

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«07» марта 2024 г.  
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Продвинутая статистика»**

**Направление подготовки:** 02.03.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Искусственный интеллект

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 4 года

**Год набора:** 2024

**Москва  
2024**

## Содержание

<b>1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Перечень планируемых результатов обучения</b> .....	4
<b>3. Тематический план</b> .....	5
<b>4. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение</b> .....	6
<b>6. Материально-техническое обеспечение</b> .....	6
<b>7. Методические и оценочные материалы</b> .....	8

## **1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Продвинутая статистика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Продвинутая статистика» позволяет студентам эффективно анализировать сложные данные и выявлять закономерности, что критически важно для научных, математических исследований и бизнес-анализа. Кроме того, навыки, полученные в рамках курса, помогают специалистам принимать более информированные решения на основе количественных данных.

### **Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 4 семестре.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** заключается в углубленном освоении студентами методов статистического анализа и интерпретации данных для принятия обоснованных решений в различных областях науки и практики.

### **Задачи изучения дисциплины (модуля):**

- формирование знаний основ параметрической статистики и методы оценивания, методы проверки статистических гипотез, основные концепции непараметрической статистики, продвинутые статистические методы;
- применение методов точечного и интервального оценивания;
- проведение и интерпретация проверки гипотез;
- использование линейных моделей для анализа данных;
- планирование и реализация бутстрап-оценок и A/B тестов;
- эффективное использование методов параметрического оценивания;
- проведение статистических проверок и анализ результата;
- практический навык работы с линейными моделями;
- применение сложных статистических методов в практических исследованиях.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
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.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализации математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов
		ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач

### 3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинарские (практические занятия)					
1	Параметрическая статистика: точечное и интервальное оценивание	6	12		20	Домашние задания
2	Параметрическая статистика: интервальное оценивание. Параметрическая статистика: проверка гипотез	6	12		20	Домашние задания, контрольная работа
3	Непараметрическая статистика	6	12		18	Домашние задания
4	Линейные модели	6	12		18	Домашние задания, контрольная работа
5	Современные методы статистики	6	12		18	Домашние задания
	<i>Экзамен</i>			6		
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>94</b>	
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>	<b>190</b>				
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</b>	<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Параметрическая статистика: точечное и интервальное оценивание	Точечное оценивание. Интервальное оценивание. Методы построения интервалов
2	Параметрическая статистика: интервальное оценивание. Параметрическая статистика: проверка гипотез	Интервальное оценивание. Проверка гипотез. Методы проверки гипотез: критерии (t-критерий, Z-критерий, критерий хи-квадрат). Ошибки первого и второго рода: объяснение и примеры.
3	Непараметрическая статистика	Основы непараметрической статистики. Применение непараметрических методов
4	Линейные модели	Линейные модели. Определение линейной регрессии: простая и множественная линейная регрессия. Параметры модели: коэффициенты, интерсепт, интерпретация.
5	Современные методы статистики	Современные методы статистики. Сравнение традиционных и современных методов.

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### *Основная литература:*

1. Малугин, В. А. Математическая статистика : учебник для вузов / В. А. Малугин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06965-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563990>.

### *Дополнительная литература:*

1. Трофимов, А. Г. Математическая статистика : учебное пособие для вузов / А. Г. Трофимов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21177-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559506>.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		

AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Продвинутая статистика» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как практические занятия, домашние задания и контрольные работы, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Практическое занятие* – активное взаимодействие студентов с преподавателем и друг с другом, направленное на применение теоретических знаний на практике.

Занятие включает выполнение конкретных заданий, лабораторных работ или проектов, что способствует глубокому пониманию материала. Студенты должны заранее ознакомиться с темой занятия и подготовить необходимые материалы. В процессе работы важно активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы и делиться мнениями. Преподаватель предоставляет обратную связь и направляет студентов, что позволяет улучшить их навыки и углубить знания.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Контрольная работа* – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы - получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины (модуля) и продемонстрировать навыки их практического применения.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины.

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Продвинутая статистика»**

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Продвинутая статистика» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	15%	15	Набор задач по темам недели
Контрольные работы	50%	2	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Экзамен	35%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по курсу

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Продвинутая статистика»:**  $\langle 0,15 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,5 \times \text{среднее за контрольные работы} + 0,35 \times \text{экзамен} \rangle$ .

### Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Типовые домашние задания

#### Домашнее задание: Параметрическая статистика: точечное и интервальное оценивание

1. Определите, что такое точечное оценивание и приведите два примера точечных оценок.
2. Объясните, что такое доверительный интервал и как он рассчитывается. Приведите пример.
3. Рассчитайте 95% доверительный интервал для среднего значения выборки с данными: 5, 7, 8, 6, 9. Предположите, что стандартное отклонение известно.
4. Опишите методы построения доверительных интервалов для пропорций. Приведите пример расчета.
5. Обсудите, как размер выборки влияет на ширину доверительного интервала.

#### Домашнее задание: Параметрическая статистика: интервальное оценивание и проверка гипотез

1. Объясните, что такое нулевая и альтернативная гипотезы. Приведите примеры.
2. Опишите процесс проверки гипотез, включая выбор уровня значимости. Как он влияет на результаты?
3. Рассчитайте t-критерий для следующих данных: 12, 15, 14, 10, 13. Используйте уровень значимости 0.05.
4. Приведите пример, когда вы бы использовали Z-критерий вместо t-критерия. Объясните, почему.
5. Объясните ошибки первого и второго рода. Приведите примеры ситуаций, в которых они могут возникнуть.

#### Домашнее задание: Непараметрическая статистика

1. Определите, что такое непараметрическая статистика и когда она используется. Приведите примеры.
2. Объясните, как тест Манна-Уитни применяется для сравнения двух групп. Приведите пример.

3. Рассчитайте и интерпретируйте результаты знакового теста для следующего набора данных: 1, 2, 3, 4, 5. Используйте уровень значимости 0.05.
4. Опишите критерий Краскала-Уоллиса и в каких случаях его следует использовать.
5. Обсудите преимущества и недостатки непараметрических методов по сравнению с параметрическими методами.

### **Домашнее задание: Обобщение и применение**

1. Сравните точечное и интервальное оценивание. В каких ситуациях лучше использовать каждое из них?
2. Объясните, как интервал может помочь в принятии решений в бизнесе или науке.
3. Приведите пример исследования, где использовались методы проверки гипотез, и обсудите результаты.
4. Рассмотрите ситуацию, в которой данные не соответствуют нормальному распределению. Как это повлияет на выбор методов анализа?
5. Обсудите, как современные методы статистики могут дополнить традиционные методы, включая как параметрические, так и непараметрические подходы.

### **Примерные задания по контрольной работе**

#### **Контрольная работа №1**

1. Определите непараметрическую статистику и объясните, в каких ситуациях она предпочтительнее параметрической статистики.
2. Приведите пример непараметрического теста и опишите, как он применяется для анализа данных.
3. Объясните, как тест Манна-Уитни используется для сравнения двух независимых выборок. Приведите пример применения.
4. Рассчитайте и интерпретируйте результаты знакового теста для следующего набора данных: 3, 5, 6, 4, 7. Используйте уровень значимости 0.05.
5. Опишите критерий Краскала-Уоллиса и в каких случаях его следует использовать. Как он отличается от ANOVA?
6. Объясните, как тест Вилкоксона применяется для сравнения двух связанных выборок. Приведите пример.
7. Обсудите преимущества и недостатки непараметрических методов по сравнению с параметрическими методами.
8. Приведите пример реального исследования, в котором использовались непараметрические методы, и обсудите его результаты.

#### **Контрольная работа №2**

1. Определите линейную регрессию и объясните, как она используется для моделирования зависимостей между переменными.
2. Что такое простая линейная регрессия? Приведите формулу и объясните значения каждого параметра.
3. Рассчитайте коэффициенты линейной регрессии для следующего набора данных (x, y): (1, 2), (2, 3), (3, 5), (4, 4). Определите интерцепт и наклон.
4. Объясните, что такое множественная линейная регрессия и как она отличается от простой линейной регрессии.

5. Приведите пример, когда использование множественной линейной регрессии будет более подходящим, чем простая линейная регрессия.

6. Объясните, как интерпретировать коэффициенты множественной линейной регрессии. Что означает положительный и отрицательный коэффициент?

7. Обсудите, что такое мультиколлинеарность и как она может повлиять на результаты множественной линейной регрессии.

8. Приведите пример реального исследования, в котором использовалась линейная регрессия, и обсудите его результаты.

### Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	<p>Какое из следующих утверждений о точечном оценивании является верным?</p> <p>А) Точечное оценивание всегда дает точный результат.            В) Точечное оценивание представляет собой единственное значение, которое используется для оценки параметра популяции.            С) Точечное оценивание всегда является средним значением выборки.            D) Точечное оценивание не используется в статистике.</p>	В	ОПК-1
2.	<p>Какой параметр не используется в простой линейной регрессии?</p> <p>А) Наклон            В) Интерсепт            С) Коэффициент корреляции            D) Случайная ошибка</p>	С	ОПК-1
3.	<p>Какой из следующих методов является современным методом статистики?</p> <p>А) Линейная регрессия            В) Деревья решений            С) t-тест            D) ANOVA</p>	В	ПК-1
4.	<p>Как называется ошибка, когда нулевая гипотеза отвергается, хотя она верна?</p>	Ошибка I рода	ПК-1
5.	<p>Что такое ошибка II рода?</p>	Неправильное принятие	ПК-1
6.	<p>Какой параметр описывает уровень значимости в тестировании гипотез?</p>	Альфа	ПК-1
7.	<p>Что такое p-значение в контексте проверки гипотез?</p>	Вероятность	ПК-1
8.	<p>Какой метод используется для анализа данных с порядковыми шкалами?</p>	Критерий Манна-Уитни	ПК-1
9.	<p>Что такое интервальное оценивание?</p>	Диапазон	ОПК-1

10.	Какой критерий используется для сравнения средних двух выборок?	t-критерий	ОПК-1
11.	Какой критерий применяется для проверки равенства дисперсий?	F-критерий	ОПК-1
12.	Какой метод используется для анализа распределения данных без предположений о параметрах?	Непараметрический	ОПК-1
13.	Какой критерий используется для проверки гипотезы о распределении выборки?	Критерий хи-квадрат	ОПК-1