
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Причинно-следственный анализ (Causal analysis)»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Машинное обучение в промышленности

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	3
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	10
6. Материально-техническое обеспечение	10
7. Методические и оценочные материалы	12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение в промышленности, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)» позволяет сформировать системные знания и практические навыки анализа причинно-следственных связей в условиях, когда традиционные А/В-тесты невозможны или недостаточны. Дисциплина (модуль) охватывает формальные модели причинности, графовые методы, методы обработки исторических данных, квазиэкспериментальные дизайны и интеграцию машинного обучения в причинный вывод.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение в промышленности и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору. Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 2 курсе в 3 и 4 семестре на выбор.

Доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины (модуля) «Python для анализа данных» и дисциплины (модуля) «Основы статистики» или «Основы статистики. Базовый» или «Основы статистики. Продвинутой» или «Основы статистики. Продвинутой уровень».

Цель изучения дисциплины (модуля): подготовить обучающихся к решению задач принятия решений на основе данных, включая оценку воздействия бизнес-инициатив, политик и интервенций, с использованием современных методов причинно-следственного анализа в условиях отсутствия рандомизации.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить формальные модели причинности: модель Рубина, графовые модели, DAG;
- научиться различать корреляцию и причинность при интерпретации данных;
- изучить методы анализа исторических данных;
- освоить квазиэкспериментальные подходы;
- развить навыки интеграции моделей машинного обучения в причинный вывод и оценку неоднородных эффектов воздействия.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен: **знать:**

- принципы работы "Модели причинности Рубина"
- формализм основных каузальных модели
- графовые модели описания причинно-следственных связей
- формализм рандомизированных контролируемых экспериментов (А/В тестов)
- область применения анализа исторических данных
- границы применимости и математический формализм методов анализа

исторических данных (сопоставление при помощи шкалы склонности, взвешивание за счёт обратной вероятности лечения, мета-модели причинного вывода, дважды устойчивый метод)

- область применения квазиэкспериментов
- границы применимости и математический формализм различных подходов квазиэкспериментов (каузальный лес, метод двойной разности, метод разрывов в регрессии, синтетический контроль).

уметь:

- отличить корреляцию и причинно-следственную связь во время принятия решений
- нивелировать гетерогенные эффекты воздействия
- оценивать средний эффект воздействия
- считать влияние гетерогенных эффекты воздействия
- строить причинные графы на основании экспертной области знания и формальных алгоритмов
- строить поправку для исторических данных, позволяющую приблизиться к рандомизированным исследованиям с контролем
- выбирать наилучшим образом подходящий дизайн квазиэксперимента
- интегрировать модели машинного обучения в причинно-следственный анализ
- оценивать и рассчитывать достоверность полученных результатов аналитики, рассчитывая и корректно интерпретируя погрешности
- проводить анализ чувствительности модели, для установления валидности выбранного дизайна.

владеть:

- навыками использования методов анализа исторических данных: сопоставлением при помощи шкалы склонности; взвешивание за счёт обратной, вероятности лечения, мета-модели причинного вывода; дважды устойчивый метод;
- навыками использования методов квазиэкспериментального анализа: метод двойной разности, метод разрывов в регрессии, синтетический контроль;
- методами машинного обучения для расчёта причинных эффектов;
- навыками использования методов плацебо-контроля и методов расчёта погрешностей.

2. Перечень планируемых результатов обучения

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и

			представлять результаты в понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области машинного обучения в индустрии	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы, относящиеся к области машинного обучения в индустрии, а также ключевые закономерности и модели, которые помогают в анализе и интерпретации данных
		ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области разработки, выявлять и формулировать общие закономерности и тенденции, а также применять методы исследования для получения новых знаний и понимания
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области машинного обучения в индустрии, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях, где были выявлены и описаны общие формы и закономерности
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-3.1.	Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач,

			формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало принятию обоснованных решений
ПК-6.	Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере машинного обучения в индустрии	ПК-6.1.	Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в машинном обучении в индустрии
		ПК-6.2.	Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений
		ПК-6.3.	Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач в сфере профессиональной деятельности

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Введение, базовые понятия и базовый формализм	7	6		30	Домашние задания
2	Анализ исторических данных	9	7	2	34	Домашние задания Контрольная работа
3	Анализ временных данных	8	6	2	32	Домашние задания Контрольная работа
4	Погрешность, валидация и анализ чувствительности	6	5	2	30	Домашние задания Контрольная работа
	Экзамен			4		
Итого:		30	24	10	126	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение, базовые понятия и базовый формализм	Введение, Корреляция и причинно-следственная связь, постановка типичной задачи Модель Рубина Причинные модели и графы
2	Анализ исторических данных	Анализ с помощью регрессии, Рандомизированные контролируемые эксперименты Сопоставление при помощи шкалы склонности Взвешивание за счёт обратной вероятности лечения Дважды устойчивый метод и мета-модели причинного вывода Гетерогенные эффекты воздействия, каузальные деревья, каузальный лес Квазиэксперименты и метод инструментальной переменной
3	Анализ временных данных	Метод разрывов в регрессии

		Метод двойной разности Синтетическая контрольная группа, метод синтетического контроля
4	Погрешность, валидация и анализ чувствительности	Анализ чувствительности и диагностика каузальных моделей Расчёт погрешностей, построение доверительных интервалов

5. Учебно-методическое обеспечение

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

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

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

Основная литература:

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559620>.

2. Горленко, О. А. Дисперсионный анализ экспериментальных данных : учебник для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14677-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566251>.

3. Основы теории эксперимента : учебник для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12808-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556177>.

Дополнительная литература:

1. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебник для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563721>.

2. Чертыковцев, В. К. Математическая теория рисков. Анализ рисков в социально-экономической сфере : учебник для вузов / В. К. Чертыковцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 102 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14457-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558358>.

6. Материально-техническое обеспечение

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

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

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

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

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

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

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

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

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		

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

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы как лекции, семинары, домашние задания, контрольные работы, а также различные

виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

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

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

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

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

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

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

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

Цель контрольной работы – получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

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

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

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

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

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)»

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

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

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

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

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		вопросы.

Дисциплина (модуль) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	40%	8	Набор задач по темам недели
Контрольная работа	45%	3	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Экзамен	15%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

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

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Причинно-следственный анализ (Causal analysis)»: $0,4 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,45 \times \text{среднее за контрольные работы} + 0,15 \times \text{экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Базовые понятия и причинные графы

1. Постройте причинный граф (DAG) для задачи: «Влияние образования на доход», учитывая переменные: пол, социально-экономический статус, способности, образование, доход.
2. Укажите, какие переменные являются коллидерами, посредниками, смешивающими факторами.
3. Примените критерий задней двери (backdoor criterion) — определите, какие переменные нужно контролировать.
4. Объясните, почему корреляция между образованием и доходом не означает причинности.
5. Оформите выводы в виде отчёта: граф, обоснование, список контролируемых переменных.

Домашнее задание 2. Анализ исторических данных

1. Смоделируйте набор данных (в Python или R) с бинарным воздействием (treatment) и исходом (outcome), включающий смешивающие факторы.
2. Оцените средний эффект воздействия (ATE) с помощью линейной регрессии без поправок.
3. Постройте модель логистической регрессии для оценки шкалы склонности (propensity score).
4. Примените метод сопоставления (matching) и сравните ATE до и после.

5. Реализуйте дважды устойчивую оценку (doubly robust estimator) и сравните результаты.

Домашнее задание 3. Квазиэксперименты и валидация

1. Реализуйте метод двойной разности (DiD) на синтетических данных: до/после, контроль/эксперимент.
2. Постройте график параллельных трендов — проверьте предпосылку.
3. Примените метод синтетического контроля (Synthetic Control) к случаю: внедрение закона в одном регионе.
4. Проведите анализ чувствительности: оцените, насколько результат зависит от выбора ковариат.
5. Выполните плацебо-тест: примените метод к периоду до воздействия — проверьте значимость.

Примерные задания для контрольных работ

Контрольная работа 1.

1. Напишите формулу среднего эффекта воздействия (ATE) в терминах потенциальных исходов.
2. Укажите, что означает условие ignorability в модели Рубина.
3. Напишите имя графового элемента, который блокирует путь через посредника.
4. Укажите, какой тип переменной нельзя включать в модель, если он является коллидером.
5. Напишите имя критерия, используемого для определения набора переменных, устраняющих смешивающее воздействие.

Контрольная работа 2.

1. Напишите имя метода, при котором объекты с разным воздействием сравниваются по схожести их характеристик.
2. Укажите имя метода, при котором каждое наблюдение взвешивается обратно пропорционально вероятности его воздействия.
3. Напишите имя оценки, сочетающей модель исхода и модель воздействия.
4. Укажите, как называется эффект, различающийся по группам (например, по возрасту или полу).
5. Напишите имя метода, использующего деревья для оценки гетерогенного эффекта воздействия.

Контрольная работа 3.

1. Напишите аббревиатуру метода, сравнивающего изменения во времени между двумя группами.
2. Укажите имя метода, используемого при резком изменении правила в определённом пороге (например, возраст 18 лет).
3. Напишите имя метода, строящего контрольную группу как взвешенную комбинацию других объектов.
4. Укажите, как называется тест, при котором метод применяется к периоду до воздействия.

5. Напишите имя показателя, используемого для оценки устойчивости вывода к наличию скрытых смешивающих факторов.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как приоритизировать гипотезы для причинного анализа?	По потенциальному влиянию на бизнес, доступности данных и рискам	УК-6
2.	Как планировать время на проведение причинного анализа?	С учётом сбора данных, проверки допущений, валидации и отчёта	УК-6
3.	Как оценить свою эффективность в проведении causal-исследований?	По качеству выводов, скорости итераций, влиянию на решения	УК-6
4.	Как сообщать о ограничениях causal-модели руководству?	Через понятные отчёты, визуализацию допущений и рисков	УК-6
5.	Напишите формулу среднего эффекта воздействия в терминах потенциальных исходов.	$E[Y(1) - Y(0)]$	ОПК-1
6.	Укажите имя модели, в которой каждый объект имеет два потенциальных исхода.	Модель Рубина / Potential Outcomes	ОПК-1
7.	Напишите имя условия, при котором воздействие независимо от потенциальных исходов.	Ignorability / Устранимость	ОПК-1
8.	Напишите имя критерия, позволяющего определить, какие переменные нужно контролировать.	Критерий задней двери / Backdoor Criterion	ОПК-1
9.	Укажите имя оценки, устойчивой к ошибке в одной из двух моделей.	Дважды устойчивая оценка / Doubly Robust	ПК-1
10.	Напишите имя эффекта, который различается в подгруппах.	Гетерогенный эффект воздействия / HTE	ПК-1
11.	Укажите имя метода, использующего деревья для оценки HTE.	Каузальный лес / Causal Forest	ПК-1
12.	Напишите имя показателя, оценивающего влияние скрытого смешивающего фактора.	Анализ чувствительности / Sensitivity Analysis	ПК-1
13.	Напишите имя графа, используемого для визуализации причинных связей.	DAG / Причинный граф	ПК-3
14.	Укажите имя переменной, влияющей одновременно на воздействие и исход.	Смешивающий фактор / Confounder	ПК-3

15.	Укажите, как называется переменная, через которую проходит косвенный эффект.	Посредник / Mediator	ПК-3
16.	Укажите имя метода, при котором сравниваются объекты с похожей шкалой склонности.	Сопоставление / Matching	ПК-3
17.	Какие Python-библиотеки используются для причинного вывода?	EconML, CausalML, DoWhy	ПК-6
18.	Как реализовать расчёт АТЕ в коде?	Через разность средних или регрессионную модель в Python	ПК-6
19.	Как тестировать корректность causal-модели в коде?	Проверка на синтетических данных, unit-тесты на допущения	ПК-6
20.	Как интегрировать causal-модель в продакшн-пайплайн?	Через API, контейнеризацию, мониторинг дрефта	ПК-6