

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 29 » августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1. В.ДВ.03.02 Управление жизненным циклом данных и ML-моделей

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Управление жизненным циклом данных и ML-моделей» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил(и):

С. Г. Синеца, доцент КИТ, к.т.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании центра
искусственного интеллекта
протокол №1 от «28» августа 2025г.

Руководитель центра ИИ

А. В. Коваленко

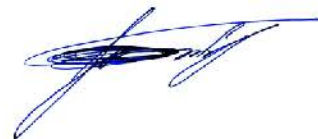


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
компьютерных технологий и прикладной математики
протокол №1 от «28» августа 2025 г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины – изучение методологии DataOps и MLOps.

1.2 Задачи дисциплины

1. Изучение методологии DataOps и MLOps.
2. Изучение процессов Continuous Training на примере KubeFlow.
3. Получение практического опыта развертывания инфраструктуры разработки, поддержки и непрерывного обучения приложений с использованием машинного обучения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление жизненным циклом данных и ML-моделей» относится к дисциплинам по выбору, код Б1.В.ДВ.03.02.

Дисциплина в значительной степени **взаимодействует для формирования компетенций** с дисциплинами:

- DevOps;
- Обработка данных на Python;
- WEB-программирование;
- Администрирование информационных сетей;
- Генеративные нейронные сети;
- Подготовка данных машинного обучения.

Требованием к «входным» знаниям является понимание основ администрирования сетей и Linux, работы с Docker, разработки с использованием машинного обучения на Python.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: **Data Engineer (Инженер по данным)**

Задачи:

- 1 Проектирование и построение ETL-процессов
- 2 Создание и оптимизация хранилищ данных
- 3 Обеспечение качества и доступности данных
- 4 Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
- 5 Интеграция разрозненных источников данных
- 6 Работа с данными в области природопользования, медицины, связи и телекоммуникаций

Роль 2: **ML Engineer (Инженер МО)**

Задачи:

- 1 Реализация ML-моделей в продуктивных системах
- 2 Оптимизация производительности и масштабирование моделей
- 3 Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
- 4 Мониторинг качества моделей в продуктиве
- 5 Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: **MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)**

Задачи:

- 1 Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
- 2 Мониторинг производительности ML-систем

- 3 Управление версиями моделей и данных
- 4 Обеспечение CI/CD для ML-проектов
- 5 Оптимизация вычислительных ресурсов

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<i>BD-2 (Э) Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения проводить разметку и анализ наборов данных оценивать качество данных обеспечивать непрерывную интеграцию данных</i>	
<i>BD-2.3</i> Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
<i>LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта</i>	
<i>LC-3.1</i> Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
<i>LC-4 (П) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта</i>	
<i>LC-4.1.1</i> Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов	Осуществляет ведение (запуск и управление) проектов в области ИИ, в том числе подбор команды, планирование и контроль задач, оценка ресурсов Подбирает методологию (CRISP-DM, CRISP-ML(Q)) под ограничения задачи и ресурсное обеспечение и организует процесс разработки системы ИИ по выбранной методологии
<i>LC-5 (Э) Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде</i>	
<i>LC-5.1</i> Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в рабочей версии ПО
<i>LC-5.2</i> Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контролю качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными
<i>ML-8 (П) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных</i>	
<i>ML-8.1</i> Обосновывает способы и варианты	Выбирает и адаптирует алгоритмы

применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи

(например, transfer learning, few-shot learning, federated learning) с учетом специфики нестандартных объемов данных и требований к задаче. Обосновывает выбор методов повышения эффективности и обобщаемости (например, регуляризация, уменьшение размерности модели, domain adaptation, использование разностных методов типа сиамских сетей, few-shot learning, байесовские методы).

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		7				
Контактная работа, в том числе:	72,3	72,3				
Аудиторные занятия (всего):	68	68				
Занятия лекционного типа	34	34				
Лабораторные занятия	34	34				
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)						
Иная контактная работа:	4,3	4,3				
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3				
Самостоятельная работа, в том числе:	36	36				
Выполнение индивидуальных заданий	30	30				
Подготовка к текущему контролю	10	10				
Контроль:	35,7	35,7				
Подготовка к экзамену	35,7	35,7				
Общая трудоемкость	час.	144	144			
	в том числе контактная работа	72,3	72,3			
	зач. ед	4	4			

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			
			Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение и основы	18	6		6	6
2.	DataOps и управление данными	26	8		8	10
3.	MLOps и промышленное развертывание	38	14		14	10
4.	Тренды, итоги и защита проектов	22	6		6	10

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
ИТОГО по разделам дисциплины		104	34		34	36
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к экзамену		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение и основы	Введение в промышленный ML. Жизненный цикл AI-продукта. Проблемы "долины смерти" ML-моделей. Обзор методологий: CRISP-DM, CRISP-ML(Q). Введение в MLOps и DataOps как набор практик для автоматизации и управления жизненным циклом.	ЛР
2.	Введение и основы	Управление версиями в ML: код, данные, модели. Git: лучшие практики для ML-проектов (git-flow, feature branches). Понятие Data Version Control (DVC). Принципы работы, интеграция с облачными хранилищами.	ЛР
3.	Введение и основы	Воспроизводимость экспериментов. Проблема воспроизводимости в ML. Инструменты для трекинга экспериментов (обзор KubeFlow, Yandex DataSphere). Введение в KubeFlow: Tracking, Projects, Models, Registry.	ЛР
4.	DataOps и управление данными	Инженерия данных для ML. DataOps. Сбор данных из разрозненных источников (API, базы данных, файлы). Процессы проверки данных на корректность (валидация схемы, аномалии, пропуски). Принципы Continuous Integration для данных.	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
5.	DataOps и управление данными	Обеспечение качества данных. Методы и инструменты для разметки данных. Организация краудсорсинговой разметки. Профилирование данных и автоматическое обнаружение дрейфа данных (Data Drift).	ЛР
6.	DataOps и управление данными	Инфраструктура данных для AI. Технологии организации инфраструктуры БД (SQL vs NoSQL, колоночные хранилища). Формирование стека для работы с большими данными (на примере экосистемы Yandex Cloud: YDB, ClickHouse, Apache Spark). Паттерны доступа к данным в ML-приложениях.	ЛР
7.	DataOps и управление данными	Продвинутые методы работы с данными. Стратегии работы с малыми и несбалансированными выборками (oversampling, undersampling, SMOTE). Трансферное обучение (Transfer Learning) и обучение с немногими примерами (Few-Shot Learning).	ЛР
8.	MLOps и промышленное развертывание	Контейнеризация ML-приложений. Создание эффективных Dockerfile для ML-проектов. Best practices (мульти-стадийные сборки, минимальные базовые образы).	ЛР
9.	MLOps и промышленное развертывание	Оркестрация контейнеров с помощью Kubernetes. Архитектура Kubernetes-кластера. Управление состояниями приложений (StatefulSet) и конфигурациями (ConfigMap, Secret).	ЛР
10.	MLOps и промышленное развертывание	Проектирование архитектуры систем AI с Continuous Training. Паттерны сервинга моделей (online, offline, batch). Архитектурные паттерны MLOps: пайплайн переобучения, шаблон "Тренировка-Сервинг". Проектирование отказоустойчивых и масштабируемых систем.	ЛР
11.	MLOps и промышленное развертывание	Непрерывная интеграция и поставка (CI/CD) для ML. Принципы CI/CD/CT. Проектирование GitLab CI/CD/CT пайплайна для ML-проекта. Этапы: тестирование, сборка, тренировка, тестирование модели, развертывание.	ЛР
12.	MLOps и промышленное развертывание	Мониторинг ML-систем и надежность. Мониторинг инфраструктуры (CPU, RAM) и бизнес-метрики. Детектирование	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		дрейфа концепций (Concept Drift) и данных (Data Drift). Методы повышения устойчивости и безопасности моделей (атаки на модели, adversarial robustness).	
13.	MLOps и промышленное развертывание	Управление моделями в продакшене. KubeFlow Model Registry: версионирование, стадии (Staging, Production, Archived). Стратегии развертывания: Blue-Green, Canary. A/B тестирование моделей.	ЛР
14.	MLOps и промышленное развертывание	Безопасность и объяснимый AI (XAI). Базовые принципы доверенного AI. Методы объяснения моделей (SHAP, LIME). Защита от атак (adversarial examples), проверка на устойчивость.	ЛР
15.	Тренды, итоги и защита проектов	Обучение на нестандартных объемах данных. Продвинутое техники: Federated Learning, Active Learning, Human in the Loop, HumanEval. Работа с экстремально большими данными (Big Data) и стратегии распределенных вычислений.	ЛР
16.	Тренды, итоги и защита проектов	Современные тренды в ИИ и их влияние на инженерию. Generative AI и Large Language Models (LLMs) как вызов для MLOps. Vector Databases и RAG-архитектуры. Эволюция стека технологий MLOps.	ЛР
17.	Тренды, итоги и защита проектов	Защита командных проектов. Подведение итогов курса. Выступление команд с презентацией архитектуры и работающим демо. Ответы на вопросы преподавателей и приглашенных экспертов. Обсуждение карьерных путей в области DataOps/MLOps.	

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение и основы	Настройка рабочего окружения. Знакомство с Yandex DataSphere. Работа с Git, создание репозитория для проекта.	ЛР
2.	Введение и основы	Введение в DVC. Инициализация DVC в	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		проекте. Настройка удаленного хранилища (Yandex Cloud). Версионирование датасетов и моделей.	
3.	Введение и основы	Настройка и знакомство с KubeFlow. Создание простого ML-эксперимента. Логирование параметров, метрик и артефактов с помощью KubeFlow Tracking. Сравнение нескольких запусков в UI KubeFlow.	ЛР
4.	DataOps и управление данными	Создание ETL-пайплайна с использованием Yandex Datasphere Jobs. Написание скрипта для загрузки и первичной очистки данных. Интеграция пайплайна в DVC для воспроизводимости. Использование библиотек для обработки данных.	ЛР
5.	DataOps и управление данными	Валидация данных с помощью Great Expectations. Написание ожиданий для датасета. Интеграция валидации данных в пайплайн DVC/KubeFlow. Автоматическая проверка новых данных на соответствие эталону.	ЛР
6.	DataOps и управление данными	Работа с облачными базами данных. Подключение к Managed Service for PostgreSQL или YDB в Yandex Cloud. Написание запросов для выборки данных для обучения. Стратегии кэширования и предварительной агрегации.	ЛР
7.	DataOps и управление данными	Обработка несбалансированных данных. Применение техник SMOTE, ADASYN. Использование библиотеки imbalanced-learn. Сравнение качества модели до и после балансировки с помощью KubeFlow.	ЛР
8.	MLOps и промышленное развертывание	Создание Docker-образа для модели. Написание Dockerfile для обертки обученной модели в REST API сервис (с использованием FastAPI). Сборка образа и его запуск на локальной машине. Публикация образа в GitLab Container Registry.	ЛР
9.	MLOps и промышленное развертывание	Развертывание модели в Kubernetes. Написание манифестов Deployment и Service для ML-сервиса. Развертывание приложения в кластере (например, в Yandex Managed Service for Kubernetes). Проверка доступности сервиса. Интеграция с KubeFlow.	ЛР
10.	MLOps и промышленное	Автоматизация пайплайна с KubeFlow	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	развертывание	Projects. Упаковка кода обучения в KubeFlow Project. Запуск проекта программно и через CLI. Настройка CI/CD.	
11.	MLOps и промышленное развертывание	Написание <code>.gitlab-ci.yml</code> . Этап тестирования кода (pytest) и линтинга (flake8). Этап тренировки модели с использованием DVC и KubeFlow. Условный запуск пайплайна при изменении данных.	ЛР
12.	MLOps и промышленное развертывание	Внедрение мониторинга дрейфа. Написание скрипта для вычисления статистики распределения входных данных. Сравнение с эталонным распределением (PSI, KS-тест). Интеграция проверки в пайплайн и оповещение о дрейфе.	ЛР
13.	MLOps и промышленное развертывание	Работа с KubeFlow Model Registry. Регистрация новой версии модели в Registry. Переход модели между стадиями (Staging -> Production) через CI/CD. Настройка автоматических уведомлений.	ЛР
14.	MLOps и промышленное развертывание	Мониторинг приложения. Метрики оценки качества и стабильность модели на новых данных (accuracy, F1, ROC-AUC, HumanEval).	ЛР
15.	Тренды, итоги и защита проектов	Распределенная обработка данных. Работа с PySpark и Yandex Data Processing.	ЛР
16.	Тренды, итоги и защита проектов	Знакомство с Federated Learning (симуляция). Использование библиотеки PySyft для симуляции FL-сценария. Сравнение качества централизованного и федеративного обучения.	ЛР
17.	Тренды, итоги и защита проектов	Применение SHAP для объяснения предсказаний. Интеграция SHAP в KubeFlow для логирования объяснений. Визуализация важности признаков. Анализ примеров, где модель может ошибаться.	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа не предусмотрена. В качестве курсового проекта студенты защищают инфраструктуру проекта веб-приложения с использованием ML по заданию от индустриального партнера.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
7	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	14
Итого			14

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

- Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «DataOps & ML Ops».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме оценки лабораторных работ к проекта к **экзамену**.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление

информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение и основы	BD-2	ЛР 1-3	Проект с кейсом от индустриального партнера
2	DataOps и управление данными	LC-3, LC-4	ЛР 4-7	Проект с кейсом от индустриального партнера
3	MLOps и промышленное развертывание	LC-5, ML-8	ЛР 8-14	Проект с кейсом от индустриального партнера
4	Тренды, итоги и защита проектов	BD-2, LC-3, LC-4, LC-5, ML-8	ЛР 15-17	Проект с кейсом от индустриального партнера

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно**):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
BD-2 (Э) Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения проводить разметку и анализ наборов данных оценивать качество данных обеспечивать непрерывную интеграцию данных	
BD-2.3 Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта	
LC-3.1 Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
LC-4 (П) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта	
LC-4.1.1 Осуществляет запуск и ведение	Осуществляет ведение (запуск и

проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов	управление) проектов в области ИИ, в том числе подбор команды, планирование и контроль задач, оценка ресурсов Подбирает методологию (CRISP-DM, CRISP-ML(Q)) под ограничения задачи и ресурсное обеспечение и организует процесс разработки системы ИИ по выбранной методологии
LC-5 (Э) Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	
LC-5.1 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в рабочей версии ПО
LC-5.2 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контролю качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными
ML-8 (П) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных	
ML-8.1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Выбирает и адаптирует алгоритмы (например, transfer learning, few-shot learning, federated learning) с учетом специфики нестандартных объемов данных и требований к задаче. Обосновывает выбор методов повышения эффективности и обобщаемости (например, регуляризация, уменьшение размерности модели, domain adaptation, использование разностных методов типа сямских сетей, few-shot learning, байесовские методы).

Соответствие **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо**):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
BD-2 (Э) Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения проводить разметку и анализ наборов данных оценивать качество данных обеспечивать непрерывную интеграцию данных	
BD-2.3 Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта	
LC-3.1 Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ

LC-4 (II) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта

LC-4.1.1 Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов	Осуществляет ведение (запуск и управление) проектов в области ИИ, в том числе подбор команды, планирование и контроль задач, оценка ресурсов Подбирает методологию (CRISP-DM, CRISP-ML(Q)) под ограничения задачи и ресурсное обеспечение и организует процесс разработки системы ИИ по выбранной методологии
--	--

LC-5 (Э) Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде

LC-5.1 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в рабочей версии ПО
LC-5.2 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контролю качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными

ML-8 (II) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных

ML-8.1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Выбирает и адаптирует алгоритмы (например, transfer learning, few-shot learning, federated learning) с учетом специфики нестандартных объемов данных и требований к задаче. Обосновывает выбор методов повышения эффективности и обобщаемости (например, регуляризация, уменьшение размерности модели, domain adaptation, использование разностных методов типа сиамских сетей, few-shot learning, байесовские методы).
---	--

Соответствие **продвинутому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично**):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
BD-2 (Э) Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения проводить разметку и анализ наборов данных оценивать качество данных обеспечивать непрерывную интеграцию данных	
BD-2.3 Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
LC-3 (II) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта	

LC-3.1 Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
LC-4 (II) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта	
LC-4.1.1 Осуществляет запуск и ведение проекта в области ИИ, в том числе планирование и контроль задач, оценку ресурсов	Осуществляет ведение (запуск и управление) проектов в области ИИ, в том числе подбор команды, планирование и контроль задач, оценка ресурсов Подбирает методологию (CRISP-DM, CRISP-ML(Q)) под ограничения задачи и ресурсное обеспечение и организует процесс разработки системы ИИ по выбранной методологии
LC-5 (Э) Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	
LC-5.1 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде	Разрабатывает специализированные инструменты и инженерные практики промышленной разработки систем ИИ, развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в рабочей версии ПО
LC-5.2 Осуществляет выбор инструментов и инженерных практик по управлению данными с необходимым уровнем доступа, контролю качества, резервирования и скоростью выполнения запросов	Кастомизирует и разрабатывает специализированные инструменты управления данными
ML-8 (II) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных	
ML-8.1 Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи	Выбирает и адаптирует алгоритмы (например, transfer learning, few-shot learning, federated learning) с учетом специфики нестандартных объемов данных и требований к задаче. Обосновывает выбор методов повышения эффективности и обобщаемости (например, регуляризация, уменьшение размерности модели, domain adaptation, использование разностных методов типа сиамских сетей, few-shot learning, байесовские методы).

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Практические задания для лабораторных работ

Выберите приложение — ранее разработанное вами веб-приложение или веб-сервис с применением машинного обучения, развернутое в облаке на предыдущем курсе по DevOps.

1. Установите KubeFlow.
2. Настройте версионирование данных с помощью DVC и GitLab.
3. Настройте версионирование моделей в KubeFlow.
4. Настройте метрики обучения в KubeFlow.
5. Проведите настройку непрерывного обучения.
6. Проведите исследование влияния качества данных на метрики модели.

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №1: Работа с DataSphere Dedicated и GitLab

Цель работы:

Научиться использовать Yandex DataSphere с GitLab.

Задачи:

Настройка Yandex DataSphere для проведения экспериментов с данными, хранящимися в GitLab.

Ожидаемые результаты:

Алгоритм машинного обучения запускается в *DataSphere Dedicated* на данных, хранящихся в *GitLab*.

Ход работы

1. На платформе Yandex DataSphere присоединитесь к сообществу вашей группы, создайте проект, например на базе ноутбука Getting Started with DataSphere с обучением распознавания цифр на датасете mnist.

2. Разверните GitLab на отдельной виртуальной машине, используя Yandex Managed Gitlab или используйте готовую установку в облаке.

3. Опубликуйте архив датасета в публичном репозитории Gitlab.

4. Модифицируйте код так, чтобы датасет загружался по HTTP, например так

```
DATA_URL = 'https://kubsu.gitlab.yandexcloud.net/sin/dataset/-  
/raw/main/mnist.npz?inline=false'
```

```
path = tf.keras.utils.get_file('mnist.npz', DATA_URL)
```

with np.load(path) as data:

```
x_train = data['x_train']
```

```
y_train = data['y_train']
```

```
x_test = data['x_test']
```

```
y_test = data['y_test']
```

5. Проведите обучение, изучите метрики наглядно в TensorBoard, который можно открыть со стартовой страницы проекта DataSphere.

6. Настройте приватный репозиторий с датасетом, добавьте деплой токен в GitLab и склонируйте его с помощью меню Git, указав HTTPS URL, имя и токен в качестве логина и пароля.

7. Повторите шаги 4 и 5 с датасетом из приватного репозитория.

8. Составьте отчет и загрузите в Moodle.

Требования к отчету

1. Титульный лист

Название работы, ФИО студента, группа, дата.

2. Введение

Цель и задачи работы.

Описание приложения.

3. Теоретическая часть

Кратко описать суть работы.

4. Реализация

Код на Python.

5. Результаты

Скриншоты работы ноутбука и метрики обучения в TensorBoard.

6. Выводы

Проблемы, возникшие при выполнении задания.

Критерии оценки

Зачтено: Модель обучена на скачанном из публичного и приватного GIT-репозитория датасете, метрики отображаются в TensorBoard.

Не зачтено: Обучение на датасетах из GIT не работает.

Рекомендуемые инструменты

- GitLab, GIT, Yandex DataSphere.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Описание командного проекта

Название: "Разработка и развертывание самообучающейся системы классификации текстов с Continuous Training Pipeline"

Цель: Спроектировать, реализовать и развернуть инфраструктуру для ML-проекта, который способен автоматически дообучаться на новых данных, обеспечивая постоянное высокое качество предсказаний.

Задачи команды (3-4 человека):

1. Анализ предметной области и проектирование архитектуры:

- Выбрать предметную область (см. задачи промышленных партнеров).

- Сформулировать требования к системе: функциональные (точность, latency) и нефункциональные (воспроизводимость, масштабируемость).
- Спроектировать высокоуровневую архитектуру системы с использованием диаграмм (C4, UML), выделив компоненты для сбора данных, их проверки, обучения, сервинга и мониторинга.
- Обосновать выбор стека технологий (KubeFlow, Docker, Kubernetes, GitLab CI/CD/CT) для каждого компонента.

2. Разработка и настройка инфраструктуры:

- Создать GitLab-репозиторий с правильной структурой папок (data, models, src, pipelines, docker, kubernetes).
- Настроить DVC для версионирования данных и моделей, интегрировав его с удаленным хранилищем (Yandex Cloud).
- Реализовать конвейер CI/CD в GitLab, который:
 - Запускает тесты кода и данных при каждом коммите.
 - Запускает тренировочный пайплайн при изменении данных или кода модели (Continuous Training).
 - Собирает Docker-образ с моделью и выкладывает его в Registry.
 - Автоматически развертывает обновленную модель в Kubernetes-кластере (например, в Yandex DataSphere или Yandex Managed Service for Kubernetes) после успешного прохождения тестов качества модели.

3. Реализация ML-пайплайна и мониторинг:

- Реализовать скрипты для сбора и симуляции потока новых данных.
- Использовать KubeFlow для трекинга экспериментов, логирования метрик, параметров и артефактов.
- Реализовать скрипт проверки качества новых данных (Data Validation) и детектирования дрейфа концепций (Concept Drift).
- Настроить мониторинг работы модели в продакшене (логирование предсказаний, метрик производительности).

Результат: Команда представляет работающий прототип, документацию по архитектуре, репозиторий с кодом и пайплайнами, а также отчет по результатам работы системы в режиме Continuous Training.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством BD-2, LC-3, LC-4, LC-5, ML-8

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из заданий и результатов текущего контроля.

Форма проведения экзамена: устно (защита проекта).

Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и проекта.

Критерии оценки:

Удовлетворительно – выполнено 60% лабораторных работ и выполнен проект.

Хорошо – выполнено 75% лабораторных работ и выполнен проект с использованием KubeFlow.

Отлично – выполнено 90% лабораторных работ и выполнен проект с использованием KubeFlow в кластере Kubernetes.

Не удовлетворительно – выполнено менее 60% лабораторных работ или не выполнен проект.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

Процедура оценивания лабораторных работ проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

По каждой лабораторной работе оформляется отчет. Отчеты сдаются на проверку руководителю в течение курса по мере их выполнения, и защищаются студентами в установленном порядке.

При защите отчета студенту могут быть заданы вопросы и дополнительные задания по сути лабораторной работы, в том числе из списка контрольных вопросов к данной лабораторной работе. При неудовлетворительной оценке знаний студента по теме данного отчета, студент возвращается к повторному изучению соответствующих материалов, после чего допускается к повторной защите. Неудовлетворительно выполненный отчет также возвращается на доработку.

Отчет должен содержать заголовок, тему лабораторной работы, цель, задание, индивидуальную тему, описание хода выполнения работы, необходимые прикладные материалы (схемы, макеты документов и т.п.), в соответствии с требованиями к содержанию, и выводы по работе.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

1. Курс рассчитан на студентов 4-го года обучения.
2. Наличие доступа к вычислительным ресурсам (облако Yandex.Cloud или cloud.ru).
3. Инфраструктура включает виртуальные машины для развертывания серверов а также Managed кластер Kubernetes.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

1 Цель:

Обеспечить студентов инструментами для развертывания ИТ-инфраструктуры проекта.

2 Задачи преподавателя:

- 1 Создание учетных записей в облаке.
- 2 Настройка прав доступа.
- 3 Подготовка инструкций по работе с облачными ресурсами.

6 Ожидаемые результаты студентов:

- 6 Умение работать облачной инфраструктурой на уровне конфигурирования и развертывания приложений в кластере Kubernetes.
- 7 Умение использовать Yandex DataSphere.
- 8 Умение использовать KubeFlow для управления данными обучения и моделями.
- 9 Понимание CI/CD/CT-процессов.

Порядок реализации:

- 7 Создание учетных записей в облаке.

Каждый студент получает аккаунт в облаке курса.

- 8 Настройка прав доступа.

Студенты получают доступ к созданию виртуальных машин и доступ к кластеру Kubernetes в облаке.

- 9 Подготовка инструкции по работе с облачными ресурсами.

Инструкция содержит последовательность шагов, необходимых для настройки виртуальной облачной инфраструктуры ИИ проектов на основе предоставленных примеров.

Порядок проверки корректности:

Наличие аккаунтов и доступов в облаке у всех студентов.

Инструкция по работе с облаком и примерами в формате README.md.

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 4-го года обучения.
- Наличие доступа к облачным ресурсам.

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

- **Цель:**

Практическое освоение методологии MLOps и DataOps.

- **Задачи преподавателя:**

1. Разработка плана лабораторных работ.
2. Организация Git-инфраструктуры.

- **Ожидаемые результаты студентов:**

1. Умение применять методологию DevOps для развертывания и сопровождения проектов, CI/CD.
2. Умение применять методологию MLOps для версионирования данных и моделей машинного обучения.

Порядок реализации:

1. **План лабораторных работ:**

Включает:

- Работу с Yandex DataSphere и DVC.
- Настройку CI GitLab.
- Настройку KubeFlow.

Порядок проверки корректности:

- Наличие выполненных заданий в Git-репозиториях.
- Наличие настроенной облачной инфраструктуры с развернутыми индивидуальными проектами.
- Отчеты с анализом результатов.

4.5. Методические указания по организации проектной деятельности студентов

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 4-го года обучения.
- Время на проект: до 30 часов на студента.
- Используются кейсы от промышленных партнеров (Сбербанк, AVA LAB).

Цели, задачи и ожидаемые результаты:

- **Цель:**

Развертывание виртуальной облачной инфраструктуры для решения задач с применением ИИ.

- **Задачи преподавателя:**

1. Формирование требований к ИТ инфраструктуре проектов.
2. Интеграция результатов развертывания проекта в итоговую оценку.

- **Ожидаемые результаты студентов:**

1. Реализация ИТ-инфраструктуры ИИ проекта с CI/CD/CT.
2. Навыки работы в команде и презентации результатов.

Порядок реализации:

1. **Примеры кейсов:**

- **Генерация инвестиционных обзоров (Сбербанк):**
Использование GPT-3 для создания аналитических отчетов на основе структурированных данных.
- **Автоматизация обработки юридических документов (AVA LAB):**
Fine-tuning BERT для извлечения ключевых условий из договоров.

2. ТЗ для проекта:

Задача: Разработка ИТ-инфраструктуры проекта.

Этапы:

- Проектирование инфраструктуры.
- Настройка инфраструктуры с помощью Terraform, Ansible.
- Развертывание через Kubernetes.
- CI/CD/CT на базе GitLab, KubeFlow.

3. Критерии оценки:

- Готовность инфраструктуры.
- Работоспособность проекта.
- Документация и презентация.

Порядок проверки корректности:

- Наличие реализованного проекта в Git-репозитории и облаке.
- Отчет с анализом результатов.
- Презентация проекта на зачете.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Docker. Вводный курс. 3-е изд. Кейн Шая. АЛИСТ 2024. ISBN 978-601-09-7541-5
2. Kubernetes для разработчиков. Деннис Уильям. Питер 2025. ISBN 978-5-4461-4129-6
3. Программирование инфраструктуры. 2-е изд. Моррис К. БХВ 2024. ISBN 978-5-9775-1901-4
4. Запускаем Ansible. Хохштейн Лорин, Мозер Рене. ДМК, 2023. ISBN 978-6-01763-867-2
5. Huyen C. Designing machine learning systems. – O'Reilly Media, Inc., 2022.
6. The KubeFlow Handbook: End-to-End Machine Learning Lifecycle Management. Robert Johnson. HiTeX Press 2025.
7. Руководство по DevOps. Джин Ким, Патрик Дебуа, Джон Уиллис, Джек Хамбл. Миф 2018. ISBN 978-5-00100-750-0
8. Kubernetes в действии. Марко Лукша. Издательство ДМК. 2019. ISBN 978-5-97060-642-1.
9. Docker на практике. Иан Милл. Эйдан Хобсон Сейерс. Издательство ДМК. 2019. ISBN 978-5-97060-772-5
10. Фундаментальный подход к программной архитектуре. Питер, 2023. Марк Ричардс и Нил Форд. ISBN 978-5-4461-1842-7
11. Документация GitLab.
12. Документация Terraform.
13. Документация Ansible.
14. Документация KubeFlow.
15. Документация облачных сервисов cloud.ru, yandex.cloud.

5.2. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

- 1 Scopus <http://www.scopus.com/>
- 2 ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
- 3 Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
- 5 Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
- 6 Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
- 7 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
- 8 База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
- 9 Springer Journals: <https://link.springer.com/>
- 10 Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
- 11 Nature Journals: <https://www.nature.com/>
- 12 Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
- 13 Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
- 14 Nano Database: <https://nano.nature.com/>
- 15 Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
- 16 "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
- 17 Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатные образовательные ресурсы

- 1 Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
- 2 Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
- 3 Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety
- 13.
14. *Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ*
- 15.
16. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
17. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
18. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
19. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
20. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
21. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
22. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

5.4 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Облачные платформы и сервисы
cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure – облачные вычисления
2. Системы управления версиями и коллаборации
Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка
4. Система управления обучением
Moodle – сдача работ

5.5 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Свободное ПО (Open Source)
GitLab, GIT, KubeFlow, Docker, Kubernetes, Terraform.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается систематизированный материал по MLOps, DataOps. В ходе лекций рассматриваются ключевые концепции. После каждой лекции рекомендуется выполнение практических заданий для закрепления ключевых понятий и методов.

Лабораторные занятия курса посвящены практическому освоению методов MLOps, DataOps. На занятиях студенты реализуют основные элементы архитектуры информационной системы с CI/CD/CT в облачных средах, предоставленных партнерами. За основу берется веб-приложение, использующее машинное обучение для решения задач от промышленных партнеров, разработанное ранее в рамках дисциплины Web-

разработка, Обработка естественного языка либо других дисциплин или проектной работы.

При самостоятельной работе студентам необходимо изучать рекомендованную литературу в виде официальной документации к используемым открытым программным продуктам, облачным платформам.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разворачивает законченное решение с уровнем технологической готовности (УТГ) 5-9 с применением CI/CD/CT для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

Кейсы ПАО «Сбербанк»

1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров

Описание:

Аналитики Сбера ежедневно составляют десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономике. Задача — исследовать применение LLM для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных: биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события.

Цель:

Разработать инструмент, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом стиле.

Ожидаемый результат:

Модель, генерирующая аналитические тексты длиной 500–1000 слов с разделами «обзор событий», «рекомендации», «прогнозы», оформленные в формате банка.

2. NLP-анализ жалоб клиентов в свободной форме

Описание:

В рамках клиентского сервиса Сбербанк обрабатывает обращения из чатов, мобильного приложения и жалобной формы. Требуется построить модель семантического анализа, выделяющую суть обращения, определяющую тональность и потенциальную серьезность инцидента.

Цель:

Автоматизировать классификацию обращений для ускорения маршрутизации и выявления повторяющихся болевых точек в продуктах и процессах.

Ожидаемый результат:

Прототип модели, автоматически выделяющей темы жалоб (например, «ошибка в приложении», «двойное списание»), их эмоциональную окраску и критичность.

3. Генерация сценариев фишинговых писем для обучения сотрудников

Описание:

Банк проводит киберучения, включая рассылку тестовых фишинговых писем сотрудникам для повышения их устойчивости к социальным атакам. Проект предполагает использование генеративной модели для создания реалистичных фишинговых писем различных типов (поддельные счета, HR-запросы, ИТ-поддержка).

Цель:

Создать генератор, способный на основе заданных параметров (тема, стиль, уровень угрозы) создавать тексты фишинга для тренировок.

Ожидаемый результат:

Набор разнообразных примеров фишинга и оценка их эффективности по реакции сотрудников, а также классификация моделей угроз.

4. Мультиmodalный ассистент для банковских отделений

Описание:

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов.

Предполагается создание мультиmodalного ИИ-ассистента, который воспринимает речь

и визуально ориентируется в пространстве (распознаёт клиента, документы, банкоматы), а также отвечает голосом.

Цель:

Разработать базовый прототип, имитирующий функциональность помощника: ответы на типовые запросы, визуальные подсказки, навигация по отделению.

Ожидаемый результат:

Интерактивная модель, объединяющая голосовой ввод, зрительное восприятие (например, QR-код паспорта), текстовый вывод и жестовую реакцию.

5. Объяснимость и контроль генеративных моделей в банковском ИИ

Описание:

Банк активно использует LLM и NLP-сервисы (в чат-ботах, генерации шаблонов ответов, автоответах на e-mail), однако встает вопрос: как объяснять и контролировать поведение таких моделей, особенно в юридически значимых коммуникациях?

Цель:

Исследовать подходы к трассировке решений LLM (например, через логирование reasoning chain, пост-фильтрацию ответов, встроенные правила).

Ожидаемый результат:

Концепция системы explainability + compliance-модуля, обеспечивающего соответствие генерации стандартам банка и регулятора.

6. Генерация пользовательских сценариев работы в мобильном приложении

Описание:

Банк хочет использовать генеративный ИИ для быстрой симуляции пользовательских сценариев — например, как клиент оформляет вклад, переводит средства, получает уведомление о риске мошенничества.

Цель:

Разработать генератор пошаговых сценариев пользовательского поведения с вариативностью (молодой клиент, пенсионер, ИП).

Ожидаемый результат:

Набор автоматически сгенерированных UX-сценариев, оформленных в виде сценариев для QA или UX-исследований, с логикой действий и типичными ошибками пользователя.

7. Генерация synthetic data для банковских моделей

Описание:

Модели в Сбере требуют большого объёма транзакционных и клиентских данных, которые нельзя использовать напрямую из-за требований ЦБ и ФЗ-152. Задача — разработать метод генерации синтетических банковских данных, максимально близких к реальным по распределениям и поведению.

Цель:

Создать безопасный pipeline генерации данных (например, транзакций, профилей клиентов, шаблонов расходов) для обучения моделей.

Ожидаемый результат:

Синтетический датасет и отчет о метриках приближенности к реальному (TSNE, K-L divergence и др.), с оценкой пригодности для обучения скоринговых или антифрод-моделей.

8. Модель анализа инвестиционной привлекательности малого бизнеса

Описание:

Банк активно развивает кредитование и инвестиционные инструменты для малого и среднего предпринимательства (МСП). Требуется создать модель, которая на основе открытых и банковских данных (выручка, расходы, тип деятельности, отзывы, онлайн-активность) оценивает инвестиционную привлекательность МСП.

Цель:

Разработать систему рейтинговой оценки компаний малого бизнеса с возможностью визуализации факторов и динамики показателей.

Ожидаемый результат:

Модель, присваивающая компании инвестиционный рейтинг (например, А–Е), объясняющая ключевые параметры и дающая рекомендации для инвестора.

9. Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных**Описание:**

Современный кредитный скоринг выходит за рамки финансовых данных. Необходимо исследовать, как поведенческие и цифровые следы (частота входа в мобильный банк, способы оплаты, география, время отклика) влияют на персональную оценку риска.

Цель:

Разработать ML-модель, оценивающую вероятность дефолта по нестандартным поведенческим признакам (возможно — с explainable AI).

Ожидаемый результат:

Прототип скоринговой модели, которая, помимо стандартных данных, учитывает цифровой профиль клиента и объясняет решения (SHAP, LIME и др.).

10. Предиктивная аналитика возврата инвестиций по инфраструктурным проектам**Описание:**

В ряде случаев Сбербанк выступает участником/инвестором в региональных инфраструктурных проектах (жилые массивы, дороги, технопарки). Задача — оценить прогнозируемую эффективность вложений с учётом демографии, миграции, экономической активности.

Цель:

Разработать модель, прогнозирующую ROI на горизонте 3–5 лет, используя внешние источники данных: Росстат, ЕГРЮЛ, кадастр, соцмедиа.

Ожидаемый результат:

Аналитическая модель с возможностью геовизуализации и сценарного анализа (рост/спад, госпрограммы, смена трафика и т.п.).

11. Анализ поведения пользователей в экосистеме цифрового рубля**Описание:**

Сбербанк участвует в пилотных проектах по внедрению цифрового рубля. Интерес представляет исследование пользовательских паттернов: как изменяются модели потребления, скорости операций, уровень доверия, сравнение с классическим безналом.

Цель:

Построить модель анализа поведения клиентов, участвующих в транзакциях с цифровым рублем: частота, средний чек, контексты.

Ожидаемый результат:

Отчёт и ML-модель, классифицирующая типы пользователей и выявляющая ключевые различия в предпочтениях и барьерах цифровой валюты.

12. Сравнение text2video / text2img моделей**Описание:**

Сбербанк заинтересован в сравнении text2video / text2img моделей (открытые модели, особенно китайские). Задача требует применения облачных ресурсов партнера для машинного обучения. От студентов требуется навык запуска открытых моделей, планирования, структурирования и логирования экспериментов, совместной работы. Задача может быть распараллелена для сравнения множества моделей независимо в группе студентов.

Цель:

Провести сравнение работы актуальных открытых моделей text2video / text2img.

Ожидаемый результат:

Таблица с результатами экспериментов модель / репозиторий / функционал / требования /

оценка производительности / X примеров генераций (было/стало), human_eval по принципу арены (какая лучше)

Кейсы от «АВАЛАБ»

1. LLM и RAG для BI-системы Fastboard

Описание:

Для разрабатываемой компанией BI-системы Fastboard требуется разработать интерфейс на естественном языке для построения отчетов на больших массивах данных в ClickHouse. С помощью LLM необходимо классифицировать запросы пользователей на естественном языке и извлекать фактические параметры для дальнейшего вызова веб-сервиса отчетов.

Цель:

Разработать промпты для классификации и обработки запросов пользователей LLM и преобразования их к вызовам типовых отчетов с фактическими параметрами, извлекаемыми из запроса.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, позволяющий запрашивать данные о продажах.

2. Анализ обращений клиентов и CRM-переписки

Описание:

В службе клиентского сервиса застройщика ежедневно обрабатываются десятки обращений (e-mail, звонки, мессенджеры). Требуется реализовать систему семантического анализа и классификации NLU: выявлять суть обращений, уровень удовлетворенности, отслеживать повторяющиеся запросы.

Цель:

Автоматизировать первичный разбор и маршрутизацию запросов по тематике (сдача объекта, отделка, документы, жалоба и т.д.).

Ожидаемый результат:

Прототип, который выделяет суть обращений и формирует дашборд по текущим «болям» клиентов.

3. Генеративный ИИ для создания проектной документации по ТЗ

Описание:

В рамках проектирования объектов девелоперской компании архитекторы и инженеры тратят значительное время на подготовку текстовой проектной документации (обоснование решений, пояснительные записки, описания инженерных систем). Задача — исследовать возможность использования LLM для генерации черновиков проектной документации на основе исходных данных: этажность, материалы, климат, назначение, нормы.

Цель:

Разработать прототип текстового генератора, который помогает специалистам быстрее формировать документацию в соответствии с шаблонами и нормативами.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, создающий логически стройный и нормативно грамотный текст, поддающийся быстрой редакции инженером.

4. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

Описание:

ООО «АВА ЛАБ» разрабатывает систему для мониторинга строительных объектов. Требуется создать прототип мультимодального ИИ-агента, способного анализировать изображения со стройплощадки (видео/фото), а также принимать голосовые и текстовые запросы (например, «проверь монтаж перекрытия на 5 этаже»).

Цель:

Объединить возможности компьютерного зрения (распознавание стадии строительства, техники, нарушений) и НЛП (понимание запросов, отчетов).

Ожидаемый результат:

Интерактивный агент, который на запрос специалиста может показать нужный участок, прокомментировать прогресс, зафиксировать нарушения.

4. Генерация рекламного контента для жилых комплексов**Описание:**

«АВА ГРУПП» регулярно запускает маркетинговые кампании для жилых комплексов. Необходимо исследовать использование диффузионных моделей для генерации изображений (визуализации интерьеров, окрестностей, видов из окон) и LLM — для описаний квартир, преимуществ района, инфраструктуры.

Цель:

Создать инструменты для быстрой генерации продающих материалов без привлечения дизайнеров и копирайтеров на первых этапах.

Ожидаемый результат:

Набор сгенерированных карточек объектов с текстом, изображением и логикой «живого» рекламного сообщения.

6. Генерация документации и шаблонов договоров**Описание:**

Юридический департамент регулярно работает с договорами долевого участия, актами приёма-передачи и другими документами. Использование LLM может значительно сократить время на подготовку черновиков — достаточно ввести параметры сделки.

Цель:

Создать систему, которая генерирует адаптированные тексты документов по вводным данным (тип объекта, этаж, площадь, ФИО, сроки и пр.).

Ожидаемый результат:

Генератор документов в формате Word или PDF с автоматической подстановкой параметров и соблюдением юридического стиля.

7. Модель прогнозирования сроков сдачи объектов на основе текстовых и визуальных данных**Описание:**

Девелоперская компания ведёт аналитический архив по срокам строительства. С помощью мультимодальных моделей (текстовые отчёты + фото стройки) можно прогнозировать вероятность отклонения от графика сдачи.

Цель:

Разработать модель, которая по текущему статусу объекта (фото, отчёт СМР) оценивает риски задержек.

Ожидаемый результат:

Прототип, который показывает вероятность отклонений и даёт текстовые пояснения (основанные на распознанных признаках — «не завершены фасадные работы», «монтаж инженерии не начат»).

8. Обратная генерация — ИИ-помощник для покупателей квартир**Описание:**

Будущие покупатели часто задают типовые вопросы о квартирах, планировках, ипотеке, акциях, сроках. Вместо call-центра предлагается реализовать LLM-бота, который обрабатывает текстовые и голосовые запросы, показывает планировки, ссылается на PDF-документы и может «объяснять» информацию простым языком.

Цель:

Упростить коммуникацию с клиентами на этапе выбора квартиры и повысить качество первичного контакта.

Ожидаемый результат:

Демо-бот, способный отвечать на вопросы о жилом комплексе, ориентируясь в его характеристиках и маркетинговых документах.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель подробно разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать практические задания и обеспечивает специальные условия для освоения методов работы с системами искусственного интеллекта. Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт
		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 Гб RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт

		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
4	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.