

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«24» июня 2025 г.  
Протокол №2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)»**

**Направление подготовки:** 02.03.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Программа двух дипломов НИУ  
ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 4 года

**Год набора:** 2025

**Москва  
2025**

## Содержание

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

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)» позволяет создавать интегрированные решения, обеспечивающие высокую производительность и устойчивость моделей в реальных условиях. Кроме того, знание проектирования систем машинного обучения способствует оптимизации ресурсов и ускоряет внедрение инноваций в различных сферах.

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

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 или 4 курсе в 6 или 8 семестре на выбор. Доступна к изучению после успешного освоения дисциплины (модуля) «Machine Learning (Машинное обучение)»

**Цель изучения дисциплины (модуля):** освоить принципы и методы проектирования эффективных, масштабируемых и надежных систем машинного обучения для решения практических задач.

### Задачи изучения дисциплины (модуля):

— изучить основные принципы и архитектуры систем машинного обучения, включая выбор алгоритмов, подготовку данных, инфраструктуру и интеграцию с существующими технологиями.

— освоить методы оптимизации производительности, управления ресурсами, обеспечения безопасности и этических аспектов в проектировании ML-систем.

— приобрести практические навыки в разработке и реализации end-to-end пайплайнов машинного обучения, включая прототипирование и развертывание моделей в реальных средах.

— развить умение анализировать и оценивать эффективность ML-систем, учитывать ограничения и требования, а также применять системный подход к решению задач в области искусственного интеллекта.

### В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

#### **знать:**

— задачи применения ML в компаниях и проведении предварительного анализа для оценки необходимости внедрения ML-решения;

— ключевые компоненты архитектуры ML систем;

— этапы жизненного цикла ML моделей;

— способы оценки эффекта от ML решений;

— принципы подготовки кода и моделей для продакшена;

— методы мониторинга ML систем в продакшене;

— принципы обеспечения масштабируемости и надежности ML систем;

#### **уметь:**

- формулировать техническую постановку ML задачи, выбирать метрики качества и бейзлайн;
- разрабатывать концепцию ML системы с учетом бизнес-целей и ограничений;
- разрабатывать дизайн ML-решения, включая функциональные требования и план реализации;
- проектировать архитектуру ML системы, включая компоненты для обработки данных, обучения и инференса;
- оценивать экономический эффект от внедрения ML-проекта;
- формулировать требования к инфраструктуре с учетом нагрузки и масштабирования;

***владеть:***

- навыком проектирования ML-систем, ориентированных на решение бизнес-задач, с учетом технических ограничений и условий эксплуатации;
- навыком разработки концепций и архитектурных решений ML-систем в условиях ограниченного времени и неполных данных;
- навыком проверки жизнеспособности ML решения.

## 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-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности.
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
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	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы, относящиеся к области машинного обучения, 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, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях, где были выявлены и описаны общие формы и закономерности
ПК-2.	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной безопасности	ПК-2.1.	Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности
		ПК-2.2.	Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования информационной безопасности
		ПК-2.3.	Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности

### 3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Введение в ML System Design. Типы ML задач в бизнесе	1	1		18	Домашние задания
2	Метрики и оценка эффекта для бизнеса	2	2		20	Домашние задания
3	Дизайн, проработка и валидация ML решения	2	2		20	Домашние задания
4	Разбор кейсов из индустрии	2	2		20	Домашние задания Кейсы
5	Проектирование ML системы и разработка ML приложения	2	2		20	Домашние задания Кейсы
6	Обеспечение надежной работы ML приложений	2	2		20	Домашние задания Кейсы
7	Разбор кейсов из индустрии	2	2		20	Домашние задания Кейсы
8	ML System Design интервью	1	1		20	Домашние задания
	<i>Зачет с оценкой</i>			4		Проект
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>158</b>	
<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>		<b>190</b>				
<b>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</b>		<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение в ML System Design. Типы ML задач в бизнесе	Введение в ML System Design. Что это и зачем? Типы ML задач в бизнесе и их решения
2	Метрики и оценка эффекта для бизнеса	Предварительная оценка эффекта
3	Дизайн, проработка и валидация ML решения	Solution Design. Постановка задачи, бейзлайны и валидация. Гостевая лекция
4	Разбор кейсов из индустрии	Дизайн А/Б-тестов
5	Проектирование ML системы и разработка ML приложения	Приложения на коленке. System Design для ML-решений. Как сделать код и модель production-ready
6	Обеспечение надежной работы ML приложений	Тестирование и мониторинг. Масштабирование, расчёт требуемой инфраструктуры и костов
7	Разбор кейсов из индустрии	ML System Design кейсы
8	ML System Design интервью	Типичные ошибки в ML-проектах и ML System Design-интервью

## 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. Коэльо, Л. Построение систем машинного обучения на языке Python : практическое руководство / Л. Коэльо, В. Ричарт ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 3-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 304 с. - ISBN 978-5-89818-331-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2102618>.

2. Лакшманан, В. Машинное обучение. Паттерны проектирования : практическое пособие / В. Лакшманан, С. Робинсон, М. Мунн. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-6797-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2140204>.

3. Григорьев, А. Машинное обучение. Портфолио реальных проектов : практическое руководство / А. Григорьев. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 496 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1978-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2123375>.

### *Дополнительная литература:*

1. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. — СПб.: Питер, 2018. — 640 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-4461-0512-0.

2. Бурков, А. Инженерия машинного обучения : практическое руководство / А. Бурков ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 306 с. - ISBN 978-5-93700-125-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2109491>.

3. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование. Практикум : учебник для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00739-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561215>.

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

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

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		

Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, кейсы, проект, 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.

*Решение кейса* – практическая работа студентов над реальными или смоделированными задачами, что позволяет студенту применять теоретические знания на практике.

Студент самостоятельно разрабатывает стратегию решения поставленной задачи, что способствует развитию навыков критического мышления и самостоятельного принятия решений. Такой подход помогает подготовить будущих специалистов к реальным вызовам в их профессиональной деятельности.

*Проект* – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

*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) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)»**

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 *зачета с оценкой*, 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:

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Оценка за зачет</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. 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
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			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.
7	Хорошо	Зачтено	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	Зачтено	
5	Удовлетворительно	Зачтено	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	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	60%	Набор задач по темам недели
Проекты	30%	Исследовательская работа по курсу и презентация результатов
Кейсы	10%	Практическая работа студентов над реальными или смоделированными задачами

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «ML System Design (Проектирование систем машинного обучения)»:** « $0,6 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,3 \times \text{среднее за проекты} + 0,1 \times \text{среднее за кейсы}$ ».

### Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Примерные домашние задания

##### Домашнее задание: Введение в ML System Design. Типы ML задач в бизнесе

1. Определите основные понятия машинного обучения и составьте краткий обзор (1-2 страницы).
2. Классифицируйте ML задачи по типам (например, классификация, регрессия, кластеризация) и приведите по 2 примера для каждой категории.
3. Исследуйте и опишите 3 примера применения ML в различных отраслях (например, здравоохранение, финансы, маркетинг).
4. Напишите краткий отчет о том, как ML может изменить бизнес-процессы в одной из выбранных вами отраслей.
5. Подготовьте презентацию (5-7 слайдов) о типах ML задач и их применении в бизнесе, включая примеры и визуализации.

##### Домашнее задание: Оценка эффекта для бизнеса

1. Изучите и опишите 3 основные метрики оценки эффективности ML решений (например, точность, полнота, F1-мера).
2. Рассчитайте ROI для гипотетического ML проекта, используя предоставленные данные (сделайте свои предположения о затратах и доходах).
3. Проведите анализ экономического эффекта внедрения ML в конкретной бизнес-области (выберите отрасль и обоснуйте выбор).
4. Подготовьте 1-2 страницы о том, как можно использовать метрики для оценки успеха ML проектов в реальном времени.
5. Создайте таблицу, в которой сопоставлены различные метрики и их применение в ML задачах, с примерами.

##### Домашнее задание: Дизайн, проработка и валидация ML решения

1. Опишите процесс разработки ML решения, включая все ключевые этапы (от сбора данных до развертывания модели).
2. Разработайте план валидации модели для конкретного ML проекта (определите методы валидации и тестирования).
3. Напишите о принципах проектирования функциональных требований для ML решения, включая примеры.
4. Создайте диаграмму, иллюстрирующую процесс разработки и валидации ML решения, включая ключевые этапы и взаимодействия.

5. Проведите анализ успешных и неудачных примеров валидации ML моделей, выделив ключевые уроки и рекомендации.

### **Примерные задания для кейсов**

#### **Кейс-задача: Проектирование ML системы и разработка ML приложения**

**Ситуация:** Вы работаете в компании, которая хочет внедрить систему предсказания оттока клиентов для своего онлайн-сервиса. Ваша задача — спроектировать архитектуру ML системы.

##### **Задания:**

1. Опишите основные компоненты архитектуры ML системы, включая сбор данных, обработку, обучение модели и развертывание.
2. Предложите, как интегрировать новую ML систему с существующими системами компании (например, CRM, базы данных).
3. Опишите, какие технологии и инструменты вы бы использовали для разработки и развертывания ML приложения (например, языки программирования, библиотеки, облачные решения).
4. Подготовьте план по обеспечению безопасности данных в процессе разработки и развертывания системы.
5. Обоснуйте, как вы будете тестировать и валидировать систему перед ее запуском.

#### **Кейс-задача: Обеспечение надежной работы ML приложений**

**Ситуация:** Ваша компания развернула ML приложение для автоматизации процесса обработки заявок на кредит. Однако пользователи начали сообщать о сбоях и низкой производительности системы.

##### **Задания:**

1. Опишите методы мониторинга, которые вы бы использовали для отслеживания производительности ML приложения (например, метрики, логирование).
2. Разработайте стратегию поддержки ML системы, включая регулярные проверки и обновления.
3. Объясните, как вы будете обеспечивать масштабируемость приложения, чтобы оно могло обрабатывать увеличивающийся объем данных и запросов.
4. Опишите, как вы будете управлять изменениями и обновлениями модели, чтобы минимизировать риски и сбои.
5. Подготовьте отчет о том, какие шаги следует предпринять для устранения текущих проблем с производительностью и надежностью приложения.

#### **Кейс-задача: Интеграция и развертывание ML решения**

**Ситуация:** Ваша команда разработала модель для прогнозирования спроса на продукты в интернет-магазине. Теперь необходимо интегрировать эту модель в существующую систему управления запасами.

##### **Задания:**

1. Опишите шаги, необходимые для интеграции ML модели в систему управления запасами, включая взаимодействие с API и базами данных.

2. Разработайте план развертывания модели, включая выбор среды (локальная, облачная) и подходы к CI/CD (непрерывная интеграция и развертывание).

3. Объясните, как вы будете тестировать интеграцию модели с существующими системами на этапе развертывания.

4. Опишите, как вы будете обеспечивать поддержку и обновление модели после развертывания, включая стратегии мониторинга и обратной связи.

5. Подготовьте презентацию для заинтересованных сторон, в которой вы объясните, как внедрение ML модели повлияет на процессы управления запасами и повысит эффективность бизнеса.

## Примерное описание к проекту

### Задание для проекта: "Распространенные ошибки в проектировании ML систем и подходы к их предотвращению"

#### *Описание проекта*

Цель данного проекта — исследовать и проанализировать распространенные ошибки, возникающие при проектировании и разработке ML систем, а также предложить эффективные подходы и методы для их предотвращения. Участники проекта должны будут выбрать конкретные ошибки, проанализировать их причины и последствия, а также разработать рекомендации по предотвращению этих ошибок в будущем.

#### *Этапы подготовки проекта*

- 1. Выбор темы и формулирование проблемы**
  - Исследуйте различные аспекты проектирования ML систем.
  - Выберите 3-5 распространенных ошибок, которые вы хотите проанализировать.
  - Сформулируйте основные вопросы, на которые вы хотите ответить в проекте.
- 2. Сбор информации и анализ**
  - Изучите литературу и ресурсы по выбранным ошибкам (научные статьи, блоги, книги).
  - Проанализируйте примеры реальных проектов, где произошли ошибки, и их последствия.
  - Соберите информацию о подходах к предотвращению этих ошибок.
- 3. Разработка рекомендаций**
  - На основе собранной информации разработайте конкретные рекомендации по предотвращению выбранных ошибок.
  - Подготовьте презентацию, которая включает в себя основные выводы и рекомендации.
- 4. Подготовка к защите проекта**
  - Создайте слайды для презентации, включая визуализации и примеры.
  - Подготовьтесь к вопросам и обсуждениям, которые могут возникнуть во время защиты.
- 5. Защита проекта (1 день)**
  - Презентуйте свой проект перед аудиторией (можно в формате 10-15 минут).
  - Ответьте на вопросы и обсудите полученные результаты.

#### *Критерии оценивания*

- 1. Содержание проекта (40%)**
  - Глубина анализа выбранных ошибок.
  - Полнота и точность информации.
  - Качество предложенных рекомендаций.
- 2. Структура и оформление (20%)**
  - Логичность и последовательность изложения материала.
  - Качество слайдов и визуализаций (если используются).

- Соответствие формальным требованиям (шрифт, размер, оформление).
3. **Презентация (20%)**
- Ясность и убедительность изложения.
  - Умение отвечать на вопросы и вести дискуссию.
  - Использование времени (соответствие отведенному времени).
4. **Исследовательская работа (20%)**
- Уровень самостоятельности и оригинальности в исследовании.
  - Умение использовать различные источники информации.
  - Критическое мышление и способность делать выводы.

*Дополнительные рекомендации*

- Работайте в команде, если это возможно, чтобы обмениваться идеями и опытом.
- Регулярно обсуждайте прогресс с преподавателем или наставником, чтобы получить обратную связь.
- Не забывайте о важности документирования вашего процесса работы и результатов для будущих проектов.

**Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой из следующих типов ML задач относится к категории задач классификации? а) Прогнозирование цены акций б) Определение спама в электронной почте с) Кластеризация клиентов по поведению д) Поиск аномалий в данных	б	ПК-1
2.	Какой метод используется для валидации моделей машинного обучения? а) Кросс-валидация б) Гиперпараметрическая оптимизация в) Обработка выбросов г) Нормализация данных	а	ОПК-1
3.	Как называется процесс оценки экономической эффективности ML проекта?	ROI /возврат инвестиций	ОПК-1
4.	Как называется процесс, при котором модель тестируется на новых данных?	Валидация	УК-1
5.	Какая метрика чаще всего используется для оценки бинарной классификации?	Точность	ПК-1
6.	Как называется процесс сбора, обработки и анализа данных?	Аналитика	УК-1
7.	Какой термин обозначает способность быстро адаптироваться к новым знаниям?	Обучаемость	УК-2
8.	Какой тип архитектуры часто используется для разработки ML приложений?	Микросервисная архитектура	УК-2
9.	Какой инструмент часто используется для мониторинга производительности ML систем?	Prometheus	ПК-1
10.	Как называется процесс, при котором данные очищаются и подготавливаются для обучения?	Предобработка данных	ОПК-1
11.	Какой метод оценки экономического эффекта ML решений используется для анализа затрат и выгоды?	Анализ затрат-выгода	ПК-1

12.	Какой метод используется для интеграции ML решений с существующими системами?	API	ПК-2
13.	Как называется подход, при котором модели обновляются на основе новых данных?	Динамическое обучение	УК-1