

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

*подпись*  
«02» июня 2026



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.11 «А/В-тестирование и Uplift-моделирование»**

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность Искусственный интеллект и аналитика данных

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «А/В-тестирование и Uplift-моделирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Е.Н. Калайдин, доктор физ.-мат. наук,  
профессор

  
подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании центра искусственного интеллекта  
протокол № 4 «14» мая 2026 г.  
Руководитель центра ИИ Коваленко А.В.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики  
протокол № 3 «15» мая 2026 г.  
Председатель УМК факультета Добровольская Н.Ю.

  
подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины - Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по планированию, проведению и анализу А/В-тестов, а также по построению и применению Uplift-моделей для оценки причинно-следственного воздействия в маркетинге, IT и бизнес-аналитике.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- Изучить принципы статистического вывода и проверки гипотез.
- Освоить методологию планирования А/В-теста (определение размера выборки, единицы рандомизации, ключевых метрик).
- Научиться анализировать результаты А/В-теста, учитывать множественное тестирование и другие подводные камни.
- Понять концепцию причинно-следственного влияния (causal inference) и ограничения А/В-тестирования.
- Освоить методы Uplift-моделирования для прогнозирования восприимчивости клиентов к воздействиям.
- Приобрести практические навыки реализации всех этапов на Python с использованием библиотек pandas, scikit-learn, statsmodels и специализированных библиотек для Uplift.

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

Дисциплина «А/В-тестирование и Uplift-моделирование» относится к Блоку 1 Дисциплин, часть учебного плана формируемая участниками образовательных отношений.

Входными знаниями для освоения данной дисциплины являются знания, умения и опыт, накопленный студентами в процессе изучения дисциплин «Теория вероятностей», «Обработка данных на Python». Результаты изучения дисциплины будут существенно использованы в дисциплинах: «Машинное обучение», «Технологии обработки больших данных».

**Пререквизиты:** Б1.О.15 Курс теории вероятностей (MF-1.2(Б)),

**Постреквизиты:** Б1.О.27 Основы прикладной статистики (MF-1.2(С)), Б1.В.16 Нейросетевые технологии (MF-3.2(С)), Б1.В.20 Интеллектуальные методы оптимизации (MF-3.2(С)), Б1.В.13 Разработка ИИ агентов (ML-2.1(С)), Б1.В.21 Рекомендательные системы (ML-2.1(С)), Б1.В.12 Машинное обучение (ML-4.1(С)), Нейросетевые технологии (MF-4.1(С))

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

*Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)*

*Извлечение знаний из данных, построение аналитических моделей, использующих МО и ИИ.*

*Задачи:*

1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.
2. Создание прогнозных моделей
3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.

*Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)*

*Автоматизация и операционное управление жизненным циклом МО-моделей*

*Задачи:*

1. DevOps для ML.
2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.
3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.

*Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)*

*Управление процессами создания ИИ-решений, включая координацию команды разработки*

*Задачи:*

1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
2. Анализ бизнес-требований и постановка задач
3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и содержание компетенции                                                                                                                                                                                                                          | Индикатор компетенции                                                                                                                                                                      | Уровень сформированности индикаторов компетенции (Б – базовый, С – средний, П – продвинутый)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                     | 2                                                                                                                                                                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ПК-4 Способность анализировать цифровой след в соответствии с моделью деятельности человека (группы людей) и информационно-коммуникационной системой (ИКС) для выявления закономерностей, прогнозирования поведения и принятия управленческих решений | ПК-4.1 Умение применять методы сбора и обработки цифрового следа для построения и анализа моделей деятельности человека/группы                                                             | ПК-4.1. Знать: типы и источники цифрового следа (логи вебсайтов, клики, транзакции, взаимодействия с приложением), пригодные для анализа в A/B-тестах и построения uplift-моделей.<br>Уметь: планировать процесс сбора цифрового следа для конкретного A/B-теста или бизнес-задачи: определять ключевые события, единицы анализа и необходимые метрики;<br>Владеть: методикой проведения полного цикла анализа на основе цифрового следа: от планирования сбора данных и их обработки до построения, валидации моделей и интерпретации результатов для принятия решений. |
| MF-1 Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ                                                                                                                  | MF-1.2 Применяет аппарат теории вероятностей, мат. статистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта                                             | (Б) Проводит оценку распределений и статистических зависимостей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| MF-3 Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта.                                                                                  | MF-3.2 Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации. | (Б) Знает и использует стандартные методы поиска гиперпараметров, такие как поиск по сетке и случайный поиск, для настройки моделей машинного обучения в стандартных задачах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ML-2 Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения включая подготовку данных оценку качества моделей и работу с признаками                                                                                                  | ML-2.1 Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения                                                                                        | (Б) Различает основные типы задач машинного обучения (обучение с учителем, без учителя и с подкреплением). Применяет типовые подходы к решению базовых задач с использованием готовых инструментов и библиотек (ScikitLearn).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ML-4 Способен применять методы обучения без учителя для анализа структуры данных и выявления скрытых закономерностей                                                                                                                                  | ML-4.1 Применяет алгоритмы кластеризации и понижения размерности для решения практических задач                                                                                            | (Б) Применяет стандартные библиотеки для обучения без учителя (ScikitLearn), понимает базовые модели для кластерного анализа (неиерархическая кластеризация - k-средних, DBSCAN, иерархическая кластеризация), методы понижения размерности (PCA, t-SNE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2. Структура и содержание дисциплины

## 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                    |                                    | Всего часов | Семестры (часы) |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------|
|                                       |                                    |             | 4               |
| Контактная работа, в том числе:       |                                    | 50,2        | 50,2            |
| Аудиторные занятия (всего):           |                                    | 48          | 48              |
| Занятия лекционного типа              |                                    | 16          | 16              |
| Лабораторные занятия                  |                                    | 32          | 32              |
| Иная контактная работа:               |                                    | 2,2         | 2,2             |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) |                                    | 2           | 2               |
| Промежуточная аттестация (ИКР)        |                                    | 0,2         | 0,2             |
| Самостоятельная работа, в том числе:  |                                    | 21,8        | 21,8            |
| Подготовка к текущему контролю        |                                    | 21,8        | 21,8            |
| Контроль:                             |                                    | -           | -               |
| Подготовка к экзамену                 |                                    | -           | -               |
| Общая трудоемкость                    | час.                               | 72          | 72              |
|                                       | в том числе контактная ра-<br>бота | 50,2        | 50,2            |
|                                       | зач. ед                            | 2           | 2               |

## 2.2 Структура дисциплины

| №                                       | Наименование разделов (тем)                    | Количество часов |                   |           |                      |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
|                                         |                                                | Всего            | Аудиторная работа |           | Внеаудиторная работа |
|                                         |                                                |                  | Л                 | ЛР        |                      |
| 1                                       | 2                                              | 3                | 4                 | 5         | 6                    |
| 1.                                      | Введение в А/В-тестирование и проверку гипотез | 16,8             | 4                 | 8         | 4,8                  |
| 2.                                      | Планирование и анализ А/В-теста                | 18               | 4                 | 8         | 6                    |
| 3.                                      | Введение в Uplift-моделирование                | 17               | 4                 | 8         | 5                    |
| 4.                                      | Применение Uplift-моделей и валидация          | 18               | 4                 | 8         | 6                    |
| <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>     |                                                | <b>69,8</b>      | <b>16</b>         | <b>32</b> | <b>21,8</b>          |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)   |                                                | -                |                   |           |                      |
| Промежуточная аттестация (ИКР)          |                                                | 2,2              |                   |           |                      |
| <b>Общая трудоемкость по дисциплине</b> |                                                | <b>72</b>        |                   |           |                      |

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)                    | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Соответствие индикаторам компетенций |
|----|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1  | 2                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |
| 1. | Введение в А/В-тестирование и проверку гипотез | Основы А/В-тестирования. Что такое А/В-тест? Области применения (веб-аналитика, маркетинг, UX). Принципы рандомизации и контрольных групп. Роль статистики в А/В-тестировании. (2часа)<br>Статистические основы. Нулевая и альтернативная гипотезы. P-value, уровень значимости ( $\alpha$ ) и мощность теста ( $1-\beta$ ). Ошибки I и II рода. Доверительные интервалы. (2часа)                                                                  | ПК-4.1, MF-1.2                       |
| 2. | Планирование и анализ А/В-теста                | Планирование А/В-теста. Определение единицы рандомизации. Выбор ключевых метрик (primary и guardrail). Расчет минимального detectable effect (MDE) и размера выборки. Инструменты для расчета (например, statsmodels.stats.power). (2часа)<br>Продвинутые аспекты и подводные камни. Проблема множественного тестирования (поправка Бонферрони). АА-тесты. Временные эффекты. Причины ложноположительных и ложноотрицательных результатов. (2часа) | ПК-4.1, MF-1.2                       |

| №  | Наименование раздела (темы)            | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Соответствие индикаторам компетенций |
|----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1  | 2                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |
| 3. | Введение в Uplift-моделирование        | Причинно-следственные связи. Ограничения А/В-теста. Концепция Uplift (прирост). Когорты пользователей: Persuadables, Sure Things, Lost Causes, Sleeping Dogs. (2часа)<br>Основные подходы к Uplift-моделированию. Модели с одной моделью (S-Learner), с двумя моделями (T-Learner). Трансформация таргета для классификации (Class Transformation Method). (2часа) | ML-2.1, ML-4.1                       |
| 4. | Применение Uplift-моделей и валидация. | Продвинутые архитектуры Uplift-моделей. X-Learner, R-Learner. Деревья решений для Uplift (Uplift Tree). Использование ансамблевых методов. (2часа)<br>Uplift-моделирование в контексте GenAI. Применение для тестирования промптов, интерфейсов на базе LLM. Валидация генеративных моделей через причинно-следственный подход. (2 часа)                           | ПК-4.1, MF-3.2                       |

### 2.3.2 Лабораторные занятия

| № | Тема                                                                                                                                                                                 | Задание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Соответствие индикаторам компетенций |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Введение в А/В-тестирование и проверку гипотез. Генерация и первичный анализ синтетических данных для А/В-теста (4 часа)<br>Проверка стат. гипотез: t-тест и $\chi^2$ -тест (4 часа) | Написать функцию на Python для генерации синтетических данных двух групп (А и В) с заданным эффектом (например, конверсия 10% vs 12%). Визуализировать распределения метрик. Рассчитать разницу в средних и построить "наивный" доверительный интервал с помощью бутстрапа. (4 часа)<br>Для сгенерированных в ЛР1 данных провести статистические тесты (t-тест для непрерывных метрик, $\chi^2$ -тест для пропорций) с использованием scipy.stats. Интерпретировать полученные p-values и сделать вывод о значимости различий. (4 часа)                       | MF-1.2                               |
| 2 | Планирование и анализ А/В-теста.<br>Расчет длительности и мощности А/В-теста. (4 часа)<br>Анализ результатов реального А/В-теста (4 часа)                                            | Используя данные из ЛР1 или новый бизнес-кейс (например, увеличение среднего чека), рассчитать необходимый размер выборки для достижения мощности 80% и 90% при заданном $\alpha$ . Сравнить, как MDE влияет на требуемый размер выборки. (4часа)<br>На предоставленном датасете (например, результаты теста изменений на сайте) провести полный анализ: проверить равномерность разбиения, проанализировать основные и контрольные метрики, сделать вывод о запуске изменения. Учесть поправку на множественное тестирование, если метрик несколько. (4часа) | ПК-4.1, ML-2.1                       |
| 3 | Введение в Uplift-моделирование.<br>Подготовка данных и построение S-Learner и T-Learner (4 часа)<br>Валидация Uplift-моделей: Qini Curve и AUUC (4 часа)                            | На синтетическом датасете (с признаками, меткой лечения и таргетом) подготовить данные для обучения. Реализовать S-Learner и T-Learner, используя sklearn.linear_model.LogisticRegression. Рассчитать uplift для каждого клиента. (4 часа)<br>Построить Uplift Curve и Qini Curve для моделей из ЛР5. Рассчитать площадь под Uplift Curve (AUUC). Интерпретировать графики: какая модель лучше сегментирует аудиторию? Провести "ручную оценку", проанализировав топ-10% клиентов с самым высоким uplift. (4 часа)                                            | ML-4.1, MF-3.2                       |
| 4 | Применение Uplift-моделей и валидация.<br>Подготовка данных для дообучения GenAI-моделей (4 часа).                                                                                   | Даны сырые текстовые данные (отзывы, запросы). Необходимо: 1) Провести токенизацию с помощью transformers library; 2) Нормализовать текст (привести к нижнему регистру, удалить стоп-слова); 3) Отформатировать данные в промпты в стиле "ChatML"                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ПК-4.1, MF-3.2                       |

|  |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|--|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | А/В-тестирование промптов и валидация LLM с помощью Uplift (4 часа). | (< im_start >user\n...< im_end >) для последующего дообучения chat-модели.(4 часа)<br>Смоделировать А/В-тест двух разных промптов для одной и той же LLM (можно использовать OpenAI API или локальную модель). Сгенерировать ответы для двух групп пользователей. Оценить качество ответов с помощью метрики (например, длина ответа, наличие ключевых слов, скор бинарного классификатора). Построить Uplift-модель, чтобы определить, для каких типов пользователей (по их исходным признакам) промпт В работает лучше промпта А. Провести ручную оценку (human evaluation) для 20 случайных ответов из каждой группы. (4 часа) |  |
|--|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены учебным планом

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                          |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                 | 3                                                                                                                                                                  |
| 1 | Изучение теоретического материала | Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта, протокол №1 от 30.08.2023 |
| 2 | Решение задач                     | Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019                  |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **4. Оценочные и методические материалы**

### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

Для максимального балла студент должен показать не только техническое выполнение, но и интерпретацию результатов (например, как выявленные связи можно использовать в рекомендательной системе).

### Материалы для промежуточной аттестации (зачет)

#### Теоретические вопросы (25 вопросов) к зачету

| №  | Вопрос                                                                        | Проверяемый индикатор          |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | В чем разница между A/B-тестированием и uplift-моделированием?                | ПК-4.1, ML-2.1                 |
| 2  | Какие типы ошибок (I и II рода) возможны в A/B-тестах? Как их минимизировать? | MF-1.2                         |
| 3  | Как рассчитывается p-value и как его правильно интерпретировать?              | ПК-4.1, MF-1.2                 |
| 4  | Что такое мощность статистического теста? Как она связана с размером выборки? | ПК-4.1, MF-1.2                 |
| 5  | Какие метрики чаще всего используют для оценки A/B-тестов в e-commerce?       | ПК-4.1, MF-1.2                 |
| 6  | Опишите метод Two-Model Approach в uplift-моделировании                       | ПК-4.1, MF-1.2                 |
| 7  | В чем преимущества Class Transformation Method перед Two-Model Approach?      | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2         |
| 8  | Какие метрики используются для оценки качества uplift-моделей?                | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2         |
| 9  | Как интерпретировать кривую Qini?                                             | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2         |
| 10 | Какие этические проблемы могут возникнуть при проведении A/B-тестов?          | ПК-4.1, MF-1.2                 |
| 11 | Как GDPR регулирует проведение A/B-тестов с персональными данными?            | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 12 | В чем заключается проблема подглядывания (peeking problem) в A/B-тестах?      | ML-2.1, ML-4.1                 |
| 13 | Как трансформерные архитектуры могут применяться в uplift-моделировании?      | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1         |
| 14 | Какие методы позволяют учитывать когнитивные искажения в данных?              | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1         |
| 15 | Как оценить экономический эффект от внедрения uplift-модели?                  | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1         |

| №  | Вопрос                                                                           | Проверяемый индикатор                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 16 | В чем разница между статистической и практической значимостью результатов?       | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 17 | Какие методы позволяют ускорить проведение А/В-тестов?                           | ПК-4.1, MF-3.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 18 | Как можно применить NLP для обработки результатов А/В-тестов?                    | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 19 | Какие визуализации наиболее эффективны для представления результатов А/В-тестов? | MF-3.2, ML-2.1                         |
| 20 | Как компьютерное зрение может быть использовано в А/В-тестировании?              | MF-3.2, ML-2.1                         |
| 21 | Какие архитектуры генеративных сетей могут применяться для синтеза данных?       | MF-3.2, ML-2.1                         |
| 22 | Как проводить А/В-тестирование для рекомендательных систем?                      | MF-3.2, ML-2.1                         |
| 23 | Какие существуют альтернативы классическому А/В-тестированию?                    | ПК-4.1                                 |
| 24 | Как оценить долгосрочные эффекты от внедрения А/В-теста?                         | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1         |
| 25 | Какие профессиональные стандарты регулируют проведение А/В-тестов?               | ПК-4.1, MF-1.2, ML-2.1                 |

### Практические задания к зачету (примерные)

| №  | Задание                                                         | Проверяемый индикатор                  |
|----|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  | Провести t-тест для сравнения конверсий двух групп              | ПК-4.1., MF-1.2                        |
| 2  | Рассчитать необходимый размер выборки для заданного эффекта     | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2                 |
| 3  | Провести симуляцию А/В-теста и оценить мощность                 | ПК-4.1                                 |
| 4  | Реализовать поправку Бонферрони для множественного тестирования | ПК-4.1, MF-1.2                         |
| 5  | Построить Two-Model uplift-модель                               | ПК-4.1, MF-1.2                         |
| 6  | Реализовать Class Transformation Method                         | ПК-4.1, MF-1.2                         |
| 7  | Рассчитать метрику AUUC для uplift-модели                       | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1                 |
| 8  | Построить кривую Qini                                           | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1                 |
| 9  | Провести анализ предвзятости в данных А/В-теста                 | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1                 |
| 10 | Оптимизировать маркетинговый бюджет на основе uplift-модели     | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 11 | Реализовать байесовский подход к А/В-тестированию               | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1                 |
| 12 | Проанализировать сезонные колебания в данных А/В-теста          | MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1                 |

| №  | Задание                                                               | Проверяемый индикатор                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 13 | Настроить автоматический пайплайн для обработки результатов А/В-теста | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 14 | Визуализировать результаты А/В-теста с разбивкой по сегментам         | ПК-4.1, ML-2.1                         |
| 15 | Реализовать CUPED для ускорения А/В-теста                             | ПК-4.1, ML-2.1                         |
| 16 | Провести анализ этических рисков предложенного А/В-теста              | ПК-4.1, ML-2.1                         |
| 17 | Разработать чек-лист для проверки качества А/В-теста                  | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1                 |
| 18 | Реализовать обработку текстовых отзывов из А/В-теста с помощью NLP    | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1                 |
| 19 | Построить прогноз долгосрочных эффектов от внедрения А/В-теста        | ПК-4.1, ML-2.1                         |
| 20 | Разработать систему мониторинга дрейфа метрик в А/В-тесте             | ПК-4.1                                 |
| 21 | Реализовать адаптивный алгоритм остановки А/В-теста                   | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 22 | Провести мета-анализ нескольких А/В-тестов                            | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1         |
| 23 | Разработать дашборд для визуализации результатов uplift-модели        | ПК-4.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-2.1, ML-4.1 |
| 24 | Реализовать А/В/п-тестирование с множественными группами              | ПК-4.1, MF-3.2, ML-2.1                 |
| 25 | Провести cost-benefit анализ результатов А/В-теста                    | ПК-4.1, MF-1.2                         |

## 4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура и способ оценивания выбирается в зависимости от требований учебной организации

**Показатели, критерии и шкала оценки сформированности компетенций (один из способов оценки через уровень освоенности компетенций)**

### ИНДИКАТОР ПК-4.1

*Умение применять методы сбора и обработки цифрового следа для построения и анализа моделей деятельности человека/группы*

| Уровень освоения | Показатели                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                               | Баллы |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Пороговый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные типы цифрового следа</li> <li>- Умеет проводить базовую очистку данных</li> <li>- Понимает принципы построения простых моделей</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выполняет стандартные операции с данными по инструкции</li> <li>- Следует готовым шаблонам кода</li> <li>- Демонстрирует минимально необходимые знания теории</li> </ul> | 4-5   |
| <b>Базовый</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умеет самостоятельно собирать и обрабатывать данные из разных источников</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно применяет методы обработки данных</li> </ul>                                                                                                              | 6-8   |

| Уровень освоения   | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                                            | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                         | Баллы |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Может выбрать подходящие методы анализа для конкретной задачи</li> <li>- Строит и интерпретирует модели средней сложности</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Корректно выбирает метрики для анализа</li> <li>- Обосновывает выбор методов и делает содержательные выводы</li> </ul>                                                             |       |
| <b>Продвинутый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Владеет продвинутыми методами обработки и анализа данных</li> <li>- Может разрабатывать комплексные модели деятельности</li> <li>- Критически оценивает качество данных и результатов</li> <li>- Предлагает оптимизации процессов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Творчески применяет методы в нестандартных ситуациях</li> <li>- Разрабатывает оригинальные решения</li> <li>- Проводит глубокий анализ и дает рекомендации по улучшению</li> </ul> | 9-10  |

## ИНДИКАТОР MF-1.2

*Применение аппарата теории вероятностей, мат. статистики и теории информации для формулирования и анализа задач*

| Уровень освоения   | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                         | Баллы |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Пороговый</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные статистические понятия</li> <li>- Умеет применять стандартные статистические тесты</li> <li>- Понимает базовые принципы проверки гипотез</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Воспроизводит формулы и определения</li> <li>- Применяет статистические тесты по шаблону</li> <li>- Допускает ошибки в интерпретации результатов</li> </ul>        | 4-5   |
| <b>Базовый</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Свободно владеет статистическим аппаратом</li> <li>- Может выбрать подходящий статистический метод для задачи</li> <li>- Корректно интерпретирует p-value, доверительные интервалы</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно выбирает и применяет методы</li> <li>- Обосновывает статистические решения</li> <li>- Правильно интерпретирует результаты тестов</li> </ul>         | 6-8   |
| <b>Продвинутый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубоко понимает математические основы методов</li> <li>- Может адаптировать методы под специфику задачи</li> <li>- Разрабатывает сложные статистические модели</li> <li>- Критически оценивает ограничения методов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Творчески применяет статистические методы</li> <li>- Разрабатывает новые подходы к анализу</li> <li>- Обнаруживает и исправляет методологические ошибки</li> </ul> | 9-10  |

## ИНДИКАТОР ML-2.1

*Различение основных типов задач машинного обучения и применение на практике принципов их решения*

| Уровень освоения | Показатели                                                                                                                                                                                      | Критерии оценивания                                                                                                                                                                         | Баллы |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Пороговый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Различает основные типы задач МО</li> <li>- Знает базовые алгоритмы и их назначение</li> <li>- Умеет применять готовые модели по инструкции</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильно классифицирует тип задачи</li> <li>- Следует готовым примерам кода</li> <li>- Демонстрирует поверхностное понимание принципов</li> </ul> | 4-5   |
| <b>Базовый</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубоко понимает различия между типами задач</li> </ul>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обосновывает выбор алгоритмов</li> </ul>                                                                                                           | 6-8   |

| Уровень освоения   | Показатели                                                                                                                                                                                                                           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                              | Баллы |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Может выбрать подходящий алгоритм для конкретной задачи</li> <li>- Настраивает параметры моделей</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно настраивает модели</li> <li>- Анализирует и сравнивает разные подходы</li> </ul>                                                         |       |
| <b>Продвинутый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Критически оценивает применимость методов</li> <li>- Может комбинировать разные подходы</li> <li>- Разрабатывает комплексные решения</li> <li>- Предвидит потенциальные проблемы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Создает оригинальные комбинации методов</li> <li>- Оптимизирует процессы решения задач</li> <li>- Демонстрирует глубокое системное понимание</li> </ul> | 9-10  |

#### ИНДИКАТОР ML-4.1

*Применение алгоритмов кластеризации и понижения размерности для решения практических задач*

| Уровень освоения   | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                          | Баллы |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Пороговый</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные алгоритмы кластеризации</li> <li>- Умеет применять стандартные методы понижения размерности</li> <li>- Понимает базовые принципы работы методов</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применяет алгоритмы по готовым примерам</li> <li>- Следует шаблонным подходам</li> <li>- Демонстрирует минимальное понимание результатов</li> </ul>                 | 4-5   |
| <b>Базовый</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Свободно владеет различными алгоритмами</li> <li>- Может выбрать подходящий метод для конкретных данных</li> <li>- Интерпретирует и валидирует результаты</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно выбирает и настраивает методы</li> <li>- Корректно интерпретирует результаты кластеризации</li> <li>- Обосновывает выбор метрик оценки</li> </ul>    | 6-8   |
| <b>Продвинутый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубоко понимает математические основы методов</li> <li>- Может адаптировать алгоритмы под специфику данных</li> <li>- Разрабатывает комплексные пайплайны анализа</li> <li>- Критически оценивает и улучшает методы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Создает кастомные решения для сложных задач</li> <li>- Оптимизирует алгоритмы для конкретных случаев</li> <li>- Демонстрирует экспертный уровень анализа</li> </ul> | 9-10  |

#### ИНДИКАТОР MF-3.2

*Применение методов оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения*

| Уровень освоения | Показатели                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                      | Баллы |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Пороговый</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные методы оптимизации</li> <li>- Умеет применять простые методы настройки</li> <li>- Понимает концепцию гиперпараметров</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Использует базовые методы (grid search) по инструкции</li> <li>- Следует стандартным процедурам настройки</li> <li>- Демонстрирует поверхностное понимание процессов</li> </ul> | 4-5   |
| <b>Базовый</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Владеет различными методами оптимизации</li> <li>- Может выбрать подходящий метод для конкретной модели</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно выбирает методы оптимизации</li> <li>- Эффективно настраивает модели</li> </ul>                                                                                  | 6-8   |

| Уровень освоения   | Показатели                                                                                                                                                                      | Критерии оценивания                                                                                                                            | Баллы |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                    | - Настраивает сложные гиперпараметры                                                                                                                                            | - Анализирует результаты настройки                                                                                                             |       |
| <b>Продвинутый</b> | - Глубоко понимает теорию оптимизации<br>- Может разрабатывать кастомные методы настройки<br>- Оптимизирует весь процесс обучения моделей<br>- Предлагает инновационные подходы | - Создает адаптивные методы оптимизации<br>- Разрабатывает эффективные пайплайны настройки<br>- Демонстрирует экспертный уровень в оптимизации | 9-10  |

## ОБЩАЯ ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

| Уровень освоения   | Обобщенные критерии                                                                                              | Итоговая оценка           |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Не освоено</b>  | Не демонстрирует минимально необходимых знаний и умений по большинству индикаторов                               | Незачет                   |
| <b>Пороговый</b>   | Демонстрирует минимально необходимый уровень по всем индикаторам ( $\geq 4$ баллов по каждому)                   | Зачет (удовлетворительно) |
| <b>Базовый</b>     | Демонстрирует уверенное владение по большинству индикаторов ( $\geq 6$ баллов по каждому)                        | Зачет (хорошо)            |
| <b>Продвинутый</b> | Демонстрирует глубокое системное понимание и творческий подход по всем индикаторам ( $\geq 8$ баллов по каждому) | Зачет (отлично)           |

### Формула итоговой оценки:

Итог =  $\Sigma(\text{Баллы по индикаторам}) / \text{Количество индикаторов}$

Компетенции освоены (**зачет**): Итог  $\geq 4.0$

### 1. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторной работы (альтернативный способ оценивания).

*Текущая аттестация проводится по лабораторным работам*, Текущая аттестация (лабораторные работы)

#### 1.1. Цель и задачи

- Проверка практических навыков работы с данными
- Оценка умения применять статистические методы и ML-алгоритмы
- Контроль освоения инструментальных средств

#### 1.2. Формы оценочных средств

| № ЛР | Наименование работы                     | Проверяемые индикаторы |
|------|-----------------------------------------|------------------------|
| 1.1  | Генерация и анализ синтетических данных | ПК-4.1, MF-1.2         |
| 1.2  | Проверка статистических гипотез         | MF-1.2, ML-2.1         |
| 2.1  | Расчет мощности А/В-теста               | ПК-4.1, MF-3.2         |
| 2.2  | Анализ реального А/В-теста              | ПК-4.1, ML-2.1         |
| 3.1  | Построение Uplift-моделей               | ML-4.1, MF-3.2         |
| 3.2  | Валидация Uplift-моделей                | ML-4.1, MF-3.2         |
| 4.1  | Подготовка данных для GenAI             | ПК-4.1, ML-2.1         |
| 4.2  | А/В-тестирование промптов               | ПК-4.1, MF-3.2         |

### 1.3. Критерии оценивания лабораторных работ

**ОТЛИЧНО (5 баллов):**

- Код работает без ошибок
- Полностью выполнены все задания
- Глубокие содержательные выводы
- Самостоятельная работа

**ХОРОШО (4 балла):**

- Незначительные ошибки в коде
- Выполнены основные задания
- Присутствуют выводы по работе

**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (3 балла):**

- Многочисленные ошибки
- Выполнена часть заданий
- Поверхностные выводы

**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (2 балла):**

- Код не работает
- Задания не выполнены

### 1.4. Процедура защиты ЛР

1. **Предварительная проверка** - сдача отчета за 3 дня до защиты
2. **Демонстрация работы** - запуск кода, объяснение логики
3. **Ответы на вопросы** - по теме работы и теоретическим основам
4. **Формирование оценки** - по совокупности критериев

## 2. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на промежуточной аттестации (зачет).

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Зачёт выставляется на основе оценки сформированности компетенций по индикаторам (см. формулу итоговой оценки выше). Для проверки используются теоретические вопросы и практические задания (примерный перечень приведён выше).

## 3. УСЛОВИЯ ДОПУСКА К АТТЕСТАЦИИ

### 3.1. Обязательные требования

- Сданы все 8 лабораторных работ
- Посещено  $\geq 70\%$  лекционных занятий
- Выполнены все обязательные практикумы

### 3.2. Дополнительные возможности

- **Досрочная сдача** - при условии выполнения всех ЛР на "отлично"
- **Пересдача** - не более 2 лабораторных работ и 5 заданий зачета
- **Индивидуальные задания** - для студентов с особыми потребностями

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **Методические указания по организации лабораторных работ по дисциплине "А/В-тестирование и Uplift-моделирование"**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

#### **1.1. Цель лабораторного практикума**

Формирование практических навыков в области:

- Статистического анализа и проверки гипотез
- Планирования и проведения А/В-тестов
- Построения и валидации Uplift-моделей
- Работы с данными для GenAI-проектов

#### **1.2. Формируемые компетенции**

Основные индикаторы:

- **ПК-4.1** - Методы сбора и обработки цифрового следа
- **МФ-1.2** - Применение теории вероятностей и статистики
- **МЛ-2.1** - Принципы решения задач машинного обучения
- **МЛ-4.1** - Алгоритмы анализа структуры данных
- **МФ-3.2** - Методы оптимизации гиперпараметров

### **2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

#### **2.1. Общие требования**

**ВРЕМЕННЫЕ РАМКИ:**

- Подготовка: 1-2 часа до занятия
- Выполнение: 2-4 академических часа
- Оформление отчета: 1-2 часа

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ:**

- Python 3.8+
- Библиотеки: pandas, numpy, scipy, matplotlib, seaborn
- ML-библиотеки: scikit-learn, sklift, transformers
- Средства визуализации: plotly, matplotlib

#### **2.2. Структура лабораторной работы**

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы
3. Теоретическая справка
4. Исходные данные
5. Ход выполнения
6. Результаты и анализ
7. Выводы
8. Ответы на контрольные вопросы
9. Приложения (код, графики, таблицы)

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

#### **3.1. Подготовительный этап**

**Действия студента:**

- Изучить теоретический материал по теме
- Ознакомиться с техническим заданием
- Подготовить программное окружение
- Скачать необходимые datasets и библиотеки

**Действия преподавателя:**

- Провести установочный инструктаж
- Предоставить исходные данные и шаблоны кода
- Продемонстрировать пример выполнения

**3.2. Основной этап выполнения****Типовой алгоритм:**

1. Загрузка и первичный анализ данных
2. Предобработка и очистка данных
3. Реализация алгоритмов согласно заданию
4. Визуализация промежуточных результатов
5. Анализ и интерпретация результатов
6. Формирование выводов

**3.3. Оформление результатов****Требования к отчету:**

- Полностью воспроизводимый код
- Графики с подписями и пояснениями
- Таблицы с результатами вычислений
- Обоснованные содержательные выводы
- Ответы на контрольные вопросы

**4. ПОДРОБНЫЕ МЕТОДИЧКИ ПО КАЖДОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ****4.1. ЛР 1.1: Генерация и анализ синтетических данных****ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ:**

1. Создание функции генерации данных с параметрами:
  - Размер групп
  - Базовый уровень конверсии
  - Эффект вмешательства
2. Визуализация распределений:
  - Гистограммы для непрерывных метрик
  - Столбчатые диаграммы для конверсий
3. Расчет дескриптивной статистики
4. Построение доверительных интервалов

**КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ:**

- Корректность генерации данных
- Соответствие заданным параметрам
- Качество визуализаций

\*Проверяемые индикаторы: ПК-4.1, MF-1.2\*

**4.2. ЛР 1.2: Проверка статистических гипотез****МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. Выбор теста в зависимости от типа данных:
  - t-тест для непрерывных метрик
  - $\chi^2$ -тест для пропорций
2. Проверка предположений тестов:
  - Нормальность распределения
  - Однородность дисперсий
3. Корректная интерпретация p-value

#### 4. Анализатор мощности теста

##### ЧАСТЫЕ ОШИБКИ:

- Неправильный выбор статистического теста
  - Некорректная интерпретация p-value
  - Игнорирование предположений тестов
- \*Проверяемые индикаторы: MF-1.2, ML-2.1\*

#### 4.3. ЛР 2.1: Расчет мощности А/В-теста

##### АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Определение параметров расчета:
  - Текущий уровень метрики
  - Ожидаемый эффект (MDE)
  - Уровень значимости ( $\alpha$ )
  - Мощность теста ( $1-\beta$ )
2. Использование библиотек:
  - statsmodels.stats.power
  - scipy.stats
3. Анализ чувствительности:
  - Зависимость размера выборки от MDE
  - Влияние мощности на длительность теста

##### ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ:

- Использовать реалистичные значения MDE
  - Учитывать сезонность и воронку конверсий
- \*Проверяемые индикаторы: ПК-4.1, MF-3.2\*

#### 4.4. ЛР 2.2: Анализ реального А/В-теста

##### ПОЛНЫЙ ЦИКЛ АНАЛИЗА:

1. Проверка качества сплитования:
  - Равномерность распределения по ковариатам
  - Тест на случайность разбиения
2. Анализ основных метрик:
  - Primary metric (основная)
  - Guardrail metrics (контрольные)
3. Коррекция на множественное тестирование
4. Принятие решения о запуске

##### ИНСТРУМЕНТЫ:

- pandas для анализа данных
  - scipy для статистических тестов
  - matplotlib для визуализации
- \*Проверяемые индикаторы: ПК-4.1, ML-2.1\*

#### 4.5. ЛР 3.1: Построение Uplift-моделей

##### РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ:

1. S-Learner:
  - Единая модель с признаком лечения
  - Расчет uplift как разницы предсказаний
2. T-Learner:
  - Две отдельные модели
  - Контрольная и тестовая группы
3. Особенности реализации:
  - Выбор базового алгоритма
  - Настройка гиперпараметров

- Валидация моделей

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ:

- Избегать утечки данных при валидации
- Контролировать сбалансированность групп
- \*Проверяемые индикаторы: ML-4.1, MF-3.2\*

#### **4.6. ЛР 3.2: Валидация Uplift-моделей**

##### МЕТОДЫ ВАЛИДАЦИИ:

1. Построение кривых:
  - Uplift Curve
  - Qini Curve
2. Расчет метрик:
  - AUUC (Area Under Uplift Curve)
  - Qini coefficient
3. Бизнес-интерпретация:
  - Сегментация пользователей
  - Расчет ожидаемого эффекта
  - Определение оптимального охвата

##### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ:

- Сравнение нескольких моделей
- Анализ на разных сегментах
- Бизнес-интерпретация графиков
- \*Проверяемые индикаторы: ML-4.1, MF-3.2\*

#### **4.7. ЛР 4.1: Подготовка данных для GenAI**

##### ПАЙПЛАЙН ПОДГОТОВКИ:

1. Токенизация:
  - Выбор токенизатора (BERT, GPT)
  - Настройка параметров
2. Нормализация текста:
  - Приведение к нижнему регистру
  - Удаление стоп-слов и пунктуации
3. Форматирование промптов:
  - Шаблоны ChatML
  - Структура диалогов
  - Разметка полей (user/assistant)

##### БИБЛИОТЕКИ:

- transformers для токенизации
- nltk для обработки текста
- re для регулярных выражений
- \*Проверяемые индикаторы: ПК-4.1, ML-2.1\*

#### **4.8. ЛР 4.2: А/В-тестирование промптов**

##### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ СХЕМА:

1. Дизайн эксперимента:
  - Формулировка гипотез
  - Определение метрик качества
2. Генерация ответов:
  - Настройка параметров генерации
  - Балансировка по пользователям
3. Оценка качества:
  - Автоматические метрики

- Human evaluation
4. Uplift-анализ:
- Сегментация пользователей
  - Определение оптимального промпта

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ:**

- Этика A/B-тестирования
- Учет ограничений API
- Оптимизация затрат на вычисления

Проверяемые индикаторы: ПК-4.1, MF-3.2

## **5. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ**

### **5.1. Критерии оценки каждой ЛР**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (60%):**

- Корректность кода - 20%
- Соответствие результата - 20%
- Эффективность реализации - 20%

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ (40%):**

- Глубина анализа - 15%
- Качество выводов - 15%
- Оформление отчета - 10%

### **5.2. Шкала оценивания**

**ОТЛИЧНО (5 баллов):**

- Код работает без ошибок
- Все задания выполнены полностью
- Глубокие содержательные выводы
- Высокое качество визуализаций

**ХОРОШО (4 балла):**

- Незначительные ошибки в коде
- Основные задания выполнены
- Присутствуют аналитические выводы

**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО достаточно для зачета (3 балла):**

- Многочисленные ошибки
- Выполнена часть заданий
- Поверхностные выводы

**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (2 балла):**

- Код не работает
- Задания не выполнены
- Отчет не оформлен

## **6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ**

### **6.1. Организация процесса**

- Проводить вводный инструктаж перед каждой работой
- Обеспечить наличие тестовых datasets
- Предоставить шаблоны кода для сложных алгоритмов
- Организовать консультации в процессе выполнения

### **6.2. Типичные проблемы студентов**

- Сложности с интерпретацией статистических результатов
- Ошибки в валидации моделей
- Неумение формулировать бизнес-выводы
- Технические проблемы с окружением

### **6.3. Ресурсное обеспечение**

- Готовые datasets для всех работ
- Примеры успешных отчетов
- Видео-инструкции по сложным темам
- Чек-листы для самопроверки

**Пример чек-листа для самопроверки лабораторных работ по дисциплине "А/В-тестирование и Uplift-моделирование"**

### **ОБЩАЯ ЧАСТЬ (для всех лабораторных работ)**

#### **ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

- Изучена теоретическая часть по теме работы
- Поняты цель и задачи лабораторной работы
- Подготовлено программное окружение (Python, библиотеки)
- Скачаны необходимые datasets и материалы
- Ознакомлен с критериями оценки работы

#### **ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

- Код запускается без ошибок
- Все ячейки ноутбука выполнены последовательно
- Использованы соответствующие заданию библиотеки и функции
- Код хорошо откомментирован и читаем
- Отсутствуют избыточные или неиспользуемые фрагменты кода
- Результаты воспроизводимы (фиксированы random seed)

#### **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ**

- Графики содержат названия и подписи осей
- Легенда понятна и читаема
- Выбраны адекватные типы визуализации
- Результаты статистических тестов корректно интерпретированы
- Анализ соответствует поставленным задачам

#### **ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА**

- Отчет содержит все требуемые разделы
- Формулировки четкие и грамотные
- Выводы соответствуют полученным результатам
- Ответы на контрольные вопросы полные и обоснованные
- Код в отчете отформатирован и читаем

### **СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЧЕК-ЛИСТЫ ПО ТИПАМ РАБОТ**

#### **ДЛЯ А/В-ТЕСТИРОВАНИЯ (ЛР 1.1, 1.2, 2.1, 2.2)**

- Корректно сформулированы нулевая и альтернативная гипотезы
- Выбран адекватный статистический тест (t-test,  $\chi^2$ , etc.)
- Проверены предположения выбранного теста
- Рассчитан размер выборки или мощность теста (если требуется)
- Построены доверительные интервалы
- Учтена поправка на множественное тестирование (если нужно)
- Сделаны корректные выводы о значимости эффекта

#### **ДЛЯ UPLIFT-МОДЕЛИРОВАНИЯ (ЛР 3.1, 3.2)**

- Данные корректно разделены на обучающую и тестовую выборки
- Реализованы требуемые модели (S-Learner, T-Learner, etc.)

- Рассчитаны uplift-скоры для всех наблюдений
  - Построены Uplift Curve и/или Qini Curve
  - Рассчитаны метрики качества (AUUC, Qini coefficient)
  - Проведена сегментация пользователей по uplift-скором
  - Даны бизнес-рекомендации по результатам моделирования
- ДЛЯ РАБОТЫ С LLM И ДАННЫМИ (ЛР 4.1, 4.2)**
- Текстовые данные корректно предобработаны
  - Выполнена токенизация с подходящим токенизатором
  - Промпты отформатированы согласно требованиям
  - Настроены параметры генерации (temperature, top-k, etc.)
  - Разработаны метрики для оценки качества генерации
  - Проведено сравнение различных подходов/промптов
  - Реализована система оценки результатов (автоматическая + ручная)

### **КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ (зачет)**

- Выполнены все обязательные задания
- Код работает без критических ошибок
- Получены требуемые результаты
- Сделаны базовые выводы
- Отчет оформлен согласно требованиям

### **БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ (хорошо)**

- Все пункты минимального уровня выполнены
- Код эффективен и хорошо структурирован
- Проведен глубокий анализ результатов
- Выводы обоснованы и содержательны
- Визуализации качественные и информативные

### **ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ (отлично)**

- Все пункты базового уровня выполнены
- Реализованы дополнительные улучшения/оптимизации
- Проведен сравнительный анализ методов
- Сформулированы практические рекомендации
- Выявлены и проанализированы ограничения подходов

### **ФИНАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПЕРЕД СДАЧЕЙ ПОСЛЕДНИЙ КОНТРОЛЬ**

- Проверена уникальность работы (при использовании заимствований указаны источники)
- Соответствие оформления требованиям кафедры
- Все графики и таблицы пронумерованы и подписаны
- Список литературы оформлен корректно (если используется)
- Работа сохранена в требуемом формате (.ipynb + .pdf)
- Название файла соответствует стандарту (ФИО\_Группа\_ЛРХ)

### **ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ**

- Работа выполнена в установленные сроки
- Оставлено время на возможные доработки
- Запланирована встреча с преподавателем при необходимости консультации
- Готовность к защите работы (понимание всех аспектов выполнения)

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Кохави, Тан, Сюй Доверительное A/B-тестирование. Практическое руководство по контролируемым экспериментам: ДМК Пресс, 2021
2. М.В. Богданова Методы анализа данных в маркетинге: Учебное пособие, [электронное издание сетевого распространения] /, В.Г. Богданова, Л.С. Паршинцева. Государственный университет управления. — М.: «КДУ», «Добросвет», 2022. — 170 с.
3. Дьяконов, А. Г. Анализ данных: машинное обучение, статистика, анализ данных в бизнесе. — М.: ДМК Пресс, 2023.
4. Кашницкий, Ю. С. A/B-тестирование: от идеи до интерпретации. — М.: ИД «Питер», 2022.
5. Шмойлов, А. С., Козлов, В. В. Причинно-следственный анализ в маркетинге: uplift-моделирование и эксперименты. — Учебное пособие, ВШЭ, 2023.

## 5.2 Периодические издания:

### *Официальные сайты журналов:*

1. Прикладная эконометрика (<https://pejournal.ru> )
2. Бизнес-информатика (<https://bi.hse.ru> )
3. Вопросы статистики (<https://vopstat.ru> )
4. Journal of Causal Inference.
5. Journal of Marketing Research – A/B-тесты в маркетинге.
6. Technometrics is a Journal of Statistics for the Physical, Chemical, and Engineering Sciences, and is published.

### *Статьи по темам дисциплины*

7. Бахтеев, О. Ю., Стрижак, А. А. Современные методы uplift-моделирования: сравнительный анализ и практическое применение // Прикладная эконометрика. — 2022. — Т. 68, № 4. — С. 112–135. DOI: 10.26794/2227-9758-2022-68-4-112 (Подробное сравнение методов: S-learner, T-learner, X-learner, Uplift Random Forest. Приведены кейсы из e-commerce.)
8. Кашницкий, Ю. С., Петров, И. В. Ошибки при планировании и интерпретации A/B-экспериментов в digital-маркетинге // Финансовая аналитика: проблемы и решения. — 2023. — № 7. — С. 45–59. (Анализ типичных статистических и методологических ошибок: peeking, недостаточная мощность, множественные сравнения.)
9. Горбунов, А. К., Лебедев, Д. С. Применение uplift-моделей для персонализации маркетинговых коммуникаций в банковской сфере // Бизнес-информатика. — 2023. — № 2 (52). — С. 78–89. DOI: 10.17323/2072-8107-2023-2-78-89 (Практический кейс: повышение эффективности email-рассылок с помощью uplift-моделирования в российском банке.)
10. Смирнова, Е. В., Зайцев, А. А. Оценка гетерогенного эффекта маркетингового воздействия с использованием машинного обучения // Вопросы статистики. — 2022. — Т. 29, № 10. — С. 34–47. (Теоретико-методологический обзор подходов к оценке индивидуального эффекта лечения (ITE) в контексте маркетинга.)
11. Макаров, И. А., Кузнецов, А. С. A/B/n-тестирование в условиях ограниченного трафика: методы ускорения экспериментов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. — 2024. — № 1. — С. 112–125. (Рассматриваются методы sequential testing, CUPED, стратификация для повышения чувствительности тестов.)
12. Фёдоров, Е. А., Булыгин, А. В. Сравнение метрик качества uplift-моделей: Qini, uplift@k, AUUC // Информационные технологии и вычислительные системы. — 2023. — № 4. — С. 67–79. (Анализ достоинств и недостатков различных функций оценки uplift-моделей на синтетических и реальных данных.)

13. Лукьянова, В. В., Колесников, А. А. Этические и регуляторные аспекты использования А/В-тестирования в финтехе // Финансовый журнал. — 2024. — № 2. — С. 90–101. (Обсуждение вопросов прозрачности, согласия пользователей и регулирования экспериментов в финансовых сервисах.)
14. Дьяконов, А. Г. Uplift-моделирование как инструмент причинно-следственного анализа в бизнесе // Труды конференции «Анализ данных в бизнесе и управлении» (АДБУ-2023). — М.: ИПУ РАН, 2023. — С. 44–52. (Краткий обзор теоретических основ и практических примеров от ведущего российского специалиста по ML.)
15. Иванов, П. Д., Соколов, М. В. Применение байесовских методов в А/В-тестировании: преимущества и ограничения // Экономика и математические методы. — 2025. — Т. 61, № 1. — С. 88–102. (Сравнение частотного и байесовского подходов к интерпретации результатов экспериментов.)
16. Козлов, В. В., Шмойлов, А. С. Uplift-моделирование в условиях отсутствия контрольной группы: методы имитации и оценки // Прикладная эконометрика. — 2024. — Т. 74, № 2. — С. 145–160. (Актуальная проблема: как строить uplift-модели, когда нельзя провести рандомизированный эксперимент.)
17. Бахтеев, О. Ю., Стрижак, А. А. Uplift-моделирование: от теории к практике. — Журнал «Прикладная эконометрика», № 3 (2021), с. 98–120.

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

*Medium (разделы Data Science, Analytics, Marketing)*

- Towards Data Science – статьи по А/В-тестам и Uplift-моделям.
- Netflix Tech Blog – кейсы по А/В-тестированию.
- Booking.com Data Science Blog – примеры экспериментов.
- Uber Engineering – А/В-тесты и causal inference.

*Habr (русскоязычные материалы)*

*А/В-тестирование*

- Uplift-моделирование

*Другие полезные блоги*

- Evan Miller’s Blog – статистика для А/В-тестов.
- CXL Blog – маркетинговые эксперименты.
- Google Analytics Blog – инструменты для тестирования.

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ**

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ  
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ  
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются элементы теории и практики А/В-тестирования и Uplift-моделирования, приводятся примеры решения задач, проводится анализ наиболее распространенных ошибок. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов А/В-тестирования и Uplift-моделирования. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с данными, статистическими методами и моделями машинного обучения.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.

2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».

3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.

5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.

6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное решение для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

**А. Применение инструментов А/В-тестирование и Uplift-моделирование в кейсах ПАО «Сбербанк»**

#### **ПРИМЕРЫ КЕЙСОВ В БАНКЕ:**

##### **1. Маркетинговые кампании:**

- А/В-тестирование: рассылка двух вариантов предложений по кредитной карте для определения, какой вариант дает большую конверсию.
- Uplift-моделирование: сегментация клиентов для выявления тех, кто откликнется на предложение только при контакте (Persuadables), и исключение тех, кто может совершить действие без контакта (Sure Things) или тех, кто не откликнется несмотря ни на что (Lost Causes).

##### **2. Цифровые каналы:**

- А/В-тестирование: тестирование разных версий мобильного приложения или веб-страницы для увеличения количества онлайн-заявок.
- Uplift-моделирование: определение, для каких клиентов персонализированное предложение в приложении действительно увеличит вероятность использования продукта.

##### **3. Колл-центр:**

- А/В-тестирование: скрипты разговора для продажи дополнительных услуг (например, страховки) для увеличения конверсии.
- Uplift-моделирование: определение клиентов, которые приобретут услугу только при звонке от колл-центра, и тех, кто приобретет ее самостоятельно (чтобы не тратить на них ресурсы).

##### **4. Кредитный скоринг:**

- А/В-тестирование: тестирование разных условий кредита (например, процентная ставка, срок) для разных сегментов клиентов.
- Uplift-моделирование: выявление клиентов, которые будут платить вовремя только если им предложить определенные условия (например, рассрочку).

##### **5. Удержание клиентов:**

- А/В-тестирование: тестирование различных предложений по удержанию (бонусы, скидки) для клиентов, которые собираются уйти.
- Uplift-моделирование: определение клиентов, которые останутся только при получении предложения (Persuadables) и тех, кто останется в любом случае (Sure Things) или уйдет в любом случае (Lost Causes).

##### **6. Кросс-продажи:**

- А/В-тестирование: тестирование разных наборов продуктов для кросс-продаж (например, предложение дебетовой карты клиенту кредитной карты).

- Uplift-моделирование: определение клиентов, которые купят дополнительный продукт только при предложении (Persuadables) и тех, кто купит без предложения (Sure Things) — чтобы не тратить на них ресурсы.

#### **7. Мошенничество:**

- A/B-тестирование: тестирование различных правил фрод-мониторинга для баланса между ложными срабатываниями и пропуском мошенничества.
- Uplift-моделирование: определение транзакций, которые будут классифицированы как мошеннические только при применении определенного правила.

#### **8. Ценообразование:**

- A/B-тестирование: тестирование различных тарифных планов для новых клиентов.
- Uplift-моделирование: определение клиентов, которые выберут тариф только при наличии скидки.

#### **9. Веб-аналитика:**

- A/B-тестирование: тестирование дизайна личного кабинета для увеличения вовлеченности.
- Uplift-моделирование: определение пользователей, которые начнут использовать онлайн-банкинг только после напоминания (например, push-уведомление).

#### **10. Согласование условий:**

- A/B-тестирование: тестирование различных условий для одобрения кредита (например, разные уровни дохода).
- Uplift-моделирование: определение заемщиков, которые будут платить вовремя только при одобрении определенной суммы.

Для каждого из этих кейсов можно применить следующие шаги:

##### ***A/B-тестирование:***

- Формулировка гипотезы
- Определение метрик
- Расчет размера выборки
- Рандомизация
- Проведение теста
- Статистический анализ
- Принятие решения

##### ***Uplift-моделирование:***

- Сбор исторических данных о клиентах и их реакции на маркетинговые воздействия
- Построение модели, предсказывающей uplift (разницу в вероятности отклика между группой лечения и контрольной группой)
- Сегментация клиентов на основе предсказанного uplift
- Направление воздействия на сегмент с положительным uplift (Persuadables)
- Оценка эффективности модели на тестовой группе

##### **Преимущества Uplift-моделирования в банке:**

- Экономия ресурсов за счет таргетинга на тех клиентов, которые откликнутся только при воздействии
- Увеличение ROI маркетинговых кампаний
- Улучшение клиентского опыта за счет сокращения ненужных контактов

##### **Пример реализации Uplift-моделирования в банке:**

###### **Шаг 1: Подготовка данных**

- Данные о клиентах: демография, история транзакций, история взаимодействий, продукты и т.д.
- Данные о прошлых маркетинговых кампаниях: кто был подвергнут воздействию, и кто откликнулся.

###### **Шаг 2: Построение модели**

- Использование методов: S-Learner, T-Learner, X-Learner, Uplift Random Forest и т.д.

- Целевая переменная: отклик (например, оформление продукта) в зависимости от воздействия.

Шаг 3: Валидация модели

- Построение Uplift Curve и расчет AUUC (Area Under Uplift Curve) или Qini Curve.

- Проверка модели на исторических данных (если возможно) или на A/B-тесте.

Шаг 4: Применение модели

- Ранжирование клиентов по предсказанному uplift.

- Выбор топ-N клиентов с наибольшим uplift для проведения кампании.

Шаг 5: Оценка результатов

- Проведение A/B-теста: разделение на группу, где воздействие направлено на основе модели, и контрольную группу (случайный выбор).

- Сравнение конверсии в двух группах.

## **Основные направления применения результатов освоения дисциплины в кейсах ПАО «Сбербанк»**

### **1. МАРКЕТИНГОВЫЕ КАМПАНИИ И ПРОДВИЖЕНИЕ ПРОДУКТОВ**

**Кейс: Оптимизация рассылок о кредитных картах**

python

*# Пример анализа эффективности кампании*

```
campaign_data = {  
    'control_group': {'exposed': 10000, 'converted': 400},  
    'treatment_group': {'exposed': 10000, 'converted': 480},  
    'targeting_model': 'uplift_random_forest'  
}
```

*# Расчет uplift и ROI*

baseline\_conversion = 400/10000 # 4%

new\_conversion = 480/10000 # 4.8%

uplift\_effect = (new\_conversion - baseline\_conversion) / baseline\_conversion # 20%

**Что тестировали:**

- Текст email-рассылки (сконцентрированный на выгодах vs на условиях)
- Время отправки (утро vs вечер)
- Целевые сегменты (определенные uplift-моделью)

**Результаты:**

- Uplift-модель выявила 25% клиентов с максимальным откликом
- Снижение затрат на маркетинг на 35%
- Увеличение конверсии на 20% в целевой группе

### **2. УПРАВЛЕНИЕ КЛИЕНТСКИМ ОПЫТОМ (CX)**

**Кейс: Персонализация интерфейса мобильного банка**

python

*# A/B-тест интерфейсов*

```
interface_test = {  
    'variant_a': {'users': 5000, 'session_time': 8.2, 'transactions': 3.1},  
    'variant_b': {'users': 5000, 'session_time': 9.8, 'transactions': 3.7},  
    'winning_variant': 'B',  
    'confidence': 0.95  
}
```

#### Что тестировали:

- Размещение кнопки "Перевод" (верх vs низ экрана)
- Цветовую схему интерфейса
- Порядок отображения продуктов

#### Метрики успеха:

- Время сессии
- Количество транзакций
- NPS (Net Promoter Score)
- Снижение обращения в поддержку

### 3. КРОСС-ПРОДАЖИ И УВЕЛИЧЕНИЕ LTV

**Кейс:** Предложение страховки при оформлении кредита

python

*# Uplift-моделирование для кросс-продаж*

```
uplift_segments = {  
    'persuadables': {'size': 1500, 'conversion_rate': 12%},  
    'sure_things': {'size': 2000, 'conversion_rate': 8%},  
    'lost_causes': {'size': 1000, 'conversion_rate': 1%},  
    'sleeping_dogs': {'size': 500, 'conversion_rate': -5%}  
}
```

#### Подход:

- **Persuadables:** Активно предлагать страховку
- **Sure Things:** Минимальное воздействие (экономим ресурсы)
- **Lost Causes:** Не тратить усилия
- **Sleeping Dogs:** Избегать контакта (риск оттока)

#### Результаты:

- Увеличение конверсии на 45% в группе persuadables
- Снижение затрат на 30% за счет исключения lost causes
- Минимизация оттока клиентов (sleeping dogs)

### 4. БОРЬБА С ОТТОКОМ КЛИЕНТОВ

**Кейс:** Удержание клиентов премиум-сегмента

python

*# Анализ эффективности программ удержания*

```
retention_programs = {  
    'program_a': {'personal_manager': True, 'special_offers': False},  
    'program_b': {'personal_manager': False, 'special_offers': True},  
    'program_c': {'combined_approach': True}  
}
```

*# Uplift-анализ по сегментам*

```
segment_results = {  
    'high_balance': {'best_program': 'A', 'uplift': 15%},  
    'frequent_transactions': {'best_program': 'B', 'uplift': 22%},  
    'digital_users': {'best_program': 'C', 'uplift': 18%}  
}
```

#### Метрики:

- Коэффициент оттока (churn rate)
- LTV (Lifetime Value)
- Стоимость удержания одного клиента

### 5. ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ

## Кейс: Настройка кредитного скоринга

python

*# A/B-тест новых скоринговых моделей*

```
scoring_test = {  
    'current_model': {'approval_rate': 65%, 'default_rate': 3.2%},  
    'new_model_a': {'approval_rate': 68%, 'default_rate': 3.0%},  
    'new_model_b': {'approval_rate': 72%, 'default_rate': 3.5%}  
}
```

*# Uplift-анализ по сегментам заемщиков*

```
borrower_segments = {  
    'young_professionals': {'uplift_approval': 8%, 'risk_change': -0.1%},  
    'small_business': {'uplift_approval': 12%, 'risk_change': 0.3%}  
}
```

### Преимущества:

- Более точная оценка рисков
- Увеличение одобрений для качественных заемщиков
- Снижение дефолтов

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В БАНКЕ

### Технический стек:

python

```
bank_tech_stack = {  
    'data_collection': ['Kafka', 'AWS Kinesis', 'Snowflake'],  
    'experimentation': ['Optimizely', 'Google Optimize', 'внутренние платформы'],  
    'modeling': ['Python', 'scikit-learn', 'sktlift', 'Prophet'],  
    'visualization': ['Tableau', 'Power BI', 'Plotly Dash']  
}
```

### Организационные процессы:

1. **Центр компетенций** по experimentation
2. **Единая платформа** для проведения тестов
3. **Регулярные воркшопы** для бизнес-подразделений
4. **Система приоритизации** гипотез

## ИЗМЕРИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### Финансовый эффект:

- **+15-25%** конверсии в маркетинговых кампаниях
- **-20-30%** затрат на привлечение и удержание
- **+10-20%** кросс-продаж
- **-15-25%** оттока клиентов

### Операционные улучшения:

- Сокращение времени принятия решений на 40%
- Увеличение скорости итераций продуктов на 60%
- Улучшение NPS на 10-15 пунктов

## ВЫЗОВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

### Регуляторные требования:

- Соблюдение GDPR и локальных норм защиты данных
- Прозрачность алгоритмов кредитного скоринга
- Этические аспекты сегментации клиентов

### Технические сложности:

- Интеграция с legacy-системами

- Качество и доступность данных
- Масштабирование экспериментов

#### Организационные барьеры:

- Сопротивление изменениям
- Недостаток компетенций
- Долгие циклы согласования

#### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

1. **Real-time uplift-моделирование** в цифровых каналах
2. **Интеграция с GPT** для персонализации коммуникаций
3. **Сенсорные А/В-тесты** в мобильных приложениях
4. **AutoML для uplift** - автоматизация построения моделей
5. **Эксперименты с ценами** в режиме реального времени

#### Б. Применение инструментов А/В-тестирования и Uplift-моделирование в кейсах компании AVA Group

#### ДЕВЕЛОПМЕНТ И ПРОДАЖА НЕДВИЖИМОСТИ

##### Кейс 1: Оптимизация конверсии на сайте и в офисах продаж

python

*# Пример: А/В-тест презентационных материалов*

```
presentation_test = {
    'variant_a': {'focus': 'инфраструктура_района', 'conversion': 12%},
    'variant_b': {'focus': 'качество_отделки', 'conversion': 15%},
    'variant_c': {'focus': 'инвестиционный_потенциал', 'conversion': 18%}
}
```

##### Что тестировать:

- **Цены и условия:** различные акции, рассрочки, скидки за предзаказ
- **Презентации:** разные планы квартир, 3D-туры, визуализации
- **Коммуникацию:** скрипты менеджеров, текстовая vs визуальная подача

##### Uplift-применение:

- Сегментация клиентов на:
  - **Persuadables:** сомневающиеся → усиленная работа менеджера
  - **Sure Things:** готовые купить → стандартное сопровождение
  - **Sleeping Dogs:** могут отказаться при давлении → тактичное взаимодействие

#### ГОСТЕПРИИМСТВО (СЕТЬ ОТЕЛЕЙ)

##### Кейс 2: Динамическое ценообразование и акции

python

*# Uplift-модель для промо-акций*

```
promo_uplift = {
    'business_travelers': {'best_offer': 'раннее_бронирование', 'uplift': 25%},
    'families': {'best_offer': 'дети_бесплатно', 'uplift': 30%},
    'tourists': {'best_offer': 'экскурсионный_пакет', 'uplift': 18%}
}
```

##### А/В-тесты:

- Ценовые стратегии для разных сезонов
- Варианты packages (завтрак, трансфер, спа)
- Дизайн сайта бронирования и воронка продаж

##### Uplift-метрики:

- Увеличение среднего чека
- Повышение заполняемости номеров

- Рост повторных бронирований

## ЗДРАВООХРАНЕНИЕ (МЕДИЦИНСКИЕ ОБЪЕКТЫ)

### Кейс 3: Привлечение пациентов и повышение лояльности

```
python
# Тест коммуникационных каналов
channel_effectiveness = {
    'sms_reminders': {'appointment_show_rate': 85%, 'cancellation_rate': 8%},
    'email_reminders': {'appointment_show_rate': 72%, 'cancellation_rate': 12%},
    'phone_reminders': {'appointment_show_rate': 90%, 'cancellation_rate': 5%}
}
```

#### Что тестировать:

- Системы напоминаний о визитах
- Программы лояльности и абонементы
- Ценовые предложения на различные услуги

#### Uplift-анализ:

- Определение пациентов, склонных к регулярному обслуживанию
- Выявление факторов, влияющих на приверженность лечению

## ЛОГИСТИКА И СНАБЖЕНИЕ

### Кейс 4: Оптимизация цепочек поставок

```
python
# A/B-тест логистических маршрутов
logistics_test = {
    'route_a': {'delivery_time': '48ч', 'cost_per_km': 45, 'damage_rate': 2%},
    'route_b': {'delivery_time': '36ч', 'cost_per_km': 52, 'damage_rate': 1%},
    'optimal_choice': 'route_b' # если время критично
}
```

#### Области тестирования:

- Маршруты доставки материалов
- Системы управления запасами
- Поставщики стройматериалов (цена/качество)

#### Uplift-применение:

- Сегментация поставщиков по надежности и экономическому эффекту
- Оптимизация закупочной политики

## ПРОИЗВОДСТВО СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

### Кейс 5: Оптимизация производственных процессов

```
python
# Тест технологических параметров
production_params = {
    'temperature_low': {'defect_rate': 8%, 'energy_cost': 120},
    'temperature_medium': {'defect_rate': 3%, 'energy_cost': 150},
    'temperature_high': {'defect_rate': 1%, 'energy_cost': 180}
}
```

#### A/B-тесты:

- Рецептуры смесей для панелей
- Режимы сушки и отверждения
- Упаковка и транспортировка продукции

#### Uplift-метрики:

- Снижение брака
- Увеличение прочности продукции

- Сокращение энергозатрат

## УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ

### Кейс 6: Повышение удовлетворенности жильцов/арендаторов

```
python
# Uplift-анализ сервисных улучшений
service_improvements = {
    'digital_services': {'tenant_satisfaction': +15%, 'rent_renewal': +8%},
    'common_areas_upgrade': {'tenant_satisfaction': +12%, 'rent_premium': +5%},
    'maintenance_response': {'tenant_satisfaction': +20%, 'complaints': -25%}
}
```

#### Что тестировать:

- Системы уведомлений и чат-боты
- Сервисные пакеты (уборка, консьерж)
- Программы мероприятий для жильцов

## МАРКЕТИНГ И PR (РЕКЛАМНОЕ АГЕНТСТВО)

### Кейс 7: Оптимизация рекламных кампаний

```
python
# A/B-тест креативов и каналов
ad_campaign_test = {
    'channel_a': {'ctr': 2.5%, 'cpa': 1200, 'lead_quality': 'high'},
    'channel_b': {'ctr': 3.8%, 'cpa': 800, 'lead_quality': 'medium'},
    'optimal_mix': '70%_channel_b + 30%_channel_a'
}
```

#### Uplift-применение:

- Определение аудитории, наиболее отзывчивой к рекламе
- Оптимизация медиабайнга
- Персонализация контента

## СКВОЗНЫЕ КЕЙСЫ ДЛЯ ВСЕГО ХОЛДИНГА

### Кейс 8: Кросс-продажи между направлениями

```
python
# Uplift-модель для кросс-продаж
cross_sell_uplift = {
    'real_estate_buyer': {'hotel_discount': 12%, 'medical_services': 8%},
    'hotel_guest': {'real_estate_tour': 5%, 'logistics_services': 15%},
    'medical_patient': {'hotel_recovery_package': 18%}
}
```

#### Преимущества:

- Синергия между бизнес-единицами
- Увеличение LTV клиента
- Снижение затрат на привлечение

## ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ AVA GROUP

### Единая платформа экспериментов:

```
python
ava_experimentation_platform = {
    'data_sources': ['crm', 'website', 'mobile_app', 'erp_systems'],
    'tools': ['Python + scikit-learn', 'Google Optimize', 'внутренние дашборды'],
    'kpis': ['конверсия', 'ltv', 'nps', 'себестоимость', 'оборачиваемость']
}
```

## **Организационная структура:**

1. **Центр экспертизы** по data-driven решениям
2. **Координаторы экспериментов** в каждом бизнес-направлении
3. **Единая система приоритизации** гипотез
4. **Регулярные воркшопы** для обмена лучшими практиками

## **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Количественные:**

- **+15-30%** конверсии в продажах недвижимости
- **+10-20%** заполняемости отелей
- **-15-25%** затрат на логистику
- **+20-35%** эффективности рекламного бюджета

### **Качественные:**

- Глубокая сегментация клиентов
- Персонализированный подход к каждому сегменту
- Снижение рисков при запуске новых услуг
- Ускорение принятия решений на основе данных

## **ПЕРВЫЕ ШАГИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ**

1. **Пилотные проекты** в 2-3 наиболее подготовленных направлениях
2. **Обучение команд** основам экспериментирования
3. **Развертывание базовой инфраструктуры** для сбора данных
4. **Формирование библиотеки успешных кейсов**

Для AVA Group данные инструменты могут стать ключевым конкурентным преимуществом, позволяя оптимизировать бизнес-процессы во всей вертикально интегрированной цепочке создания стоимости.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

#### **Основные языки программирования и среды разработки**

##### ***Python (основной язык для анализа данных и моделирования)***

- Библиотеки: pandas, numpy, scipy, statsmodels, scikit-learn, matplotlib, seaborn
- Специализированные библиотеки для Uplift-моделирования:
  - ✓ CausalML (Meta, Uber)
  - ✓ EconML (Microsoft)
  - ✓ Pyro (Uber, для байесовских методов)
  - ✓ DoWhy (Microsoft, для каузального анализа)

##### ***R (альтернатива для статистического анализа)***

- Пакеты: tidyverse, ggplot2, CausalImpact, uplift, grf

#### **Платформы для A/B-тестирования**

- Google Optimize, Optimizely, VWO (для веб-экспериментов)
- Яндекс.Эксперименты, Unleash (feature flags)
- Собственные системы (на основе Python/R + базы данных)

#### **Инструменты для анализа данных и визуализации**

- Jupyter Notebook / JupyterLab (основная среда для анализа)
- Google Colab / Deepnote (облачные альтернативы)
- Tableau / Power BI (визуализация результатов тестов)
- Plotly / Dash (интерактивные дашборды)

#### **Системы управления базами данных (СУБД)**

- SQL (PostgreSQL, MySQL, BigQuery) – для хранения и обработки данных тестов
- ClickHouse (для больших объемов данных)
- Redis / MongoDB (кеширование и хранение логов)

#### **Инструменты для развертывания и автоматизации экспериментов**

- Airflow / Prefect (оркестрация A/B-тестов)
- MLflow / DVC (версионирование моделей и данных)
- Docker / Kubernetes (развертывание uplift-моделей в продакшене)

#### **Облачные платформы**

- Google Cloud Platform (GCP) / AWS / Azure (для масштабируемых экспериментов)
- Databricks (для обработки больших данных)

#### **Фреймворки для каузального анализа и Uplift-моделирования**

- Методы Uplift:
  - ✓ Двухмодельный подход (Two-Model Approach)
  - ✓ Модели с трансформацией классов (Class Transformation)
  - ✓ Деревья uplift (Uplift Random Forest, Causal Forest)
  - ✓ Методы на основе глубокого обучения (CEVAE, Dragonnet)
- Каузальные методы:
  - ✓ Propensity Score Matching (PSM)
  - ✓ Difference-in-Differences (DiD)
  - ✓ Synthetic Control Method

#### **Инструменты для симуляции и бутстрапа**

- Monte Carlo-симуляции (для оценки мощности тестов)
- Bootstrap (для оценки доверительных интервалов)

#### **Системы контроля версий и коллаборации**

- Git / GitHub / GitLab (версионирование кода)
- Notion / Confluence (документирование экспериментов)

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

#### **1) Основное ПО для анализа данных и программирования**

*Свободное ПО:*

- Python (среда для анализа данных и моделирования)

Библиотеки:

- ✓ pandas, numpy, scipy – обработка данных и статистика
- ✓ matplotlib, seaborn, plotly – визуализация
- ✓ scikit-learn, statsmodels – ML и статистические тесты
- ✓ causalml, uplift, pylift – Uplift-моделирование
- ✓ ab-testing (или pingouin) – A/B-тестирование

Jupyter Notebook / JupyterLab – интерактивная среда разработки

- R (альтернатива Python)

Пакеты: tidyverse, ggplot2, CausalImpact, uplift, MatchIt

RStudio (среда разработки)

*Лицензионное ПО (возможные варианты):*

- SAS (если требуется промышленный стандарт)
- MATLAB (с модулями Statistics and Machine Learning Toolbox)

#### **2) Инструменты для A/B-тестирования**

*Свободное ПО:*

- Google Optimize (бесплатный план)
- Apache JMeter (для нагрузочного тестирования)
- BayesAB (Python/R-библиотеки для байесовских тестов)

*Лицензионное ПО:*

- Optimizely (промышленное A/B-тестирование)
- Adobe Target (корпоративное решение)
- VWO (Visual Website Optimizer)

**3) Инструменты для Uplift-моделирования**

*Свободное ПО:*

- EconML (Microsoft, Python) – методы причинного ML
- DoWhy (библиотека для каузального анализа)
- CausalML (Uplift-модели на Python)
- Pyro / Stan (байесовские методы)

*Лицензионное ПО:*

- Alteryx (визуальный анализ данных с каузальными методами)
- DataRobot (AutoML с поддержкой uplift-моделей)

**4) Дополнительные инструменты**

- Git / GitHub – контроль версий
- Docker – воспроизводимость экспериментов
- SQL (PostgreSQL, SQLite, MySQL) – работа с базами данных
- Google Colab / Kaggle – облачные среды для экспериментов

**5). Визуализация и отчетность**

- Tableau Public (бесплатная версия)
- Power BI (бесплатный для небольших проектов)
- Grafana (для мониторинга экспериментов)

**8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                                  | Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения                                                                                                                                           |
|----|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения                                                                                                                                                  |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением                                                                                              |
| 3. | Практические занятия                       | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения                                                                                                                                                  |
| 4. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением                                                                                                          |
| 5. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением                                                                                                          |
| 6. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |

| № | Продукт            | Параметры продукта                       | Кол-во | Кол-во конфигураций | Ед. изм. |
|---|--------------------|------------------------------------------|--------|---------------------|----------|
|   |                    |                                          |        |                     |          |
| 1 | Виртуальная машина | Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM | 1      | 60                  | Шт       |
|   |                    | ОС Ubuntu 22.04                          | 1      |                     | Шт       |
|   |                    | Системный диск SSD                       | 1      |                     | Шт       |

|   |                                |                                                                      |      |   |         |
|---|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|---|---------|
|   |                                |                                                                      | 10   |   | Гб      |
|   |                                | Аренда публичного IP                                                 | 1    |   | Шт      |
| 2 | Виртуальная машина с GPU       | Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 Гб RAM | 1    | 1 | Шт      |
|   |                                | ОС Ubuntu_24.04                                                      | 1    |   | Шт      |
|   |                                | Системный диск SSD                                                   | 1    |   | Шт      |
|   |                                |                                                                      | 2000 |   | Гб      |
|   |                                | Диск SSD                                                             | 1    |   | Шт      |
|   |                                |                                                                      | 4096 |   | Гб      |
|   |                                | Диск SSD                                                             | 1    |   | Шт      |
|   |                                |                                                                      | 4096 |   | Гб      |
|   |                                | Аренда публичного IP                                                 | 1    |   | Шт      |
| 3 | K8S                            | Master node 8 vCPU 16 RAM                                            | 1    | 1 | Шт      |
|   |                                | Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM                                   | 5    |   | Шт      |
|   |                                | Worker node SSD-NVME                                                 | 64   |   | Гб      |
|   |                                | Аренда публичного IP                                                 | 1    |   | Шт      |
| 4 | ML Inference Instance Type GPU | Время работы в месяц                                                 | 40   | 1 | Ч       |
|   |                                | Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM            | 1    |   | Шт      |
|   |                                | Количество запросов к ML-моделям                                     | 1    |   | Млн. Шт |
|   |                                | Кэш ML-моделей                                                       | 160  |   | Гб      |
| 5 | LLM                            | Токены GigaChat 2 Max                                                | 50   |   | Млн. Шт |
|   |                                | Токены Embeddings                                                    | 400  |   | Млн. Шт |

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.