
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Основы статистики. Продвинутый»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Программная инженерия в
ритейле

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Основы статистики. Продвинутый» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Программная инженерия в ретейле, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Основы статистики. Продвинутый» позволяет сформировать глубокое понимание теоретических основ и практических методов математической статистики, необходимых для анализа данных, проверки гипотез, построения доверительных интервалов и проведения продуктивных экспериментов, а также развить навыки интерпретации статистических выводов в условиях реальных данных и принятия обоснованных решений.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Программная инженерия в ретейле и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 1 курсе во 2 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): подготовить специалистов к эффективной работе с количественными данными, обеспечив их инструментами для точного анализа, оценки неопределённости, проверки гипотез и проведения A/B тестов с использованием продвинутых статистических методов, включая работу с ratio-метриками и техниками ускорения экспериментов.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить основные распределения, их параметры и применение в моделировании реальных процессов;
- научиться строить и интерпретировать точечные и интервальные оценки с использованием классических и численных методов (включая бутстрап);
- приобрести навыки проверки статистических гипотез с применением параметрических и непараметрических критериев;
- освоить методы анализа зависимости между переменными: ковариация, корреляция, линейная регрессия;
- научиться проектировать, запускать и анализировать A/B тесты, включая работу с ratio-метриками и применение техник ускорения экспериментов;
- развить умение применять статистические методы в практической деятельности с использованием языка Python.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- определения, параметры и характеристики основных распределений;
- точечные оценки и их свойства;
- метод моментов и метод максимального правдоподобия;
- основные предельные теоремы математической статистики;

- методика построения и виды доверительных интервалов;
- методика бутстрапа для различных задач;
- понятия и алгоритмы, связанные с тестированием гипотез;
- понятие ковариации и различные виды корреляции, а также значимость корреляций;
- основные понятия линейной регрессии;
- этапы и различные техники A/B тестирования;
- ratio-метрики и методы ускорения A/B тестов.

уметь:

- визуализировать плотность и рассчитывать характеристики различных распределений;
- рассчитывать и интерпретировать точечные оценки на выборке;
- строить доверительные интервалы;
- тестировать гипотезы с помощью параметрических и непараметрических критериев;
- оцифровывать зависимость между случайными величинами и определять значимость зависимости;
- проектировать, запускать и анализировать A/B тесты;
- работать с ratio-метриками в A/B тестах;
- применять техники для ускорения продуктовых экспериментов.

владеть:

- навыком строить распределения и рассчитывать их характеристики в python;
- способами рассчитывать и интерпретировать точечные и интервальные оценки;
- опытом делать выводы с помощью тестирования гипотез;
- практикой использовать бутстрап для построения оценок и тестирования гипотез;
- опытом делать выводы о корреляции и каузации случайных величин;
- практикой запускать, мониторить и оцифровывать результаты проведения A/B тестов;
- Методами ускорения продуктовых экспериментов.

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)
УК-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает современные методы прикладной математики, а также алгоритмические основы решения задач в условиях реальных данных ретейла; владеет инструментами и технологиями, применяемыми для анализа и обработки больших объёмов информации (включая отечественные программные средства)
		ОПК-1.2.	Умеет формализовать бизнес-задачи ретейла в виде математических моделей, выбирать и применять алгоритмы и методы решения, интерпретировать результаты и представлять их в форме, доступной для технических и управленческих стейкхолдеров
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт решения прикладных задач в сфере ретейла в рамках учебных, научных или проектных работ, включая обработку реальных данных, разработку аналитических моделей и интеграцию решений в программные системы, а также участие в командных проектах, направленных на повышение эффективности бизнес-процессов
ОПК-3.	Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе	ОПК-3.1.	Знает принципы проектирования и архитектуры программного обеспечения, современные языки программирования, фреймворки и инструменты разработки, а также особенности применения отечественных

	современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства		программных продуктов и платформ в условиях цифровой экономики
		ОПК-3.2.	Умеет разрабатывать, тестировать и сопровождать прикладные программные средства, интегрировать их с базами данных, аналитическими системами и внешними сервисами, а также адаптировать программные решения под требования бизнеса в сфере ретейла
		ОПК-3.3.	Имеет практический опыт разработки программных модулей или систем, используемых для реализации математических моделей и анализа данных в ретейле, включая участие в командных проектах, сопровождение кодовой базы, документирование решений и внедрение в производственную среду
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области программной инженерии в ретейле	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы, относящиеся к области программной инженерии в ретейле, а также ключевые закономерности и модели, которые помогают в анализе и интерпретации данных
		ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области программной инженерии в ретейле, выявлять и формулировать общие закономерности и тенденции, а также применять методы исследования для получения новых знаний и понимания
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области программной инженерии в ретейле, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях, где были выявлены и описаны общие формы и закономерности
ПК-3.	Способен применять методы анализа данных и математического моделирования для поддержки управленческих и операционных решений в информационных системах	ПК-3.1.	Знает методы математического моделирования, анализа данных и оценки эффективности цифровых решений в рамках функционирования и развития информационных систем
		ПК-3.2.	Умеет анализировать практические ситуации, разрабатывать и применять математические и аналитические модели, а также интерпретировать полученные результаты с учётом показателей эффективности функционирования и результативности процессов
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт решения прикладных задач, связанных с оптимизацией процессов обработки данных, анализом поведения пользователей и повышением

			эффективности функционирования информационных систем
--	--	--	---

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Введение. Аксиоматика теории вероятностей	4	8		15	Домашние задания
2	Распределения и оценки	6	12		20	Домашние задания
3	Гипотезы и А/В тесты	7	14		26	Домашние задания
4	Зависимость случайных величин	8	16	2	20	Домашние задания, Контрольная работа
5	Продвинутые А/В тесты	6	8		15	Домашние задания
	Экзамен			4		
Итого:		30	58	6	96	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение. Аксиоматика теории вероятностей	Аксиоматика случайных величин
2	Распределения и оценки	Дискретные и непрерывные распределения Свойства точечных оценок - 1 Свойства точечных оценок - 2 Методы построения оценок Доверительные интервалы и численные методы
3	Гипотезы и А/В тесты	Введение в гипотезы и продуктовые эксперименты р-значение, минимальный детектируемый эффект и мощность Критерий Стьюдента и тесты на дисперсию Множественное тестирование и Ratio-метрики Контрольная работа на семинаре Непараметрические критерии
4	Зависимость случайных величин	Зависимость случайных величин Корреляция Линейная регрессия - 1 Линейная регрессия - 2
5	Продвинутые А/В тесты	Ускорение продуктовых экспериментов

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. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565694>.

2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 479 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00211-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559584>.

Дополнительная литература:

1. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21643-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/581860>.

2. Статистика : учебник для вузов / под редакцией В. С. Мхитаряна. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 503 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18687-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568978>.

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;
- механическими калькуляторами;
- 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 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	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

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
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		

Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
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
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
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) «Основы статистики. Продвинутый» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, контрольная работа, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

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.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

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

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) «Основы статистики. Продвинутый»

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, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

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 (модуль). 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) «Основы статистики. Продвинутый» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	60%	14	Набор задач по темам недели

Активность	Вес	Количество	Описание
Контрольная работа	20%	1	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Экзамен	20%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Основы статистики. Продвинутый»: $0,6 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{контрольная работа} + 0,2 \times \text{экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Оценка параметров и доверительные интервалы с бутстрапом

Задание:

- Даны выборки из двух распределений:
 - Время загрузки страницы (в сек): экспоненциальное распределение, $n = 50$
 - Количество кликов на пользователя: Пуассон, $n = 100$
- Для каждого распределения:
 - Оцените параметр методом моментов и методом максимального правдоподобия
 - Постройте 95% доверительный интервал аналитически (если возможно)
 - Примените бутстрап (1000 выборок) для построения доверительного интервала
- Сравните результаты и объясните различия.
- Визуализируйте плотности выборок и апостериорные распределения параметров (через бутстрап).

Требования:

- Код на Python (scipy, numpy, seaborn)
- Интерпретация оценок и интервалов
- Вывод о применимости методов в условиях малой выборки

Домашнее задание 2. А/В тест с множественными метриками и ratio-метриками

Задание:

- Проведён А/В тест по новому интерфейсу платформы. Данные:
 - Контроль: 5000 пользователей, общее время сессии = 12000 мин, количество сессий = 8000
 - Тест: 5200 пользователей, общее время = 12800 мин, сессий = 8200
- Оцените:
 - Среднее время сессии (классическая метрика)
 - Среднее время на сессию (ratio-метрика: $\text{total_time} / \text{sessions}$)
- Для каждой метрики:
 - Постройте доверительный интервал

- Проверьте гипотезу о различии (t-тест, бутстрап)
4. Примените дельта-метод для ratio-метрики и сравните с бутстрапом.
 5. Проверьте 4 дополнительные метрики (CTR, конверсия, глубина просмотра, частота возврата) и примените коррекцию на множественное тестирование (FDR).

Требования:

- Чёткое разделение типов метрик
- Обоснование выбора метода для ratio-метрик
- Рекомендации для продуктовой команды

Домашнее задание 3. Ускорение экспериментов: ковариаты и CUPED

Задание:

1. Даны данные о 2000 пользователях:
 - До эксперимента: время на сайте (X)
 - После: конверсия в целевое действие (Y)
 - Принадлежность к группе (T)
2. Постройте:
 - Обычный A/B тест (сравнение средних Y)
 - A/B тест с ковариатой X (анализ сопряжённой регрессии)
 - Примените метод CUPED: используйте X как контрольную переменную для снижения дисперсии
3. Сравните:
 - Доверительные интервалы
 - p-значения
 - Оценку эффекта
4. Оцените, на сколько сократился размер выборки при сохранении той же мощности.
5. Объясните, как использование предэкспериментальных данных ускоряет эксперименты.

Требования:

- Реализация CUPED шаг за шагом
- Визуализация снижения дисперсии
- Интерпретация для продуктового аналитика

Примерные задания для контрольной работы

Задание 1

1. Что такое несмещённая оценка? Приведите пример.
2. Постройте 90% доверительный интервал для среднего при $\bar{x}=25$, $s=5$, $n=40$.
3. Сформулируйте нулевую и альтернативную гипотезы для проверки увеличения конверсии.
4. Какой критерий использовать, если распределение не нормальное?
5. Объясните, зачем нужен минимальный детектируемый эффект (MDE).

Задание 2

1. Что такое метод максимального правдоподобия?
2. Даны 100 испытаний, 30 успехов. Оцените p для биномиального распределения.
3. Проверьте гипотезу: $H_0: p=0.2$ против $H_1: p>0.2$ ($\alpha = 0.05$).

4. Что такое мощность теста? Как она зависит от MDE?
5. В чём суть бутстрапа? Приведите пример его применения.

Задание 3

1. Что такое ковариация и чем она отличается от корреляции?
2. Постройте уравнение линейной регрессии по данным: $\bar{x}=4, \bar{y}=10, s_x=2, s_y=5, r=0.8$.
3. Как интерпретировать коэффициент наклона?
4. Что такое p-уровень значимости корреляции?
5. Почему важно различать корреляцию и каузацию?

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой источник информации считается наиболее достоверным для статистических методов?	Рецензируемые журналы	УК-6
2.	Что необходимо зафиксировать для воспроизводимости статистического эксперимента?	Random seed	УК-6
3.	Зачем требуется информированное согласие при сборе данных пользователей?	Этика исследований	УК-6
4.	Каким образом планируется развитие компетенций в области статистики?	Индивидуальный план обучения	УК-6
5.	Запишите формулу аксиомы аддитивности для несовместных событий.	$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$	ОПК-1
6.	Что выражает математическое ожидание дискретной случайной величины?	$E[X] = \sum x_i \cdot p_i$	ОПК-1
7.	Какое распределение описывает количество успехов в n испытаниях?	Биномиальное	ОПК-1
8.	Какое свойство оценки означает $E[\hat{\theta}] = \theta$?	Несмещенность	ОПК-1
9.	Какой критерий применяется для сравнения средних двух независимых выборок?	t-критерий Стьюдента	ПК-1
10.	Что показывает p-значение в проверке статистических гипотез?	$P(T \geq t H_0)$	ПК-1
11.	Как рассчитывается минимальный детектируемый эффект (MDE)?	$MDE \propto \sigma / \sqrt{n}$	ПК-1
12.	Какой тест используется при нарушении предположения о нормальности распределения?	Критерий Манна-Уитни	ПК-1

13.	Запишите формулу коэффициента корреляции Пирсона.	$r = \text{cov}(X, Y) / (\sigma_x \cdot \sigma_y)$	ПК-3
14.	Как выглядит уравнение простой линейной регрессии?	$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$	ПК-3
15.	Что минимизирует метод наименьших квадратов (OLS)?	$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2$	ПК-3
16.	Какая поправка применяется при множественной проверке гипотез?	$\alpha_{\text{new}} = \alpha / k$	ПК-3
17.	Чему равна мощность статистического теста?	$1 - \beta$	ПК-3
18.	Как называется метод снижения дисперсии через ковариаты в А/В тестах?	CUPED	ПК-6
19.	Запишите формулу энтропии Шеннона для дискретного распределения.	$H(X) = -\sum p_i \log p_i$	ПК-6
20.	Какой подход позволяет ускорить сходимость эксперимента?	Последовательное тестирование	ПК-6