

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.

« 29 » августа 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1. В.ДВ.03.01 DataOps & ML Ops

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «DataOps & MLOps» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил(и):

С. Г. Сеница, доцент КИТ, к.т.н.

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



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий протокол № 1 от «26» августа 2025г.

Заведующий кафедрой Подколзин В.В.



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

- Изучение методологии DataOps и MLOps.
- Изучение процессов Continuous Training на примере MLFlow.
- 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 «DataOps и MLOps» относится к дисциплинам по выбору, код Б1.В.ДВ.03.01.

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:

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

### Роль 2: **ML Engineer (Инженер МО)**

Задачи:

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

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

Задачи:

- Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей

- Мониторинг производительности ML-систем
- Управление версиями моделей и данных
- Обеспечение CI/CD для ML-проектов
- 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:

<b>Код и наименование индикатора*</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<b><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></b>	
<b><i>BD-2.3</i></b> Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
<b><i>LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта</i></b>	
<b><i>LC-3.1</i></b> Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
<b><i>LC-4 (П) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта</i></b>	
<b><i>LC-4.1.1</i></b> 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
<b><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></b>	
<b><i>LC-5.1</i></b> 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
<b><i>LC-5.2</i></b> 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
<b><i>ML-8 (П) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных</i></b>	

**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).

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

### 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 СРС
			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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
4.	Тренды, итоги и защита проектов	22	6		6	10
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>104</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>36</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>		<b>144</b>				

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 MLflow, Yandex DataSphere). Введение в MLflow: 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	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		Continuous Integration для данных.	
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,	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		RAM) и бизнес-метрики. Детектирование 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. MLflow 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

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
2.	Введение и основы	Введение в DVC. Инициализация DVC в проекте. Настройка удаленного хранилища (Yandex Cloud). Версионирование датасетов и моделей.	ЛР
3.	Введение и основы	Настройка и знакомство с Mlflow. Создание простого ML-эксперимента. Логирование параметров, метрик и артефактов с помощью MLflow Tracking. Сравнение нескольких запусков в UI MLflow.	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/Mlflow. 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 MLflow.	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 MLFlow.	ЛР
10.	MLOps и промышленное	Автоматизация пайплайна с MLflow	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	развертывание	Projects. Упаковка кода обучения в MLflow 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 Mlflow. 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 MLflow 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 MLflow 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»	46
<b>Итого</b>			<b>46</b>

*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

### 4.1 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 промышленного партнера
2	DataOps и управление данными	LC-3, LC-4	ЛР 4-7	Проект с кейсом от промышленного партнера
3	MLOps и промышленное развертывание	LC-5, ML-8	ЛР 8-14	Проект с кейсом от промышленного партнера
4	Тренды, итоги и защита проектов	BD-2, LC-3, LC-4, LC-5, ML-8	ЛР 15-17	Проект с кейсом от промышленного 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
<b>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</b>	
<b>BD-2.3</b> Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
<b>LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта</b>	
<b>LC-3.1</b> Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
<b>LC-4 (П) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта</b>	
<b>LC-4.1.1</b> 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
<b>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</b>	
<b>LC-5.1</b> 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
<b>LC-5.2</b> 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
<b>ML-8 (П) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных</b>	
<b>ML-8.1</b> 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 **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо**):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>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</b>	
<b>BD-2.3</b> Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
<b>LC-3 (П) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта</b>	
<b>LC-3.1</b> Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ

<b>LC-4 (II) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта</b>	
<b>LC-4.1.1</b> 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
<b>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</b>	
<b>LC-5.1</b> 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
<b>LC-5.2</b> 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
<b>ML-8 (II) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных</b>	
<b>ML-8.1</b> 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**):

<b>Код и наименование индикатора*</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<b>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</b>	
<b>BD-2.3</b> Применяет инструменты и практики непрерывной интеграции данных (DataOps)	Организует процесс непрерывной интеграции данных (DataOps)
<b>LC-3 (II) Способен проектировать и поддерживать архитектуру систем искусственного интеллекта</b>	

<b>LC-3.1</b> Создает и развивает архитектуры системы ИИ на всех этапах жизненного цикла	Применяет различные принципы и паттерны при проектировании архитектуры систем ИИ
<b>LC-4 (II) Способен управлять процессом жизненного цикла ИИ-продукта</b>	
<b>LC-4.1.1</b> 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
<b>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</b>	
<b>LC-5.1</b> 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
<b>LC-5.2</b> 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
<b>ML-8 (II) Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных</b>	
<b>ML-8.1</b> 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 MLFlow.
2. Настройте версионирование данных с помощью DVC и GitLab.
3. Настройте версионирование моделей в MLFlow.
4. Настройте метрики обучения в MLFlow.
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 (MLflow, 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 MLflow 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 MLFlow.

Отлично – выполнено 90% лабораторных работ и выполнен проект с использованием MLFlow 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:**

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

#### **Цели, задачи и ожидаемые результаты:**

##### **Цель:**

Обеспечить студентов инструментами для развертывания ИТ-инфраструктуры проекта.

##### **Задачи преподавателя:**

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

##### **• Ожидаемые результаты студентов:**

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

##### **Порядок реализации:**

- Создание учетных записей в облаке.

Каждый студент получает аккаунт в облаке курса.

- Настройка прав доступа.

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

- 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 MLFlow.

##### **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, MLFlow.

##### **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 MLflow 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 MLFlow.
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](http://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.uceba.com/>;
- 12 Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

#### *Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ*

- 1 Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
- 2 Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
- 3 Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
- 4 База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
- 5 Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
- 6 Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
- 7 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, MLFlow, 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) промышленных 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. Мультимодальный ассистент для банковских отделений**

**Описание:**

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов. Предполагается создание мультимодального 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, отчётов).

**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.