

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 04.10.2023 16:47:08  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:  
Руководитель ООП

*Язенин* / А.В. Язенин /

«13» *сентября* 2020 года

**Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)**

## **НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Направление подготовки

01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Профиль подготовки

Системный анализ

Для студентов 3-го курса

Форма обучения – очная

Составитель:

к.ф.-м.н., доцент О.И. Сидорова

*О.И. Сидорова*

Тверь, 2020

## I. Аннотация

### 1. Цель и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся представления о специфике и области применения системы моделей непараметрической статистики, ознакомление с основными процедурами и методами анализа «негауссовских признаков», включая оценку взаимосвязей, точечное и интервальное оценивание, проверку статистических гипотез.

Задачи освоения дисциплины: формирование у студентов навыков анализа данных имеющих «негауссовскую» природу, включая нечисловые признаки, ознакомление с возможностями современных пакетов прикладного анализа, приобретение навыков программной реализации и апробации методов непараметрической статистики на современных языках программирования.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Блоку 1, части, формируемой участниками образовательных отношений, раздела «Дисциплины профиля подготовки».

Для успешного усвоения курса обязательно требуются знания математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики.

**3. Объем дисциплины:** 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 0 часов, практические занятия 0 часов; лабораторные занятия 64 часов, в т.ч. практическая подготовка 64 часа.

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 10, в том числе курсовая работа 10;

**самостоятельная работа:** 106 часов, в том числе контроль 32.

### 4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический	ПК-1.1 Обосновывает возможность применения конкретных методов к задачам профессиональной деятельности  ПК-1.2 Проводит адаптацию и совершенствование конкретных математических методов для решения

аппарат	прикладных задач ПК-1.3 Осуществляет выбор и реализует математические методы, обеспечивающие решение конкретных задач
ПК-3 Способность собирать, обрабатывать и анализировать данные для решения прикладных задач	ПК-3.1 Осуществляет сбор и проводит анализ свойств исходных данных по прикладной задаче  ПК-3.2 Применяет современные методы обработки и анализа данных для информационного обеспечения решения прикладных задач

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения – экзамен 6 семестр, курсовая работа - 6 семестр.**

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Непараметрическая статистика, как система методов

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятел ьная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лабораторные занятия		Контроль самостоятель ной работы (в том числе курсовая работа)	
		всего	в т.ч. пр актич еская подго товка		
<b>Непараметрическая статистика, как система методов</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основная задача математической статистики.</li> <li>• Параметрические методы и ограничения по их применимости.</li> <li>• Непараметрический подход и его преимущества.</li> <li>• Основные понятия теории оценивания и проверки статистических гипотез.</li> </ul>	8	6	6	0	2

<b>Задача о дихотомических данных</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверка гипотез о вероятностях (биномиальный критерий).</li> <li>• Точечное и интервальное оценивание вероятности.</li> </ul>	22	2	2	0	20
<b>Одновыборочная задача о сдвиге</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерий знаковых рангов Уилкоксона, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> <li>• Критерий знаков Фишера, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> </ul>	20	8	8	0	12
<b>Двухвыборочная задача о сдвиге</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Медианный критерий, методы коррекции вероятности групповой ошибки.</li> <li>• Критерий ранговых сумм Уилкоксона, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> <li>• Критерий Манна–Уитни.</li> <li>• Размер эффекта. Оценка величины эффекта. Апостериорные статистики для парных сравнений.</li> </ul>	20	10	10	2	8
<b>Двухвыборочная задача о рассеянии (масштабе).</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерий Ансари–Бредли.</li> <li>• Критерий Сиджела-Тьюки.</li> <li>• Критерий Мозеса, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> </ul>	20	10	10	2	8
<b>Однофакторный дисперсионный анализ.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерий Краскелла-Уоллиса.</li> <li>• Критерий Джонкхиера-Терпстры.</li> <li>• Сравнение обработок, оценка контраста.</li> <li>• Оценка величины эффекта. Апостериорные статистики для множественных сравнений.</li> </ul>	20	10	10	0	10

<b>Двухфакторный дисперсионный анализ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерий Фридмана.</li> <li>• Критерий Пейджа.</li> </ul>	20	8	10	0	12
<b>Непараметрический корреляционный анализ.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерий Кенделла, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> <li>• Критерий Спирмена, основанные на нем точечная и интервальная оценки.</li> <li>• Коэффициент конкордации.</li> </ul>	20	10	10	2	8
<b>Проверка на случайность.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сериальные критерии.</li> <li>• Ранговые критерии.</li> <li>• Критерии наличия тренда в среднем и в дисперсии.</li> </ul>	20	0	0	2	18
<b>Критерии симметрии.</b>	10	0	0	2	8
<b>ИТОГО</b>	180	64	64	10	106

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
Непараметрическая статистика, как система методов	Лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала (презентация)
Задача о дихотомических данных	Лабораторные занятия	2. Изложение теоретического материала (презентация) 3. Решение задач
Одновыборочная задача о сдвиге	Лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач
Двухвыборочная задача о сдвиге	Лабораторные занятия, курсовая работа	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Двухвыборочная задача о рассеянии (масштабе).	Лабораторные занятия, курсовая работа	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала

Однофакторный дисперсионный анализ.	Лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач
Двухфакторный дисперсионный анализ	Лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач
Непараметрический корреляционный анализ.	Лабораторные занятия, курсовая работа	1. Изложение теоретического материала (презентация) 2. Решение задач 3. Самостоятельное изучение теоретического материала
Проверка на случайность.	Курсовая работа	1. Самостоятельное изучение теоретического материала 2. Решение задач
Критерии симметрии.	Курсовая работа	1. Самостоятельное изучение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лабораторных занятий и различных форм самостоятельной работы студентов.

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лабораторные занятия в компьютерных классах, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов организуется в форме решения заданий по предложенным тематикам, а также выполнении расчетных или курсовых работ, письменных домашних заданий.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

#### **ПК-1 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат**

ПК-1.1 Обосновывает возможность применения конкретных методов к задачам профессиональной деятельности

Форма аттестации: ответ по темам курса (экзамен)

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- *ответ целостный, верный, теоретически обоснованный. Ключевые понятия и термины полностью раскрыты. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 30 баллов;*
- *теоретическая аргументация неполная или смысл ключевых понятий не объяснен – 20 баллов;*
- *допущены ошибки, приведшие к искажению смысла. терминологический аппарат раскрыт – 10 баллов;*
- *допущены ошибки, свидетельствующие о непонимании темы. Терминологический аппарат не раскрыт – 0 баллов;*
- *верно решены задачи, иллюстрирующая знание курса – 10 баллов;*
- *при решении задач, допущены арифметические ошибки – 5 баллов;*
- *при решении задач, допущены логические ошибки – 3 балла;*
- *решение задач неверно или отсутствует – 0 баллов.*

ПК-1.2 Проводит адаптацию и совершенствование конкретных математических методов для решения прикладных задач

Форма аттестации: решение задач по темам курса (работа в течение семестра):

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- *решение полно и верно – 3 балла;*
- *решение верное, но недостаточно обоснованное или допущена арифметическая ошибка – 2 балла;*
- *в решении допущена логическая ошибка – 1 балл;*
- *решение отсутствует или неверно – 0 баллов.*

ПК-1.3 Осуществляет выбор и реализует математические методы, обеспечивающие решение конкретных задач

Форма аттестации: решение задач по темам курса (модуль):

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- *решение полно и верно – 3 балла;*
- *решение верное, но недостаточно обоснованное или допущена арифметическая ошибка – 2 балла;*
- *в решении допущена логическая ошибка – 1 балл;*
- *решение отсутствует или неверно – 0 баллов.*

**ПК-3 Способность собирать, обрабатывать и анализировать данные для решения прикладных задач**

ПК-3.1 Осуществляет сбор и проводит анализ свойств исходных данных по прикладной задаче

Форма аттестации: выполнение курсовой работы (теоретическая часть)

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- *ответ целостный, верный, теоретически обоснованный. Ключевые понятия и термины полностью раскрыты. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 30 баллов;*
- *теоретическая аргументация неполная или смысл ключевых понятий не объяснен – 20 баллов;*
- *допущены ошибки, приведшие к искажению смысла. терминологический аппарат раскрыт – 10 баллов;*
- *допущены ошибки, свидетельствующие о непонимании темы. Терминологический аппарат не раскрыт – 0 баллов;*
- *верно решены задачи, иллюстрирующая знание курса – 10 баллов;*
- *при решении задач, допущены арифметические ошибки – 5 баллов;*
- *при решении задач, допущены логические ошибки – 3 балла;*
- *решение задач неверно или отсутствует – 0 баллов.*

ПК-3.2 Применяет современные методы обработки и анализа данных для информационного обеспечения решения прикладных задач

Форма аттестации: выполнение курсовой работы (практическая часть: программная реализация)

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- *все расчеты произведены верно, выводы обоснованы и правильно аргументированы – 50 баллов;*
- *все расчеты произведены верно, выводы обоснованы, но в ответе присутствуют ошибки, свидетельствующие о недостаточном понимании некоторых разделов курса – 30-49 баллов;*
- *расчеты верны, но аргументация неполна или частично неверна – 10-29 баллов;*
- *верно решена только часть заданий, аргументация отсутствует – 1-9 баллов;*
- *решения не верны или отсутствуют – 0 баллов.*

**V. Учебно – методическое и информационное обеспечение дисциплины**



## 1) Рекомендуемая литература

### а) основная литература:

1. Орлов, А.И. Прикладная статистика : учебное пособие / А.И. Орлов. - 2-е изд. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 946 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100765>
2. Романов, А.И. Распределения случайных величин и основы статистических методов обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие / А.И. Романов, Т.А. Семенова, Н.С. Воронова. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-2225-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/119506>
3. Сдвижков, О.А. Непараметрическая статистика в MS Excel и VBA / О.А. Сдвижков. - Москва : ДМК Пресс, 2014. - 172 с. - ISBN 978-5-94074-917-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/58695>
4. Шуленин, В.П. Дополнительные главы математической статистики (курс лекций): учебное пособие / В.П. Шуленин. - Томск : ТГУ, 2018. - 516 с. - ISBN 978-5-89503-617-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/112825>

### б) дополнительная литература:

1. Хиценко, В.Е. Непараметрическая статистика в задачах защиты информации: пособие / В.Е. Хиценко. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 196 с. - ISBN 978-5-7782-1989-2; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228606>
2. Наглядная статистика. Используем R!: учебное пособие / А.Б. Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова, А.И. Коробейников. - Москва : ДМК Пресс, 2014. - 298 с. — ISBN 978-5-94074-828-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/50572>
3. Тюрин, Ю.Н. Непараметрические методы статистики / Ю.Н. Тюрин. - Москва: Знание, 2013. - 65 с.: ил. - (Математика, кибернетика); То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458382>
4. Холлендер М., Вульф Д.А. Непараметрические методы статистики. М.: Финансы и статистика, 2013. - 518 с.
5. Шуленин, В.П. Математическая статистика: учебное пособие / В.П. Шуленин. - Томск: Издательств/во "НТЛ", 2012. - Ч. 2. Непараметрическая статистика. - 388 с. - ISBN 978-5-89503-502-3; То же

## 2) Программное обеспечение

### а) Лицензионное программное обеспечение

<p>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 4б (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатное ПО;</p> <p>Apache Tomcat 8.0.27 – бесплатное ПО;</p> <p>Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009;</p> <p>GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1 – бесплатное ПО;</p> <p>Google Chrome – бесплатное ПО;</p> <p>Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатное ПО;</p> <p>JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3 – бесплатное ПО;</p> <p>JetBrains PyCharm Edu 3.0 – бесплатное ПО;</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – бесплатное ПО;</p> <p>Lazarus 1.4.0 - бесплатное ПО;</p> <p>MATLAB R2012b – Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012;</p> <p>Mathcad 15 M010 – Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011;</p> <p>Microsoft Office профессиональный плюс 2013 – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;</p> <p>Microsoft SQL Server 2014 Express LocalDB - бесплатное ПО;</p> <p>Microsoft Visio Professional 2013 - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;</p> <p>MS Visual Studio Ultimate 2013 с обновлением 4 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017;</p> <p>MiKTeX 2.9 – бесплатное ПО;</p> <p>MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатное ПО;</p> <p>NetBeans IDE 8.0.2- бесплатное ПО;</p>
--	--

	<p>NetBeans IDE 8.2- бесплатное ПО;  Notepad++ - бесплатное ПО;  Oracle VM VirtualBox 5.0.2 - бесплатное ПО;  Origin 8.1 Sr2 – договор №13918/М4 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;  Python 3.1 pygame-1.9.1 - бесплатное ПО;  Python 3.4 numpy-1.9.2 - бесплатное ПО;  Python 3.4.3 - бесплатное ПО;  Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit) - бесплатное ПО;  WCF RIA Services V1.0 SP2 - бесплатное ПО;  WinDjView 2.1 - бесплатное ПО;</p> <p>MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017.</p>
<p>Компьютерный класс №1 факультета ПМиК №251 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC – Russian – бесплатное ПО;  Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009;  Google Chrome – бесплатное ПО;  Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) – бесплатное ПО;  Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – бесплатное ПО;  Lazarus 1.4.0 - бесплатное ПО;</p> <p>MATLAB R2012b – Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012;</p> <p>Mathcad 15 M010 – Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011;</p> <p>Microsoft Office профессиональный плюс 2013 – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;</p> <p>MS Visual Studio Ultimate 2013 с обновлением 4 - Акт предоставления прав № Tr035055 от 19.06.2017;MiKTeX 2.9 – бесплатное ПО;</p> <p>MPICH2 64-bit - бесплатное ПО;</p> <p>MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатное ПО;  NetBeans IDE 8.0.2- бесплатное ПО;  Notepad++ - бесплатное ПО;  OpenOffice - бесплатное ПО;</p>

	<p>Origin 8.1 Sr2 – договор №13918/М4 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»;</p> <p>Python 3.4.3 - бесплатное ПО;</p> <p>Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit) - бесплатное ПО;</p> <p>WCF RIA Services V1.0 SP2 - бесплатное ПО;</p> <p>WinDjView 2.1 - бесплатное ПО;</p> <p>MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017.</p>
--	---

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

### 4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.stat.cmu.edu/~larry/all-of-nonpar/data.html> – данные к книге «All of nonparametric statistics.»
2. <http://r-analytics.blogspot.com> – сайт, сопровождающий книгу «Статистический анализ и визуализация данных с помощью R.»

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

*В самостоятельную работу* студента входит

- изучение основной и дополнительной учебной литературы по курсу;
- выполнение домашних заданий;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к модулям и экзамену.

**Рубежной формой** контроля успеваемости студентов является экзамен.

**Текущий контроль** осуществляется по заданиям, предназначенным для самостоятельного выполнения.

**Промежуточный контроль** включает 2 расчетные работы и осуществляется в процессе обучения в соответствии со сроками, установленными учебным планом. По его результатам проставляются текущие баллы в учетных ведомостях, которые ведет преподаватель.

**Результатирующая оценка** за семестр складывается из

- текущего рубежного контроля;
- самостоятельной работы студентов;
- экзаменационной оценки.

Распределения баллов по каждому модулю и рубежному контролю выглядит следующим образом:

<b>Содержание работы</b>	<b>Модуль 1</b>	<b>Модуль 2</b>
Контрольная работа	30	30
Экзамен	<b>40</b>	

**Вопросы для подготовки к экзамену.**

1. Непараметрическая статистика (цели, задачи, область применения, методы, свойства статистик);
2. Анализ дихотомических данных (алгоритм проверки гипотез, асимптотическое приближение, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал для вероятности, сравнение вероятностей в разных совокупностях);
3. Одновыборочная задача о сдвиге: критерий знаковых рангов Уилкоксона (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
4. Одновыборочная задача о сдвиге: критерий знаков Фишера (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
5. Двухвыборочная задача о сдвиге: медианный критерий (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, методы коррекции вероятности групповой ошибки);
6. Двухвыборочная задача о сдвиге: критерий знаковых сумм Уилкоксона (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
7. Двухвыборочная задача о сдвиге: критерий Манна-Уитни (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
8. Понятие величины эффекта. Апостериорная оценка величины эффекта при сравнении 2-х выборок ( $r$ -отношение, вероятность превосходства, дельта Клиффа,  $A$ -статистика Варга и Делани, тета-Фримана).

9. Двухвыборочная задача о масштабе: критерий Ансари-Брэдли (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение);
10. Двухвыборочная задача о масштабе: критерий Сиджела-Тьюки (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
11. Двухвыборочная задача о масштабе: критерий Мозеса (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, непараметрические точечная оценка и доверительный интервал);
12. Однофакторный дисперсионный анализ: критерий Краскелла-Уолисса (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи, методы сравнения обработок);
13. Однофакторный дисперсионный анализ: критерий Джонкхиера-Терпстры (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи);
14. Апостериорная оценка величины эффекта при множественных сравнениях: групповой эффект (статистики  $\eta^2$  и  $\epsilon^2$ ) и эффекты «один против остальных» (дельта Клиффа, A-статистика Варга и Делани, тета-Фримана).
15. Двухфакторный дисперсионный анализ: критерий Фридмана (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи);
16. Двухфакторный дисперсионный анализ: критерий Пейджа (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи);
17. Непараметрические коэффициенты корреляции:  $\tau$ -Кендэлла (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи);
18. Непараметрические коэффициенты корреляции:  $\rho$ -Спирмена (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи);
19. Непараметрические коэффициенты корреляции: конкордация Кендэлла (предположения, алгоритм проверки гипотезы, распределение тестовой статистики, асимптотическое приближение, коррекция на связи).

### *Типовые задачи на модуль*

#### **Модуль 1.**

1. В течение двух недель фиксировались средние ежедневные интенсивности сетевых атак. Исследования отвергли предположение о росте интенсивности сетевых атак (сдвига нет). Для проверки гипотезы об

отсутствии различий в интенсивностях атак использовать критерий ранговых сумм Уилкоксона и приближение Имана. Оценить параметр  $\Delta$  и построить для него доверительный интервал.

2. Сравняется содержание оксида  $K_2O$  в пробах гранитной интрузии, полученное при использовании 2-х разных методов анализа. Сдвиговые различия между образцами отсутствуют. Проверить с помощью критерия Сиджела–Тьюки отсутствие различий в масштабных параметрах.

## **Модуль 2.**

1. Исследуются данные о длительности пребывания пациентов в различных отделениях больницы. Провести сравнение обработок с помощью критерия Краскела–Уоллиса и статистики Имана–Давенпорта. Оценить размер эффекта с помощью статистик  $\theta$ –Фримана,  $\eta^2$  и  $\varepsilon^2$ . Провести сравнение обработок с контролем (кардиология), используя консервативный и асимптотические методы.
2. Исследуется зависимость стоимости квартир  $Z$  (тыс. руб.) от удаленности квартиры от областного центра  $X$  (км) и общей площади  $Y$  (кв.м). Построить матрицу ранговых корреляций Спирмена и найти фактор, который наиболее тесно связан со стоимостью квартиры. Проверить гипотезу о значимости соответствующего коэффициента корреляции, опираясь на формальную статистику и аппроксимацию Имана–Конновера. Оценить частный коэффициент корреляции для выбранной пары и проверить его на значимость.

### *Методические указания для выполнения курсовой работы*

#### **Темы.**

- Вариант 1.** Двухвыборочный критерий сдвига Фишера–Йэйтса–Терри–Гёфдинга.
- Вариант 2.** Двухвыборочный критерий сдвига Ван дер Вардена.
- Вариант 3.** Двухвыборочный критерий сдвига Хаги.
- Вариант 4.** Двухвыборочный критерий сдвига Гаека–Шидака.
- Вариант 6.**  $k > 2$  выборочный критерий сдвига Фишера–Йэйтса–Терри–Гёфдинга.
- Вариант 7.**  $k > 2$  выборочный критерий сдвига Ван дер Вардена.
- Вариант 8.**  $k > 2$  выборочный критерий сдвига Хеттманспергера для альтернатив с упорядочением.
- Вариант 9.**  $k > 2$  выборочный критерий сдвига Краузе.
- Вариант 10.** Квартильный критерий масштаба.
- Вариант 11.** Масштабный критерий Муда.
- Вариант 12.** Масштабный критерий Сэндвика–Олесона.
- Вариант 13.** Сериальный критерий Вальда–Вольфовица.
- Вариант 14.** Критерий числа серий знаков первых разностей.
- Вариант 15.** Критерии ранговой корреляции Вальда–Вольфовица.

**Вариант 16.** Критерии ранговой корреляции Бартелса.

**Вариант 17.** Критерий симметрии Уилкоксона.

**Вариант 18.** Знаковый критерий симметрии.

### *Задание.*

**Теоретическая часть:** описать исследуемый алгоритм и проиллюстрировать его применение на численном примере.

**Практическая часть:** написать на любом языке программу, реализующую указанный алгоритм и протестировать её работу на трёх-четырёх примерах.

**Литература:** Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: Физматлит, 2006. - 816 с.

### **Оценка за работу.**

По результатам выполнения курсовой работы проводится собеседование со студентами, в ходе которого проверяется степень владения теоретическим материалом, необходимым для выполнения работы и степень владения основными методами, применяемыми при решении задач математической статистики. Итоговая оценка выставляется с учетом результатов собеседования.

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 310 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Столы, стулья, переносной ноутбук, переносной проектор, доска аудиторная	Google Chrome – бесплатно Microsoft Office 365 pro plus - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.
Учебная аудитория для	Столы, стулья, переносной ноутбук,	Google Chrome – бесплатно



<p>проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 205 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)</p>	<p>переносной проектор, доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Office 365 pro plus - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 318 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)</p>	<p>Столы, стулья, переносной ноутбук, переносной проектор, доска аудиторная 1 Проектор Panasonic PT-VW340ZE 2 Экран настенный Draper Star</p>	<p>Google Chrome – бесплатно Microsoft Office 365 pro plus - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных</p>	<p>Столы, стулья, переносной ноутбук, переносной проектор, доска аудиторная 1 Компьютер NO NAME 2 Монитор AOC e2350Sda, 230LM00008 3 МФУ Canon LaserBase MF3228, F189400</p>	<p>Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018 Microsoft Windows 10</p>

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 3л (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)		Enterprise - Акт на передачу прав № 687 от 31 июля 2018
---	--	--

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения</b>
1.	I. 3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку по темам	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета