
УТВЕРЖДЕНА

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

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

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Продуктовая аналитика

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.....	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 (ML System Design)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Продуктовая аналитика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Проектирование систем машинного обучения (ML System Design)» 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 магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Продуктовая аналитика и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 или 2 курсе во 2 или 4 семестре на выбор, доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины (модуля) «Машинное обучение (Machine Learning)».

Цель изучения дисциплины (модуля): освоение принципов и методов проектирования эффективных, масштабируемых и надежных систем машинного обучения для решения практических задач.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить подходы к предварительному анализу бизнес-процессов для определения целесообразности применения машинного обучения в проектах компаний;
- освоить последовательность этапов создания и развертывания моделей машинного обучения, от концептуализации до интеграции в производство;
- научиться разрабатывать архитектурные решения для систем машинного обучения, включая компоненты для обработки данных и выполнения предсказаний;
- развить умения в оценке потенциального воздействия машинного обучения на бизнес-показатели и оптимизацию ресурсов;
- практиковать техники обеспечения стабильной работы и адаптации систем машинного обучения в условиях реальной эксплуатации.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- для каких задач применяются методы машинного обучения в компаниях и как проводить предварительный анализ для оценки необходимости их внедрения;
- ключевые компоненты архитектуры систем машинного обучения;
- этапы жизненного цикла моделей машинного обучения;
- способы оценки эффекта от решений на основе машинного обучения;

- принципы подготовки кода и моделей для продакшена;
- методы мониторинга систем машинного обучения в продакшене;
- принципы обеспечения масштабируемости и надежности систем.

уметь:

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

владеть:

- навыком проектирования систем машинного обучения, ориентированных на решение бизнес-задач, с учетом технических ограничений и условий эксплуатации;
- навыком разработки концепций и архитектурных решений систем машинного обучения в условиях ограниченного времени и неполных данных;
- навыком проверки 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-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-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области продуктовой аналитики, формулировать результаты анализа и выявлять последствия полученных данных для принятия обоснованных решений и оптимизации продуктов	ПК-3.1.	Знает методы и инструменты продуктовой аналитики
		ПК-3.2.	Умеет применять аналитические инструменты и программное обеспечение для обработки и визуализации данных, а также формулировать выводы на основе проведенного анализа
		ПК-3.3.	Имеет опыт работы над реальными проектами в области продуктовой аналитики, включая анализ пользовательского поведения и оптимизацию продуктов на основе полученных данных

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 с практической частью			
1	Основы проектирования систем машинного обучения	15		78	Домашние задания
2	Практика на реальных кейсах	15		78	Домашние задания
	Зачет 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. 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>.

2. Коэлью, Л. Построение систем машинного обучения на языке Python : практическое руководство / Л. Коэлью, 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>.

Дополнительная литература:

1. 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>.

2. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Дополнительные темы: предсказание, порождение, обнаружение, действие : практическое руководство / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – Москва : ДМК Пресс, 2024. - 768 с. – ISBN 978-5-93700-317-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2205085>.

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;

Электронный документ

- 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
CorollaSim	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 (ML System Design)» 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 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.

Бonusные 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 (ML System Design)»

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, 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
9	Отлично	
8	Отлично	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		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.
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 вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

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

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	90%	10	Набор задач по темам недели

Активность	Вес	Количество	Описание
Зачет 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 (ML System Design)»: $\langle 0,9 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{зачет с оценкой} \rangle$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

Задание:

На основе предложенного бизнес-кейса (например, снижение оттока, рост конверсии, оптимизация логистики):

1. Описать бизнес-проблему и ограничения.
2. Перевести её в постановку (тип задачи, target, признаки).
3. Определить оффлайн-метрики и бизнес-метрики.
4. Предложить бейзлайн и критерии успеха.
5. Спроектировать A/B-тест (гипотеза, дизайн, длительность, риски).

Домашнее задание 2.

Задание:

Для выбранной задачи спроектировать high-level архитектуру решения:

1. Источники и хранение данных.
2. Обучающий пайплайн и переобучение.
3. Batch и/или real-time инференс.
4. Логирование и мониторинг (data drift, prediction drift, бизнес-метрики).
5. Масштабирование и отказоустойчивость.
6. Потенциальные технические и продуктовые риски.

Домашнее задание 3.

Выбрать один кейс:

- рекомендательные системы
- поиск
- LLM-ассистент
- прогноз спроса
- промо-рассылки
- ML в информационной безопасности

Задание:

1. Сформулировать проблему и целевую метрику.

2. Определить тип задачи.
3. Описать данные и стратегию их сбора.
4. Предложить несколько модельных подходов (бейзлайн + продвинутый вариант).
5. Спроектировать high-level архитектуру.
6. Определить способ оценки качества до и после внедрения.

Домашнее задание 4.

Студент получает новый кейс в формате mock-интервью.

Необходимо:

1. Структурировать обсуждение (уточнение требований, ограничения).
2. Предложить формализацию.
3. Определить метрики.
4. Спроектировать архитектуру.
5. Продумать масштабирование и мониторинг.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой этап критичен при переводе бизнес-задачи в постановку?	Формулировка целевой переменной	ОПК-1
2.	Что служит базовым уровнем для сравнения сложной модели?	Простое эвристическое правило	ПК-3
3.	Какая метрика оценивает качество ранжирования в поиске?	Нормализованная дисконтированная выгода	ПК-3
4.	Какая статистика используется для проверки значимости A/B теста?	t-статистика Стьюдента	ОПК-1
5.	Для чего предназначено хранилище признаков в архитектуре?	Единая точка доступа к признакам	ПК-3
6.	Какая проблема возникает при различии обучающих и рабочих данных?	Дрейф данных	ОПК-1
7.	Какая архитектура часто используется для задач поиска парных соответствий?	Двухбашенная нейросеть	ПК-3
8.	Какой компонент добавляет внешние знания в языковую модель?	Векторная база данных	ПК-3
9.	Какая метрика измеряет процентную ошибку прогноза спроса?	Средняя абсолютная процентная ошибка	ОПК-1
10.	Какой метод оценивает причинно-следственное влияние вмешательства?	Uplift-моделирование	ПК-3
11.	Какой тип масштабирования увеличивает количество серверов?	Горизонтальное масштабирование	ПК-3
12.	Как рассчитывается ценность проекта для бизнеса?	Отношение прибыли к затратам	ПК-3
13.	Какой принцип защищает данные пользователей при обучении?	Федеративное обучение	УК-6
14.	Какой риск возникает при обучении на однородной выборке?	Смещение выборки	УК-6

15.	Кто несет ответственность за ошибочное решение системы?	Владелец продукта	УК-6
16.	Какая метрика балансирует точность и полноту модели?	F1-мера	ОПК-1
17.	Какой процесс обеспечивает стабильность модели после запуска?	Непрерывный мониторинг	ПК-3
18.	Что называют эффектом черного ящика в машинном обучении?	Невозможность интерпретации	ОПК-1
19.	Какой компонент системы обрабатывает запросы в реальном времени?	Сервис вывода модели	ПК-3
20.	Какая этическая проблема связана с генерацией медиа контента?	Распространение дезинформации	УК-6