядковых статистик в дискретном случае.	2	
Практическое занятие. № 6. Асимптотические распределения крайних порядковых статистик. Асимптотические свойства выборочных квантилей.	2	
Лекция. № 4. Статистические свойства выборочных интервалов и блоков. Выборочные блоки их покрытия. Распределение покрытий и их сумм. Статистическая эквивалентность выборочных блоков. Общие свойства выборочных интервалов. Асимптотические свойства выборочных интервалов. О моментах выборочных интервалов.	2	
Практическое занятие. № 7. Статистические свойства выборочных интервалов и блоков. Выборочные блоки их покрытия. Распределение покрытий и их сумм.	2	
Практическое занятие. № 8. Статистическая эквивалентность выборочных блоков. Общие свойства выборочных интервалов. Асимптотические свойства выборочных интервалов. О моментах выборочных интервалов.	2	
Лекция. № 5. Статистические свойства рангов. Ранги. Условия информативности рангов. Свойства ранговых векторов при инвариантности к перестановкам. Распределение рангового вектора при отсутствии инвариантности к перестановкам. О статистической связи между наблюдением и его рангом. О свойствах рангов компонент двумерной выборки.	2	
Практическое занятие. № 9. Ранги. Условия информативности рангов. Свойства ранговых векторов при инвариантности к перестановкам. Распределение рангового вектора при отсутствии инвариантности к перестановкам.	2	

Практическое занятие. № 10. О статистической связи между наблюдением и его рангом. О свойствах рангов компонент двумерной выборки.	2	
Лекция. № 6. Законы больших чисел и предельные теоремы как непараметрические факты. Неравенства Маркова и Чебышева. Законы больших чисел. Центральные предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. Центральные предельные теоремы для сумм зависимых случайных величин. О предельных распределениях не	2	
Практическое занятие. № 11. Законы больших чисел и предельные теоремы как непараметрические факты. Неравенства Маркова и Чебышева. Законы больших чисел.	2	
Практическое занятие. № 12. Центральные предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. Центральные предельные теоремы для сумм зависимых случайных величин. О предельных распределениях не нормального типа.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 3, подготовка к практической работе на тему: распределение упорядоченной статистики и порядковых статистик. Распределение порядковых статистик в дискретном случае. Асимптотические распределения крайних порядковых статистик. Асимптотические свойства выборочных квантилей. Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 4, подготовка к практической работе на тему: статистические свойства выборочных интервалов и блоков. Выборочные блоки их покрытия. Распределение покрытий и их сумм. Статистическая эквивалентность выборочных блоков. Общие свойства выборочных интервалов. Асимптотические свойства выборочных интервалов. Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 5, подготовка к практической работе на тему: ранги. Условия информативности рангов. Свойства ранговых векторов при инвариантности к перестановкам. Распределение рангового вектора при отсутствии инвариантности к перестановкам. О статистической связи между наблюдением и его рангом. О свойствах рангов компонент двумерной выборки. Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 6, подготовка к практической работе на тему: законы больших чисел и предельные теоремы как непараметрические факты. Неравенства Маркова и Чебышева. Законы больших чисел. Центральные предельные теоремы для сумм независимых случайных величин. Центральные предельные теоремы для сумм зависимых случайных величин. О предельных распределениях не нормального типа.	20	
<b>Раздел 3. Статистические процедуры решения непараметрических задач</b>	<b>38</b>	ОПК-3
Лекция. № 7. Оценивание неизвестных распределений вероятностей. Задача оценивания распределений. Виды сходимости оценок непрерывных функций. Эмпирическая	2	

функция распределения. Дискретная (квантильная) оценка функции распределения. Гистограмма. Полиграмма. Оценка неизвестной плотности с помощью разложения по весовым функциям. Оценивание функции распределения и плотности вероятностей рядами Фурье. Об оценивании многомерных плотностей и функций распределения. Контурное оценивание функции распределения. Несмещенные и состоятельные оценки распределений высших порядков по одномерной выборке.		
Практическое занятие. № 13. Задача оценивания распределений. Виды сходимости оценок непрерывных функций. Эмпирическая функция распределения. Дискретная (квантильная) оценка функции распределения. Гистограмма. Полиграмма.	2	
Практическое занятие. № 14. Оценка неизвестной плотности с помощью разложения по весовым функциям. Об оценивании многомерных плотностей и функций распределения. Контурное оценивание функции распределения. Несмещенные и состоятельные оценки распределений высших порядков по одномерной выборке.	2	
Лекция. № 8. Непараметрическое оценивание параметров. О непараметрическом подходе к задаче статистического оценивания. Точечное и интервальное оценивание квантилей. Оценивание линейных функционалов U-статистиками. Упрощенный способ построения U-статистик и распространение этого способа на случай зависимой выработки. Непараметрическое оценивание нелинейных функционалов прямым методом. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на оценке плотности Розенблатта-Парзена. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на гистограмме. Прямые оценки на полиграмме. Оценивание нелинейных функционалов квази-U-статистиками. Квази-U-статистики на гистограмме. Квази-U-статистики на полиграмме. Оценивание "неявных" параметров.	2	
Практическое занятие. № 15. О непараметрическом подходе к задаче статистического оценивания. Точечное и интервальное оценивание квантилей. Оценивание линейных функционалов U-статистиками. Упрощенный способ построения U-статистик и распространение этого способа на случай зависимой выработки.	2	
Практическое занятие. № 16. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на оценке плотности Розенблатта-Парзена. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на гистограмме. Прямые оценки на полиграмме. Оценивание нелинейных функционалов квази-U-статистиками. Квази-U-статистики на гистограмме. Квази-U-статистики на полиграмме.	2	
Лекция. № 9. Критерии согласия. Задача согласия и ее варианты. Критерии согласия на статистиках структуры d. Критерии согласия на выборочных интервалах приведенной выборки. Хи-квадрат критерий. О сравнении критериев согласия структуры d по их мощности. Об одном	2	

<p>эвристическом методе сравнения мощностей тестов согласия структуры. Об экспериментальном сравнении критериев согласия структуры d. Теоретическое сравнение мощностных свойств критериев согласия на выборочных интервалах. Экспериментальное сравнение мощностей некоторых тестов на выборочных интервалах. О некоторых способах решения задачи согласия с использованием свойств порядковых статистик. О критериях согласия для сложной гипотезы. О двухвыборочной задаче согласия. Критерии однородности.</p>		
<p>Практическое занятие. № 17. Задача согласия и ее варианты. Критерии согласия на статистиках структуры d. Критерии согласия на выборочных интервалах приведенной выборки. Хи-квадрат критерий. О сравнении критериев согласия структуры d по их мощности. Об одном эвристическом методе сравнения мощностей тестов согласия структуры.</p>	2	
<p>Практическое занятие. № 18. Об экспериментальном сравнении критериев согласия структуры d. Экспериментальное сравнение мощностей некоторых тестов на выборочных интервалах. О некоторых способах решения задачи согласия с использованием свойств порядковых статистик.</p>	2	

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение</p> <p>Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 7, подготовка к практической работе на тему: задача оценивания распределений. Эмпирическая функция распределения. Дискретная (квантильная) оценка функции распределения. Гистограмма. Полиграмма. Оценка неизвестной плотности с помощью разложения по весовым функциям. Об оценивании многомерных плотностей и функций распределения. Контурное оценивание функции распределения. Несмещенные и состоятельные оценки распределений высших порядков по одномерной выборке.</p> <p>Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 8, подготовка к практической работе на тему: о непараметрическом подходе к задаче статистического оценивания. Точечное и интервальное оценивание квантилей. Оценивание линейных функционалов U-статистиками. Упрощенный способ построения U-статистик и распространение этого способа на случай зависимой выработки. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на оценке плотности Розенблатта-Парзена. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на гистограмме. Прямые оценки на полиграмме. Оценивание нелинейных функционалов квази-U-статистиками. Квази-U-статистики на гистограмме. Квази-U-статистики на полиграмме.</p> <p>Изучение конспектов и учебной литературы по теме лекции № 9, подготовка к практической работе на тему: задача согласия и ее варианты. Критерии согласия на статистиках структуры d. Критерии согласия на выборочных интервалах приведенной выборки. Хи-квадрат критерий. Сравнение критериев согласия структуры d по их мощности. Об экспериментальном сравнении критериев согласия структуры d. Экспериментальное сравнение мощностей некоторых тестов на выборочных интервалах. О некоторых способах решения задачи согласия с использованием свойств порядковых статистик.</p>	20	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Б.1.1.25 "Непараметрическая статистика. Байесова статистика" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Непараметрическая статистика. Байесова статистика", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям практического типа включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего

задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Непараметрическая статистика. Байесова статистика". Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Непараметрическая статистика. Байесова статистика", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Непараметрическая статистика. Байесова статистика", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплины представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Непараметрическая статистика. Байесова статистика" является зачет в 5-ом семестре.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Елисеева, Ирина Ильинична. Статистика [Текст : Электронный ресурс] : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; ответственный редактор И. И. Елисеева. 6-е изд. Москва: Юрайт, 2023. - 619 с ISBN 978-5-534-15117-6.	<a href="https://urait.ru/book/statistika-517575">https://urait.ru/book/statistika-517575</a>
2.	Елисеева, Ирина Ильинична. Статистика. Практикум [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. Москва: Юрайт, 2022. - 514 с ISBN 978-5-9916-3688-9.	<a href="https://urait.ru/bcode/508916">https://urait.ru/bcode/508916</a>
3.	Мхитарян, Владимир Сергеевич. Статистика. В 2 ч. Часть 1 [Текст : Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. 2-е изд. Москва: Юрайт, 2022. - 249 с ISBN 978-5-534-09353-7.	<a href="https://urait.ru/bcode/494854">https://urait.ru/bcode/494854</a>
4.	Мхитарян, Владимир Сергеевич. Статистика. В 2 ч. Часть 2 [Текст : Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / В. С. Мхитарян, Т. Н. Агапова, С. Д. Ильенкова, А. Е. Суринов ; под редакцией В. С. Мхитаряна. 2-е изд. Москва: Юрайт, 2022. - 270 с ISBN 978-5-534-09357-5.	<a href="https://urait.ru/bcode/494855">https://urait.ru/bcode/494855</a>

5.	Гмурман, Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учебник для прикладного бакалавриата : [по всем направлениям и специальностям] / В. Е. Гмурман. 12-е изд. Москва: Юрайт, 2016. - 479 с. ISBN 978-5-9916-6110-2. Экземпляры: всего 29.	29
6.	Гмурман, Владимир Ефимович. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : учебное пособие для прикладного бакалавриата : [по всем направлениям и специальностям] / В. Е. Гмурман. 11-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2016. - 403, [1] с. ISBN 978-5-9916-6109-6. Экземпляры: всего 27.	27
7.	Чураков, Е. П. Введение в многомерные статистические методы [Электронный ресурс] / Чураков Е. П. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 148 с. ISBN 978-5-507-47141-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/330530">https://e.lanbook.com/book/330530</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	518 (III)	Системный блок CEL D-341 FAN/ASUS S-775/512 M/160.0G/DVD+-RW (1), ПК 5 - ICL RAY P222.3 ,клавиат.,мышь.,монитор LG E2251T-BN (14), Сист. блок CE 331/256*2/PC 3200/80 Gb/FDD/DVD-ROM/КЛАВ+МЫШЬ+коврик (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Altium Designer Perpetual EDU v15

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

## ТЕСТ

### Проверка статистических гипотез

#### 1. Доверительные границы - это ...

- а) вероятностная оценка возможных отклонений, в пределах которых может колебаться искомая средняя величина признака при повторных исследованиях
- б) разница между максимальной и минимальной вариантами
- в) разница между средним квадратическим отклонением и ошибкой репрезентативности

г) отношение средней величины к среднему квадратическому отклонению.

**Решение:** доверительные границы - это вероятностная оценка возможных отклонений, в пределах которых может колебаться искомая средняя величина признака при повторных исследованиях.

**Правильный ответ:** а.

2. Для признаков, подчиняющихся нормальному закону распределения, достоверность различия двух средних величин определяется с помощью ...

- а) ошибки репрезентативности
- б) коэффициента вариации
- в) средней арифметической
- г) критерия Стьюдента

**Решение:** для признаков, подчиняющихся нормальному закону распределения, достоверность различия двух средних величин определяется с помощью критерия Стьюдента.

**Правильный ответ:** г.

3. Статистическая достоверность различия между двумя средними величинами определяется с помощью ...

- а) ошибки репрезентативности
- б) коэффициента вариации
- в) среднего квадратического отклонения
- г) критерия Стьюдента

**Решение:** статистическая достоверность различия между двумя средними величинами определяется с помощью критерия Стьюдента.

**Правильный ответ:** г.

4. Критерий достоверности Стьюдента указывает ...

- а) во сколько раз разность сравниваемых средних величин превышает их среднюю ошибку
- б) во сколько раз среднее квадратическое отклонение меньше средней арифметической
- в) на ошибку разности средних величин в генеральной и выборочной

совокупности

**Решение:** критерий достоверности Стьюдента указывает во сколько раз разность сравниваемых средних величин превышает их среднюю ошибку.

**Правильный ответ:** а.

**5.** Вывод, который можно сделать о наличии статистической достоверности различий между двумя выборочными совокупностями, если критерий достоверности Стьюдента превышает значение 2 (при  $n > 30$ ) ...

- а) выявленные различия случайны
- б) выявленные различия не случайны
- в) различий нет

**Решение:** если при сравнении двух выборочных совокупностей критерий достоверности Стьюдента превышает значение 2 (при  $n > 30$ ), можно сделать вывод о достоверном различии между ними с вероятностью 95,5%, т.е. выявленные различия не случайны.

**Правильный ответ:** б.

**6.** Различия между средними величинами двух признаков являются существенными, если величина критерия Стьюдента ( $t$ ) больше или равна:

- а) 0,5
- б) 1,0
- в) 1,5
- г) 2,0
- д) 2,5

**Решение:** если при сравнении двух выборочных совокупностей критерий достоверности Стьюдента превышает значение 2 (при  $n > 30$ ), можно сделать вывод о достоверном различии между ними с вероятностью 95,5%.

**Правильный ответ:** г, д.

**7.** При значении t-критерия (Стьюдента) больше или равном 2 различия двух средних величин ...

- а) достоверны
- б) недостоверны
- в) однородны
- г) независимы

**Решение:** если при сравнении двух выборочных совокупностей критерий достоверности Стьюдента превышает значение 2 (при  $n > 30$ ), можно сделать вывод о достоверном различии между ними с вероятностью 95,5%.

**Правильный ответ:** а.

## ТЕСТ

### Методы статистического анализа данных

**1.** Понятие «Неоднородность статистических совокупностей» означает ...

- а) отсутствие взаимосвязи между признаками
- б) отсутствие упорядочения вариационных рядов
- в) различие между совокупностями по характеризующим признакам, влияющим на изучаемый признак
- г) различие между совокупностями по изучаемым признакам

**Решение:** понятие «Неоднородность статистических совокупностей» означает различие между совокупностями по характеризующим признакам, влияющим на изучаемый признак.

**Правильный ответ:** в.

**2.** Для сравнения показателей, полученных на неоднородных по своему составу совокупностях, используется метод ...

- а) корреляции
- б) выравнивания динамических рядов
- в) стандартизации
- г) экстраполяции

**Решение:** для сравнения показателей, полученных на неоднородных по своему составу совокупностях, используется метод стандартизации.

**Правильный ответ:** в.

**3.** Типы взаимосвязи между явлениями, которые можно установить математическими методами:

- а) корреляционная
- б) механическая
- в) функциональная

г) косвенная

**Решение:** типами взаимосвязи между явлениями, которые можно установить математическими методами, являются функциональная и корреляционная.

**Правильный ответ:** а, в.

**4.** Строгая зависимость процессов или явлений, выраженная математической формулой, называется...

а) корреляционная

б) стандартизованная

в) функциональная

г) регрессионная

**Решение:** строгая зависимость процессов или явлений, выраженная математической формулой, называется «Функциональная связь».

**Правильный ответ:** в.

**5.** Статистический анализ, который используется для выявления вероятностной взаимосвязи между признаками называется...

а) корреляция

б) аппроксимация

в) стандартизация

г) регрессия

**Решение:** для выявления вероятностной взаимосвязи между признаками используется корреляционный анализ.

**Правильный ответ:** а.

**6.** Корреляционная взаимосвязь между изучаемыми признаками может быть обнаружена:

а) с помощью статистической таблицы

б) с помощью графика

в) расчетом коэффициента корреляции

г) применением метода стандартизации

**Решение:** корреляционная взаимосвязь между изучаемыми признаками может быть обнаружена с помощью статистической таблицы, графика и коэффициента корреляции.

**Правильный ответ:** а, б, в.

**7.** О наличии сильной прямой корреляционной зависимости можно говорить при значении коэффициента корреляции ...

- а) больше или равно -0,6;
- б) меньше или равно 0,1;
- в) больше 0,7;
- г) меньше или равно 0,4.

**Решение:** о наличии сильной прямой корреляционной зависимости можно говорить при значении коэффициента корреляции больше 0,7.

**Правильный ответ:** в.

**8.** О наличии сильной обратной корреляционной связи между признаками можно говорить при значении коэффициента корреляции ...

- а) от 0 до 0,3
- б) от 0,3 до 0,7
- в) от 0,7 до 1,0
- г) от 0 до -0,3
- д) от -0,3 до -0,7
- е) от -0,7 до -1,0

**Решение:** о наличии сильной обратной корреляционной связи между признаками можно говорить при значении коэффициента корреляции от -0,7 до -1,0.

**Правильный ответ:** е.

**9.** Значения коэффициента корреляции для прямой взаимосвязи между признаками ...

- а) положительные
- б) отрицательные
- в) любые
- г) меньше или равны -1

**Решение:** значения коэффициента корреляции для прямой взаимосвязи между признаками являются положительными.

**Правильный ответ:** а.

**10.** Значения коэффициента корреляции для обратной взаимосвязи между признаками ...

а) положительные

б) отрицательные

в) любые

г) меньше или равно 1

**Решение:** значения коэффициента корреляции для обратной взаимосвязи между признаками являются отрицательными.

**Правильный ответ:** б.

**11.** Коэффициент корреляции может изменяться в пределах (по модулю числа) ...

а) от 1 до 10

б) от 0 до 1

в) от 0 до 100

г) могут встречаться любые значения

**Решение:** коэффициент корреляции может изменяться в пределах (по модулю числа) от 0 до 1.

**Правильный ответ:** б.

**12.** Минимальное абсолютное значение коэффициента корреляции выражается значением \_\_\_\_ (внесите цифру).

**Решение:** коэффициент корреляции может изменяться в пределах (по модулю числа) от 0 до 1.

**Правильный ответ:** 0.

**13.** Максимальное значение коэффициента корреляции (по модулю) выражается значением \_\_\_\_ (внесите цифру).

**Решение:** коэффициент корреляции может изменяться в пределах (по модулю числа) от 0 до 1.

**Правильный ответ:** 1.

### **Тест по теме: «Проверка гипотез»**

**1. Статистической гипотезой называют предположение:**

а) о виде или параметрах неизвестного закона распределения случайной величины

б) о равенстве двух параметров

- в) о неравенстве двух величин
- г) нет правильного ответа

**2. Простой называют статистическую гипотезу:**

- а) не определяющую однозначно закон распределения
- б) однозначно определяющую закон распределения
- в) определяющую несколько параметров распределения
- г) определяющую один параметр распределения

**3. Сложной называют статистическую гипотезу:**

- а) не определяющую однозначно закон распределения
- б) однозначно определяющую закон распределения
- в) определяющую несколько параметров распределения
- г) определяющую один параметр распределения

**4. Нулевая гипотеза — это:**

- а) выдвинутая гипотеза, которую нужно проверить
- б) альтернативная гипотеза
- в) гипотеза, определяющая закон распределения
- г) гипотеза о равенстве нулю параметра распределения

**5. Конкурирующая гипотеза — это:**

- а) выдвинутая гипотеза, которую нужно проверить
- б) гипотеза, определяющая закон распределения
- в) гипотеза, противоположная нулевой
- г) гипотеза о неравенстве нулю параметра распределения

**6. Статистическим критерием называют:**

- а) правило, устанавливающее условия, при которых проверяемую гипотезу следует либо отвергнуть, либо не отвергнуть
- б) правило, устанавливающее условия, при которых проверяемая гипотеза верна
- в) правило, устанавливающее условия, при которых проверяемая гипотеза не верна
- г) правило, устанавливающее условия, при которых проверяемую гипотезу следует отвергнуть

**7. Нулевую гипотезу отвергают, если:**

- а) наблюдаемые значения статистики критерия попадают в критическую область
- б) наблюдаемые значения статистики критерия не попадают в критическую область
- в) наблюдаемые значения статистики критерия попадают в допустимую область

г) наблюдаемые значения статистики критерия равны нулю

**8. Что называют ошибкой первого рода альфа?**

а) Гипотеза  $H_0$  верна и ее принимают согласно критерию

б) Гипотеза  $H_0$  верна, но ее отвергают согласно критерию

в) Гипотеза  $H_0$  не верна и ее отвергают согласно критерию

г) Гипотеза  $H_0$  не верна, но ее принимают согласно критерию

**9. Что называют ошибкой второго рода бета?**

а) Гипотеза  $H_0$  верна и ее принимают согласно критерию

б) Гипотеза  $H_0$  верна, но ее отвергают согласно критерию

в) Гипотеза  $H_0$  не верна и ее отвергают согласно критерию

г) Гипотеза  $H_0$  не верна, но ее принимают согласно критерию

**10. Что называют мощностью критерия:**

а) вероятность не допустить ошибку второго рода

б) вероятность не допустить ошибку первого рода

в) вероятность не допустить ошибку первого или второго рода

г) нет правильного ответа

**11. Что называют мощностью критерия:**

а) Гипотеза  $H_0$  верна и ее принимают согласно критерию

б) Гипотеза  $H_0$  верна, но ее отвергают согласно критерию

в) Гипотеза  $H_0$  не верна и ее отвергают согласно критерию

г) Гипотеза  $H_0$  не верна, но ее принимают согласно критерию

**12. В каком критерии используется распределение Стьюдента?**

а) при проверке гипотезы о равенстве генеральных средних

б) при проверке гипотезы о значении вероятности события

в) Бартлетта

г) Кохрана

**13. В каком критерии используется распределение Фишера-Снедекора?**

а) при проверке гипотезы о равенстве генеральных средних

б) при проверке гипотезы о значении вероятности события

в) при проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий

г) при проверке гипотезы о значении генеральной дисперсии

**14. В каком критерии используется нормальное распределение?**

- а) при проверке гипотезы о равенстве вероятностей
- б) при проверке гипотезы о значении вероятности события
- в) при проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий
- г) при проверке гипотезы о значении генеральной дисперсии

**15. В каком критерии используется распределение Пирсона?**

- а) при проверке гипотезы о равенстве генеральных средних
- б) при проверке гипотезы о значении вероятности события
- в) Бартлетта
- г) Кохрана

**16. При проверке гипотезы о значении генеральной средней гипотеза  $H_0$  отвергается, если:**

- а) наблюдаемое значение по модулю больше критического
- б) наблюдаемое значение по модулю больше или равно критическому
- в) наблюдаемое значение меньше критического
- г) наблюдаемое значение не равно критическому

**17. При проверке гипотезы о значении вероятности события гипотеза  $H_0$  отвергается, если:**

- а) наблюдаемое значение по модулю больше критического
- б) наблюдаемое значение по модулю больше или равно критическому
- в) наблюдаемое значение меньше критического
- г) наблюдаемое значение не равно критическому

**18. При проверке гипотезы о равенстве генеральных средних двух нормальных совокупностей гипотеза  $H_0$  не отвергается, если:**

- а) наблюдаемое значение по модулю меньше или равно критического
- б) наблюдаемое значение по модулю больше или равно критическому
- в) наблюдаемое значение меньше критического
- г) наблюдаемое значение не равно критическому

**19. При проверке гипотезы о значении генеральной средней при неизвестной генеральной дисперсии используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) нормальный закон распределения

**20. При проверке гипотезы о значении генеральной средней при известной дисперсии**

**используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) нормальный закон распределения

**21. При проверке гипотезы о равенстве генеральных средних двух нормальных совокупностей с неизвестными генеральными дисперсиями используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) нормальный закон распределения

**22. При проверке гипотезы о равенстве генеральных средних двух нормальных совокупностей с известными генеральными дисперсиями используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) нормальный закон распределения

**23. Критерий Бартлетта и критерий Кохрана применяются:**

- а) при проверке гипотезы о значении генеральной средней
- б) при проверке гипотезы о равенстве генеральных средних
- в) при проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий
- г) при проверке гипотезы о значении генеральной дисперсии

**24. При проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий двух нормальных совокупностей используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) критерий Бартлетта

**25. Критерий Бартлетта и критерий Кохрана применяются в случае:**

- а) сравнения 2 генеральных дисперсий
- б) сравнения значений генеральных средних
- в) сравнения более 2 генеральных дисперсий
- г) сравнения значений вероятностей

**26. При использовании критерия Кохрана рассматриваются выборки:**

- а) равного объема
- б) разного объема
- в) любого объема
- г) объемом 30

**27. При использовании критерия Бартлетта рассматриваются выборки:**

- а) равного объема
- б) разного объема
- в) любого объема
- г) объемом 30

**28. По какому принципу выбирается критическая область?**

- а) вероятность попадания в нее должна быть минимальной, если верна гипотеза  $H_0$  и максимальной в противном случае
- б) вероятность попадания в нее должна быть минимальной, если верна гипотеза  $H_1$  и максимальной в противном случае
- в) вероятность попадания в нее должна быть равна 0
- г) вероятность попадания в нее должна быть максимальной, если верна гипотеза  $H_0$  и минимальной в противном случае
- г) нет правильного ответа

**29. При проверке гипотезы об однородности ряда вероятностей в случае полиномиального распределения используется:**

- а) распределение Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора
- в) распределение Стьюдента
- г) нормальный закон распределения

**30. Какие выборочные характеристики используются при расчёте статистики FN при проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий:**

- а) исправленные выборочные дисперсии
- б) выборочные дисперсии
- в) средние арифметические
- г) частоты

**31. При проверке гипотезы о виде неизвестного закона распределения используется:**

- а) критерий согласия Пирсона
- б) F-распределение Фишера-Снедекора

в) критерий Бартлетта

г) критерий Кохрана

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА**

1. О математической трактовке неизвестности распределения и о терминологии непараметрической статистики.
2. Типы непараметрических задач.
3. Принцип инвариантности и решение непараметрических задач.
4. Эвристический подход к решению непараметрических задач.
5. Метод функционалов в непараметрической статистике.
6. Характеристики качества статистических процедур.
7. Свойства точечных оценок параметров.
8. О качестве интервальных оценок.
9. Тесты, их характеристики и свойства.
10. Сравнение тестов при конечном объеме выборки.
11. Типы асимптотического поведения функции мощности.
12. Асимптотическое поведение мощности теста (случай Питмана).
13. Питмановская асимптотическая относительная эффективность теста.
14. О соотношениях между различными мерами эффективности.
15. Свойства порядковых статистик.
16. Распределение упорядоченной статистики и порядковых статистик.
17. Распределение порядковых статистик в дискретном случае.
18. Асимптотические распределения крайних порядковых статистик.
19. Асимптотические свойства выборочных квантилей.
20. Статистические свойства выборочных интервалов и блоков.
21. Выборочные блоки их покрытия.
22. Распределение покрытий и их сумм.
23. Статистическая эквивалентность выборочных блоков.

24. Общие свойства выборочных интервалов.
25. Асимптотические свойства выборочных интервалов.
26. О моментах выборочных интервалов.
27. Статистические свойства рангов.
28. Ранги. Условия информативности рангов.
29. Свойства ранговых векторов при инвариантности к перестановкам.
30. Распределение рангового вектора при отсутствии инвариантности к перестановкам.
31. О статистической связи между наблюдением и его рангом.
32. О свойствах рангов компонент двумерной выборки.
33. Законы больших чисел и предельные теоремы как непараметрические факты.
34. Неравенства Маркова и Чебышева.
35. Законы больших чисел.
36. Центральные предельные теоремы для сумм независимых случайных величин.
37. Центральные предельные теоремы для сумм зависимых случайных величин.
38. О предельных распределениях не нормального типа.
39. Оценивание неизвестных распределений вероятностей.
40. Задача оценивания распределений.
41. Виды сходимости оценок непрерывных функций.
42. Эмпирическая функция распределения.
43. Дискретная (квантильная) оценка функции распределения.
44. Гистограмма. Полиграмма.
45. Оценка неизвестной плотности с помощью разложения по весовым функциям.
46. Оценивание функции распределения и плотности вероятностей рядами Фурье.
47. Об оценивании многомерных плотностей и функций распределения.
48. Контурное оценивание функции распределения.

49. Несмещенные и состоятельные оценки распределений высших порядков по одномерной выборке.
50. Непараметрическое оценивание параметров.
51. О непараметрическом подходе к задаче статистического оценивания.
52. Точечное и интервальное оценивание квантилей.
53. Оценивание линейных функционалов U-статистиками.
54. Упрощенный способ построения U-статистик и распространение этого способа на случай зависимой выработки.
55. Непараметрическое оценивание нелинейных функционалов прямым методом.
56. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на оценке плотности Розенблатта-Парзена.
57. Прямые оценки нелинейных функционалов, основанные на гистограмме.
58. Прямые оценки на полиграмме.
59. Оценивание нелинейных функционалов квази-U-статистиками.
60. Квази-U-статистики на гистограмме.
61. Квази-U-статистики на полиграмме.
62. Оценивание «неявных» параметров.
63. Критерии согласия.
64. Задача согласия и ее варианты.
65. Критерии согласия на статистиках структуры  $d$ .
66. Критерии согласия на выборочных интервалах приведенной выборки.
67. Хи-квадрат критерий.
68. О сравнении критериев согласия структуры  $d$  по их мощности.
69. Об одном эвристическом методе сравнения мощностей тестов согласия структуры.
70. Об экспериментальном сравнении критериев согласия структуры  $d$ .
71. Теоретическое сравнение мощностных свойств критериев согласия на выборочных интервалах.
72. Экспериментальное сравнение мощностей некоторых тестов на выборочных интервалах.

- 73. О некоторых способах решения задачи согласия с использованием свойств порядковых статистик.
- 74. О критериях согласия для сложной гипотезы.
- 75. О двувывборочной задаче согласия. Критерии однородности.