ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«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: *2024*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

Москва
2024

Содержание

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

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Проектирование систем машинного обучения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 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) «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 курсе в 6 семестре. Доступна к изучению после успешного освоения дисциплины (модуля) «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 МО-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 МО-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:

— для каких задач применяются методы машинного обучения в компаниях и как проводить предварительный анализ для оценки целесообразности их внедрения;

— основные компоненты архитектуры систем машинного обучения;

— этапы жизненного цикла моделей машинного обучения;

— способы оценки эффективности решений на основе машинного обучения;

— принципы подготовки программного кода и моделей к промышленной эксплуатации;

— методы наблюдения и контроля работы систем машинного обучения в промышленной эксплуатации;

— принципы обеспечения масшабируемости и надежности систем машинного обучения.

уметь:

— формулировать техническую постановку задачи машинного обучения, выбирать показатели качества и базовое решение для сравнения;

— разрабатывать концепцию системы машинного обучения с учетом целей организации и существующих ограничений;

— разрабатывать проект решения на основе машинного обучения, включая функциональные требования и план реализации;

— проектировать архитектуру системы машинного обучения, включая компоненты для обработки данных, обучения моделей и получения прогнозов;

— оценивать экономическую эффективность внедрения проекта на основе машинного обучения;

— формулировать требования к вычислительной инфраструктуре с учетом нагрузки и возможностей масштабирования.

владеть:

— навыками проектирования систем машинного обучения, ориентированных на решение прикладных задач организации, с учетом технических ограничений и условий эксплуатации;

— навыками разработки концепций и архитектурных решений для систем машинного обучения в условиях ограниченного времени и неполноты данных;

— навыками оценки практической применимости и жизнеспособности решений на основе машинного обучения.

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 формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов.
		ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты.
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач
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				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары			
1	Основы проектирования систем машинного обучения	16			84	Домашние задания
2	Практика на реальных кейсах	14			72	Домашние задания
	Зачёт с оценкой			4		
	Итого:	***30***		***4***	***156***	
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	Основы проектирования систем машинного обучения	Введение в проектирование систем машинного обучения. Типы задач машинного обучения в бизнесе Постановка задач, взаимодействие с заказчиками, выбор показателей качества и оценка практической ценности решения Экспериментальная проверка решений: как измерить влияние модели на бизнес-показатели Методология машинного обучения: выбор алгоритмов, базовые решения для сравнения, проверка качества на исторических данных Высокоуровневая архитектура решений на основе машинного обучения Проектирование информационных систем с использованием машинного обучения Наблюдение за работой системы, обеспечение масштабируемости и надежности Рекомендательные системы
2	Практика на реальных кейсах	Поисковые системы Интеллектуальные помощники на основе больших языковых моделей Прогнозирование спроса Персонализированные маркетинговые рассылки и предложения Применение машинного обучения в информационной безопасности Подготовка к собеседованиям по проектированию систем машинного обучения

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. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебник для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 78 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-22200-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/600893.

2. Ричардс, М. Фундаментальный подход к программной архитектуре: паттерны, свойства, проверенные методы : практическое руководство / М. Ричардс, Н. Форд. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 448 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1842-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2122895.

Дополнительная литература:

1. 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.

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) «Проектирование систем машинного обучения» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания 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 удается, 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.

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) «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 ***зачёта 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, 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. 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	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

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

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	90%	10	Набор задач по темам недели
Зачёт с оценкой	10%	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) «Проектирование систем машинного обучения»: «0,9 × среднее за домашние задания + 0,1 × зачёт с оценкой».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

1. Опишите, как проводится оценка целесообразности внедрения модели машинного обучения в бизнес-процесс: какие технические, экономические и организационные факторы учитываются;
2. Сформулируйте постановку задачи для системы персонализированных рекомендаций в онлайн-кинотеатре: определите цель, метрики качества (offline и online), базовое решение и критерии успеха;
3. Разработайте высокоуровневую архитектуру системы машинного обучения: выделите компоненты для сбора данных, обучения модели, деплоя, получения предсказаний и мониторинга;
4. Объясните, как с помощью A/B-тестирования или аплифт-моделирования можно измерить реальное влияние модели на бизнес-показатели;
5. Опишите, какие меры необходимо реализовать для обеспечения масштабируемости, отказоустойчивости и долгосрочной поддержки системы машинного обучения в продакшне.

Домашнее задание 2.

1. Спроектируйте архитектуру поисковой системы для электронного маркетплейса: опишите этапы индексации, ранжирования, использование векторных эмбеддингов и роль моделей машинного обучения;

2. Разработайте концепцию чат-бота на основе большой языковой модели для поддержки клиентов: укажите сценарии использования, способы контроля качества и безопасности ответов, интеграцию с базой знаний;

3. Объясните, как можно использовать RAG (Retrieval-Augmented Generation) для снижения hallucinations и повышения точности генерации в LLM-помощнике;

4. Опишите, какие метрики и методы мониторинга следует применять для отслеживания качества работы системы машинного обучения на основе LLM в промышленной эксплуатации;

5. Предложите стратегию масштабирования и оптимизации затрат при развёртывании LLM в условиях ограниченного бюджета и высокой нагрузки.

Домашнее задание 3.

1. Постройте концептуальную модель прогнозирования спроса для ритейлера: опишите входные данные, целевую переменную, возможные алгоритмы и способы учёта внешних факторов (сезонность, промоакции);

2. Спроектируйте систему персонализированных маркетинговых рассылок: опишите логику сегментации, выбора предложения, оценки отклика и предотвращения "спама";

3. Предложите архитектуру системы машинного обучения для обнаружения мошеннических транзакций: укажите типы признаков, стратегию валидации, способы борьбы с дисбалансом классов и интеграцию с операционными процессами;

4. Оцените экономическую эффективность внедрения одной из разработанных систем машинного обучения: рассчитайте примерный ROI, учитывая затраты на разработку, инфраструктуру и ожидаемый прирост выручки;

5. Подготовьте структуру ответа на типичный вопрос собеседования по проектированию систем машинного обучения (например, «Спроектируйте рекомендательную систему для такси»): опишите подход шаг за шагом — от цели до мониторинга.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой из следующих типов ML задач относится к категории задач классификации? a) Прогнозирование цены акций b) Определение спама в электронной почте c) Кластеризация клиентов по поведению d) Поиск аномалий в данных	b	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