

---

**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:** Управление продуктами и системами

**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 .....            | 10 |
| 6. Материально-техническое обеспечение .....        | 10 |
| 7. Методические и оценочные материалы .....         | 12 |

## **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 Управление продуктами и системами, 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 продуктовых 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 Управление продуктами и системами и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 или 4 семестре на выбор, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины (модуля) «Основы Python».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** подготовить специалистов к эффективной работе с количественными данными, обеспечив их инструментами для точного анализа, оценки неопределённости, проверки гипотез и проведения А/В 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 А/В 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 основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области |
|             |                                                                                                                             | ОПК-1.2.              | Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме                               |
|             |                                                                                                                             | ОПК-1.3.              | Имеет практический опыт работы над проектами или                                                                                                                                                                                      |

|       |                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                       |         | исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи                                      |
| ПК-1. | Способен определять общие формы и закономерности в области управления продуктами и системами                                                                                                                                          | ПК-1.1. | Знает основные теоретические концепции и принципы, относящиеся к области управления продуктами и системами, а также ключевые закономерности и модели, которые помогают в анализе и интерпретации данных           |
|       |                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-1.2. | Умеет проводить систематический анализ продуктов и систем, 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 управления продуктами и системами, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях, где были выявлены и описаны общие формы и закономерности |
| ПК-3. | Способен решать задачи профессиональной деятельности в области управления продуктами и системами, формулировать результаты анализа и выявлять последствия полученных данных для принятия обоснованных решений и оптимизации продуктов | ПК-3.1. | Знает методы и инструменты управления продуктами и системами                                                                                                                                                      |
|       |                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-3.2. | Умеет применять аналитические инструменты и программное обеспечение для обработки и визуализации данных, а также формулировать выводы на основе проведенного анализа                                              |
|       |                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-3.3. | Имеет опыт работы над реальными проектами в области управления продуктами и системами, включая анализ пользовательского поведения и оптимизацию продуктов на основе полученных данных                             |

|       |                                                                                                                       |         |                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-6. | Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере управления продуктами и системами | ПК-6.1. | Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в сфере управления продуктами и системами                    |
|       |                                                                                                                       | ПК-6.2. | Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений |
|       |                                                                                                                       | ПК-6.3. | Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач                                      |

### 3. Тематический план

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

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

| №п/п | Наименование раздела дисциплины<br>(модуля)  | Содержание дисциплины (модуля) по темам                                                                                                                                                                                             |
|------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Введение. Аксиоматика теории<br>вероятностей | Аксиоматика случайных величин                                                                                                                                                                                                       |
| 2    | Распределения и оценки                       | Дискретные и непрерывные распределения<br>Свойства точечных оценок - 1<br>Свойства точечных оценок - 2<br>Методы построения оценок<br>Доверительные интервалы и численные методы                                                    |
| 3    | Гипотезы и А/В тесты                         | Введение в гипотезы и продуктовые эксперименты<br>р-значение, минимальный детектируемый эффект и<br>мощность<br>Критерий Стьюдента и тесты на дисперсию<br>Множественное тестирование и Ratio-метрики<br>Непараметрические критерии |
| 4    | Зависимость случайных величин                | Зависимость случайных величин<br>Корреляция<br>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<br>(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) «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                                                                                            |
| 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»:**  $\langle 0,6 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{контрольная работа} + 0,2 \times \text{экзамен} \rangle$ .

### 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

2. Оцените:
  - Среднее время сессии (классическая метрика)
  - Среднее время на сессию (ratio-метрика:  $\text{total\_time} / \text{sessions}$ )
3. 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.    | Что такое метод моментов?               | Метод оценки параметров через приравнивание выборочных и теоретических моментов | ОПК-1       |
| 2.    | Что значит "состоятельная оценка"?      | Сходится по вероятности к истинному значению при росте выборки                  | ПК-1        |
| 3.    | Что такое доверительный интервал?       | Интервал, покрывающий параметр с заданной вероятностью                          | ПК-3        |
| 4.    | Как работает бутстрап?                  | Метод повторной выборки с возвращением для оценки статистик                     | ПК-3        |
| 5.    | Что такое $p$ -значение?                | Вероятность получить такие или более экстремальные данные при $H_0$             | ПК-3        |
| 6.    | Что такое мощность теста?               | Вероятность отвергнуть ложную нулевую гипотезу                                  | ПК-1        |
| 7.    | Что такое MDE?                          | Минимальный эффект, который нужно обнаружить с заданной мощностью               | ПК-3        |
| 8.    | Какой критерий для сравнения дисперсий? | F-критерий (Фишера)                                                             | ПК-3        |
| 9.    | Что такое U-критерий Манна-Уитни?       | Непараметрический тест для сравнения двух независимых выборок                   | ПК-3        |

|     |                                                       |                                                                           |       |
|-----|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| 10. | Что такое ошибка I рода?                              | Отклонение верной нулевой гипотезы (ложноположительный результат)         | ПК-3  |
| 11. | Что такое ковариата в A/B тесте?                      | Переменная, коррелирующая с метрикой, используемая для снижения дисперсии | ПК-1  |
| 12. | Как CUPED ускоряет эксперименты?                      | Уменьшает дисперсию метрики с помощью предэкспериментальных данных        | ПК-3  |
| 13. | Что такое ratio-метрика?                              | Отношение двух случайных величин (например, среднее время на сессию)      | ПК-3  |
| 14. | Как оценить ratio-метрику?                            | Через дельта-метод или бутстрап                                           | ПК-3  |
| 15. | Что такое FDR?                                        | Уровень ложных открытий — доля ошибок среди всех значимых результатов     | ПК-3  |
| 16. | Как контролировать FDR?                               | Процедура Бенджамини-Хохберга                                             | ПК-3  |
| 17. | Что такое $R^2$ ?                                     | Доля объяснённой дисперсии в регрессии                                    | ПК-1  |
| 18. | Почему важно планировать размер выборки заранее?      | Чтобы обеспечить достаточную мощность и избежать ложных выводов           | ОПК-1 |
| 19. | Как команда может согласовать метрики для A/B теста?  | Через совместную постановку гипотез и приоритизацию                       | УК-6  |
| 20. | Зачем нужна предварительная регистрация эксперимента? | Чтобы предотвратить р-hacking и обеспечить воспроизводимость              | УК-6  |