

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков
Должность: директор
Дата подписания: 20.05.2026 17:45:42
Уникальный программный ключ:
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Причинно-следственный вывод в маркетинге с применением искусственного
интеллекта

38.04.04 Государственное и муниципальное управление

Цифровая трансформация в публичном управлении

заочная

Год набора

Город

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Белов Юрий Сергеевич, профессор факультета математики и компьютерных наук

Иванов Сергей Владимирович, профессор факультета математики и компьютерных наук

Петров Виктор Александрович, профессор факультета математики и компьютерных наук

Заведующий кафедрой:

ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, наименование кафедры

Рабочая программа дисциплины *(наименование)* одобрена на заседании кафедры *(наименование)* *(наименование структурного подразделения (института/факультета/филиала))*.

протокол № _____ от «_____» _____ 202_____ г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина (*наименование*) обеспечивает формирование у обучающихся следующих универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций*:

Код компетенции **	Наименование Компетенции **	Код индикатора достижения компетенций **	Наименование индикатора достижения компетенций **	Образовательный результат **
О-3	Способен применять и (или) разрабатывать интеллектуальные методы оптимизации	О-3.1	Выявляет конфликтующие параметры и характеристики наблюдаемой системы на основе анализа данных о его функционировании, находит причины отклонения от оптимальной конфигурации	Сопоставляет фактические данные о функционировании наблюдаемой системы с эталонными и выявляет отклонения.
LC-1	Способен проводить анализ бизнес-проблем с оценкой перспективности применения ИИ для их решения, осуществлять постановку задачи машинного обучения, формулировать требования к системе ИИ	LC-1.1	Формализует бизнес-цели и вырабатывает под них стратегии внедрения ИИ.	Определяет и формализует проблему предметной области, решение которой требует применения искусственного интеллекта.
LC-4	Способен управлять процессом жизненного	LC-4.1	Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в	Осуществляет ведение (запуск и управление) проектов в

	цикла ИИ-продукта		том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов.	области ИИ, в том числе подбор команды, планирование и контроль задач, оценка ресурсов.
MF-4	Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ.	MF-4.1	Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных.	Понимает отличия статистического обучения от не статистического, владеет классификацией методов статистического машинного обучения.
BD-2	Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения, проводить разметку и анализ наборов данных, оценивать качество данных, обеспечивать непрерывную интеграцию данных	BD-2.2	Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность.	Подготавливает данные для дальнейшей обработки и анализа данных
MM-1	Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Маркетинг, реклама, связи с общественностью, медиа и СМИ», в том числе с использованием современных технологий ИИ	MM-1.2	Анализирует маркеры и паттерны информационного поля для внесения своевременных изменений в маркетинговую политику.	Владеет базовыми методами сбора данных и преднастроенными аналитическими панелями и шаблонами отчетов (API соцсетей, веб-скрейпинг, аналитика сайтов)

	для исследования рынка, анализа аудитории, создания и продвижения медиапродуктов			
ММ-1	Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Маркетинг, реклама, связи с общественностью, медиа и СМИ», в том числе с использованием современных технологий ИИ для исследования рынка, анализа аудитории, создания и продвижения медиапродуктов	ММ-1.2	Анализирует маркеры и паттерны информационного поля для внесения своевременных изменений в маркетинговую политику.	Работает с открытыми сервисами и предобученными моделями, базовыми метриками для интерпретации статистических паттернов
ММ-2	Способен осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Реклама и связь с общественностью», в том числе с использованием современных технологий ИИ при создании и управлении рекламными кампаниями для PR и поддержки репутации	ММ-2.2	Использует ИИ для мониторинга и управления восприятием бренда через автоматический анализ контента и отслеживание обратной связи.	Настраивает модели для углубленного анализа настроений, интегрирует данные предметной области для повышения точности прогноза.
ММ-3	Способен	ММ-3.3	Использует	Настраивает

	<p>осуществлять трудовые функции, обусловленные профессиональной ролью, в ОПД «Медиа и средства массовой информации», в том числе с использованием современных технологий ИИ для создания и управления рекламными кампаниями, мониторинга репутации и соблюдения этических стандартов</p>		<p>предиктивные модели прогнозирования реакций аудитории и разработки стратегий минимизации рисков.</p>	<p>предиктивные модели для оценки реакции аудитории, оптимизирует контент-стратегии.</p>
SS-2	<p>Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учётом необходимости эффективной коммуникации и взаимодействия в рамках коллективной проектной работы в сфере ИИ</p>	SS-2.2	<p>Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег при совместной разработке технических решений и представлении результатов</p>	<p>Участствует в подготовке презентации по своей части (например, рассказывает про архитектуру ИИ-системы или метрики). Принимает предложенное распределение ролей без активного участия в общей координации.</p>
SS-2	<p>Способен осуществлять свою трудовую деятельность с учётом необходимости эффективной коммуникации и взаимодействия в рамках коллективной проектной</p>	SS-2.2	<p>Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег при совместной разработке технических решений и представлении результатов</p>	<p>Ориентируется в структуре общего результата проекта.</p>

	работы в сфере ИИ			
SS-3	Способен осуществлять свою трудовую функцию с учетом неопределенности и как сущностной черты функционирования искусственного интеллекта	SS-3.2	Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области.	Распознаёт типовые задачи, в которых ИИ может быть применим; воспринимает возможность использования ИИ-подходов в смежных предметных областях.

* Дисциплина может формировать компетенцию полностью или частично.

** Должно соответствовать Приложению 1 к образовательной программе

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Указывается: Дисциплина реализуется в рамках основной траектории при заочной форме обучения и охватывает семестры. Общая трудоёмкость составляет **3 зачётные единицы**.

Общий объём учебной нагрузки включает:

- **контактную работу обучающихся с преподавателем** — 36 академических часов, в том числе:

- лекции — 16 часов;
- семинары — 16 часов;
- консультации — 2 часа;
- промежуточная аттестация — 2 часа.

- **самостоятельную работу обучающихся** — 44 академических часа.

В рамках самостоятельной работы предусмотрено:

- самостоятельная работа с использованием методических материалов — 28 часов;

- текущий контроль (самостоятельная работа) — 4 часа;
- промежуточная аттестация (самостоятельная работа) — 3 часа.

Практическая подготовка в явном виде в структуре часов не выделена.

Дисциплина входит в структуру образовательной программы основной траектории и реализуется последовательно в течение нескольких семестров обучения

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Л	ВЛ	ЛР	ПЗ	ИК	КСР	КЭ	Каттэк	Контроль	СРкр	СРэк	СР	Форма контроля
1	Тема 1: Введение в причинность. Почему корреляция не есть причинность	8	4			4									Семинар, практикум
2	Тема 2: Эконометрический подход: Difference-in-Differences (DiD) и Regression Discontinuity Design (RDD)	8	4			4									Семинар, практикум
3	Тема 3: Propensity Score Matching (PSM) и его обобщения	8	4			4									Практикум
4	Тема 4: Машинное обучение для причинно-следственного вывода	4	2			2									Практикум
5	Тема 5: Инструментальные переменные (IV) и синтетический контроль	4	2			2									Семинар, практикум
	Промежуточная аттестация	2								2					Зачет
	Итого (контактная работа)	34	16			16			2	2					
	Самостоятельная работа	74											28	44	
	ИТОГО	108	16			16			2	2			28	44	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1: Введение в причинность. Почему корреляция не есть причинность.

- **Аудиторные часы:** 8 (2 лекции + 2 семинара)
- **Описание:** Ключевой вопрос: "Что если?". Примеры ложных корреляций в маркетинге. Понятие спутывающей переменной. Идеальный эксперимент как золотой стандарт. Введение в причинно-следственные графы для визуализации предположений.
- **Форматы практических занятий:**
 - **Семинар:** "Охота на корреляции" — разбор примеров из медиа и бизнес-отчетов, где причинность приписывается ошибочно.
 - **Практикум:** Построение простых графов для маркетинговых сценариев (например, "влияние рекламы на продажи").

Тема 2: Эконометрический подход: Difference-in-Differences (DiD) и Regression Discontinuity Design (RDD).

- **Аудиторные часы:** 4 (1 лекция + 1 семинар)
- **Описание:**
 - **DiD:** Логика метода "разность разностей". Основные допущения (Parallel Trends). Кейсы применения: запуск региональной рекламной кампании, изменение законодательства.
 - **RDD:** Идея использования порогового значения для имитации рандомизации. Кейсы: оценка эффекта скидки от 10%, программ лояльности (например, "золотой" статус при достижении суммы покупок).
- **Форматы практических занятий:**
 - **Практикум (DiD):** Разбор классического кейса "Влияние запуска рекламы в Твиттере на узнаваемость бренда" с построением графиков трендов и расчетом эффекта в таблице.
 - **Практикум (RDD):** Визуализация данных вокруг порога (например, конверсия для пользователей, которые были чуть ниже и чуть выше порога для получения купона).

Тема 3: Propensity Score Matching (PSM) и его обобщения.

- **Аудиторные часы:** 4 (1 лекция + 1 семинар)
- **Описание:** Проблема смещения (confounding bias). Идея PSM: создать искусственную контрольную группу, похожую на тестовую по наблюдаемым характеристикам. Propensity Score — вероятность попасть в тестовую группу. Методы: Matching, Weighting (IPTW), Stratification.
- **Форматы практических занятий:**

- **Практикум:** Оценка эффекта email-рассылки на покупку. У нас нет рандомизации, так как рассылка была таргетирована на активных пользователей. С помощью логистической регрессии рассчитываем Propensity Score и строим сопоставимые группы.

- **Семинар:** Обсуждение главного ограничения PSM — он не учитывает ненаблюдаемые confounding factors.

Тема 4: Машинное обучение для причинно-следственного вывода.

- **Аудиторные часы:** 12 (3 лекции + 3 семинара)

- **Описание:**

- Введение в идею: как ML может помочь в оценке гетерогенных эффектов лечения (Heterogeneous Treatment Effects, HTE).

- **Bayesian Additive Regression Trees - BART:** Интуиция: как обычные деревья решений могут быть адаптированы для предсказания не результата, а *эффекта* вмешательства. Почему BART особенно хорош — байесовский подход и ансамблирование для получения устойчивых оценок.

- **Форматы практических занятий:**

- **Практикум (BART):** Демонстрация работы BART на синтетическом датасете. Визуализация распределения индивидуальных эффектов лечения (ITE). Сравнение средней оценки эффекта с результатом простой регрессии.

Тема 5: Инструментальные переменные (IV) и синтетический контроль. Обзор методов.

- **Аудиторные часы:** 4 (1 лекция + 1 семинар)

- **Описание:** Обзор двух сложных, но важных методов:

- **Инструментальные переменные (IV):** Идея на примере: как оценить эффект рекламы, если мы не можем измерить, кто ее видел? Поиск "инструмента" (например, случайные колебания цены на рекламном аукционе).

- **Синтетический контроль:** Создание "искусственного" контрольного региона для оценки эффекта кампании, запущенной в одном регионе.

- Сводка всех методов: когда какой метод применять.

- **Форматы практических занятий:**

- **Семинар:** Групповая работа "Выбери метод". Раздаются 5-6 описаний бизнес-задач, и студенты должны обосновать выбор метода причинного вывода для каждой.

- **Разбор итоговых проектов:** Презентация студентами своих мини-исследований, проведенных на предоставленных данных.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

1. текущий контроль на семинарских занятиях

2. самостоятельные задания (СР)

3. оценочные материалы устного экзамена (теоретические вопросы, практические кейсы)

4. проектные работы (итоговый проект) Оценочные материалы по дисциплине Причинно-следственный вывод в маркетинге с применением искусственного интеллекта входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены учебно-методическая литература, электронные образовательные ресурсы, авторские учебно-методические материалы преподавателя и перечень заданий для самостоятельной работы

Перечень заданий для самостоятельной работы

1. Анализ маркетингового кейса с применением PSM (Propensity Score Matching): оценить причинный эффект маркетингового воздействия (treatment) на бизнес-метрику, уменьшив смещение из-за различий между группами (selection bias).

2. Оценка эффекта кампании с помощью DiD (Difference-in-Differences) на открытых данных: оценить эффект события/кампании/изменения политики, используя динамику метрики до/после в treatment-группе относительно контрольной.

3. Реализация модели CausalML (DoWhy / PyWhy / PyCausalML): построить причинно-следственную модель на данных: задать граф (DAG), идентифицировать эффект, оценить его и провести проверки.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Итоговая балльная оценка	Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
			Для традиционной системы	Для бинарной системы
95-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
85-94			B	P/ Passed
75-84	Хорошо		C	P/ Passed

65-74			D	P/ Passed
55-64	Удовлетворительно		E	P/ Passed
0-54	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
60 баллов	40 баллов	100баллов	100баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену для освоения компетенций.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
1	О-3.1 Выявляет конфликтующие параметры и характеристики наблюдаемой системы на основе анализа данных о его функционировании, находит причины отклонения от оптимальной конфигурации	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы.
2	ЛС-1.1 Формализует бизнес-цели и вырабатывает под них стратегии внедрения ИИ.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
3	ЛС-4.1 Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
4	МФ-4.1 Применяет статистические методы анализа и машинного обучения	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы.

	для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных.	
5	BD-2.2 Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы.
6	MM-1.2 Анализирует маркеры и паттерны информационного поля для внесения своевременных изменений в маркетинговую политику.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы.
7	MM-2.2 Использует ИИ для мониторинга и управления восприятием бренда через автоматический анализ контента и отслеживание обратной связи.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
8	MM-3.3 Использует предиктивные модели прогнозирования реакций аудитории и разработки стратегий минимизации рисков.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы.
9	SS-2.2 Учитывает профессиональные и ролевые особенности коллег при совместной разработке технических решений и представлении результатов	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы. Итоговые проекты.
10	SS-3.2 Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области.	Работа на семинарских занятиях. Самостоятельные работы. Итоговые проекты.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена

Экзамен проводится в устной форме, его проведение возможно с применением ИКТ. Билет состоит из двух вопросов: теоретического и практического. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена категорически запрещено. В случае обнаружения факта использования

недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов, на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.

Темы итоговых проектов для семинарских занятий:

1. План А/В-эксперимента для продукта или кампании
2. Выбор метрик и критериев успеха эксперимента
3. Расчет мощности и размера выборки
4. Контроль множественного тестирования и «подглядывания»
5. Дизайн данных для эксперимента: логирование и качество
6. Типовые источники смещения в экспериментах
7. Наблюдательные данные: Difference-in-Differences
8. Наблюдательные данные: Propensity Score Matching
9. Regression Discontinuity дизайн
10. Instrumental Variables и причинные выводы
11. Encouragement design и частичная рандомизация
12. Кластерная рандомизация и гео-эксперименты
13. Интерференция и spillover-эффекты в сетях
14. Сетевые эффекты на маркетплейсах и платформах
15. Гетерогенные эффекты и сегментация аудитории
16. Uplift-моделирование для таргетинга кампаний
17. Causal forest для оценки индивидуальных эффектов
18. Meta-learners для CATE (T-, S-, X-подходы)
19. Event study и динамический DiD
20. Риски и ограничения ИИ в управленческих решениях

Примерный список вопросов к экзамену.

Теоретические вопросы:

1. С помощью причинно-следственного графа (DAG) проиллюстрируйте понятие спутывающей переменной на примере связи "реклама -> продажи".
2. В чем заключается основное допущение метода Разностно-разностный метод? Как можно проверить это допущение на практике?
3. Опишите логику метода Propensity Score Matching. Каково его главное ограничение?

4. В чем разница между оценкой среднего эффекта лечения (ATE) и гетерогенного эффекта лечения (HTE)? Почему HTE важен для маркетолога?
5. Объясните интуицию использования Bayesian Additive Regression Trees (BART) для причинно-следственного вывода. Какие его преимущества?
6. Что такое "инструментальная переменная" и каким ключевым свойствам она должна удовлетворять?
7. В каком случае для оценки эффекта причинности лучше подойдет метод Регрессионного разрывного дизайна (RDD), а не Difference-in-Differences (DiD)?

Практические задачи/кейсы:

1. Компания запустила новую программу лояльности для клиентов, которые совершили более 10 покупок. Опишите, как с помощью метода Регрессионного Разрыва (RDD) можно оценить эффект этой программы на дальнейшую частоту покупок.
2. Вам нужно оценить эффект рассылки премиум-купонов на сумму чека. Рассылка проводилась не случайно, а для клиентов из определенной геолокации. Предложите метод причинного вывода и обоснуйте свой выбор.
3. *Датасет для анализа:* Вам предоставили данные о клиентах (демография, история покупок), часть из которых получила персонализированное предложение, а часть — нет. С помощью метода Propensity Score Matching постройте сбалансированные группы и оцените средний эффект от предложения.
4. *Датасет для анализа:* Используя предоставленные данные и библиотеку `rpart`, примените метод BART для оценки гетерогенного эффекта от маркетинговой кампании. Определите, в какой группе пользователей (например, молодые/старшие) эффект был максимальным.

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал, выполнение практического задания и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. В болонской шкале оценка может быть скорректирована в ту или иную сторону с учетом малозначительных погрешностей изложения или, напротив, углубленного изложения материала.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета и решение практического задания с небольшими неточностями (возможно, с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Авторские учебно-методические материалы преподавателя, размещаемые в электронной образовательной среде (презентации лекций; конспекты/опорные схемы по методам DiD, RDD, PSM/IPTW, IV, синтетическому контролю; инструкции по построению причинно-следственных графов (DAG); методические рекомендации по подготовке мини-исследования/проекта; наборы данных; шаблоны вычислений/ноутбуки Python для расчёта propensity score, балансировки групп, визуализации порога для RDD, оценки эффектов, а также примеры кода для применения BART).

Учебная и учебно-методическая литература для самостоятельной подготовки (в т.ч. к практикумам и экзамену):

1. Кохави Р., Тан Д., Сюй Я. *Доверительное A/B-тестирование. Практическое руководство по контролируемым экспериментам* / пер. с англ. В. С. Яценкова. М.: ДМК Пресс, 2021. 316 с.: ил.

2. Герасимов Б.И., Дробышева В.В., Воронкова О.В. *Статистические исследования в маркетинге: введение в экономический анализ: учебное пособие* / под ред. проф. Б.И. Герасимова. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006.

3. DoWhy (PyWhy) — библиотека причинного анализа (Python). Документация: <https://www.pywhy.org/dowhy/>

4. Imbens, G. W.; Rubin, D. B. *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction*. Cambridge University Press, 2015.

Электронные образовательные ресурсы (для отработки базовых навыков, необходимых для выполнения самостоятельных заданий):

— Хэндбук Яндекса «Математика для анализа данных»: электронный ресурс. Режим доступа: <https://education.yandex.ru/handbook/math>

— Хэндбук Яндекса «Основы Python»: электронный ресурс. Режим доступа: <https://education.yandex.ru/handbook/python>

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Рон Кохави, Диана Тан, Я Сюй, Доверительное А/В-тестирование. Практическое руководство по контролируемым экспериментам / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 316 с.: ил.

2. Статистические исследования в маркетинге: введение в экономический анализ: учебное пособие / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, О.В. Воронкова; под ред. проф. Б.И. Герасимова. – Тамбов: Издво Тамб. гос. техн. ун-та, 2006

3. Хэндбук Яндекса «Математика для анализа данных», <https://education.yandex.ru/handbook/math>

4. Хэндбук Яндекса «Основы Python», <https://education.yandex.ru/handbook/python>

8.2. Дополнительная литература

1. Естафьев В. А., Тюков М. А. Искусственный интеллект и нейросети: практика применения в рекламе: учебное пособие. – М.: Дашков и К, 2024. – 426 с.: ил.

2. Акулич М. В. Нейронные сети в маркетинге, электронной коммерции, планировании производства и логистике. – [б. м.]: Ridero, 2023. – 121 с.

3. King, К. Искусственный интеллект в маркетинге. Как использовать ИИ и быть на шаг впереди (пер. на рус., АСТ, 2024).

8 Интернет-ресурсы

1) Сайт Научной библиотеки РАНХиГС: <https://sziu-lib.ranepa.ru/>

2) Электронный каталог Научной библиотеки РАНХиГС:

3) https://sziu-lib.ranepa.ru/cat/avesta_elcat.php

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

При выполнении практических заданий и/или проекта с использованием Bayesian Additive Regression Trees (BART) и иных ресурсоёмких моделей допускается выполнение расчётов: (а) на персональном компьютере обучающегося при наличии достаточных ресурсов; либо (б) в облачной вычислительной среде/на выделенном сервере (при наличии доступа).

Рекомендуемые параметры рабочей станции: процессор не ниже 4–8 ядер; оперативная память не менее 16 ГБ (рекомендуется 32 ГБ при работе с большими выборками и множеством итераций); свободное дисковое пространство не менее 5–10 ГБ; ОС Windows/macOS/Linux.

При работе с большими датасетами (ориентировочно от 100 тыс. наблюдений и/или высокой размерности признаков) рекомендуется использовать удалённые ресурсы (облачные ноутбуки/сервер) либо предварительное уменьшение размерности/сэмплирование по методическим указаниям преподавателя. Использование GPU не является обязательным, однако может ускорять отдельные этапы при наличии соответствующих библиотек.

В рамках реализации практических заданий предусмотрено использование ПО для CausalML-анализа: Anaconda (Python ≥ 3.10) и библиотек `numpy`, `scipy`, `matplotlib`, `pandas`, `statsmodels`, `scikit-learn`, `rumc`, `rumc-bart`, а также специализированных библиотек причинно-следственного анализа: `causalml`, `dowhy`, `econml`, `PyWhy`.