

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Автоматизация дообучения ML-моделей

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): IT-сервисы и технологии обработки данных на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 937226

Подписал: директор центра Проневич Ольга Борисовна

Дата: 28.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины являются формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков в области автоматизации процессов дообучения, тестирования, развертывания и мониторинга моделей машинного обучения с использованием методологий и инструментов MLOps. В рамках курса рассматриваются современные подходы к организации непрерывной интеграции и доставки (CI/CD) для ML-пайплайнов, методы интеграции MLOps-решений в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия, а также практические аспекты настройки пайплайнов автоматического переобучения моделей при поступлении новых данных.

Особое внимание уделяется формированию практических навыков работы с инструментами оркестрации (Apache Airflow, Kubeflow), системами контроля версий данных (DVC) и реестрами моделей (MLflow), а также разработке стратегий тестирования ML-кода и данных.

Задачами освоения дисциплины являются:

Формирование теоретических знаний о принципах CI/CD применительно к моделям машинного обучения, включая этапы тестирования, сборки и развертывания.

Освоение практических навыков настройки CI/CD-пайплайнов для автоматического дообучения ML-моделей с использованием специализированных инструментов.

Развитие умений использовать инструменты MLOps для управления версиями данных, моделей и кода.

Формирование компетенций по интеграции инструментов MLOps в существующую инфраструктуру предприятия.

Освоение методов организации непрерывного мониторинга качества моделей в продуктивной среде и запуска процессов дообучения при дрифте данных.

Дисциплина предназначена для формирования компетенций, необходимых для проектирования и внедрения систем автоматизации жизненного цикла машинного обучения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

МО-2 - Способен проектировать и внедрять системы автоматизации жизненного цикла машинного обучения (MLOps).

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

Принципы CI/CD применительно к моделям машинного обучения (этапы тестирования, сборки, развертывания артефактов).

Методы интеграции инструментов MLOps (оркестрация, мониторинг, версионирование) в существующую ИТ-инфраструктуру.

Уметь:

Настраивать CI/CD-пайплайны для МО с использованием инструментов автоматизации.

Использовать инструменты MLOps для автоматизации процессов дообучения и развертывания.

Владеть:

Навыками проектирования и настройки пайплайнов автоматического дообучения ML-моделей с использованием инструментов оркестрации.

Техниками мониторинга дрейфа данных и моделей, а также методами автоматического обновления моделей в продуктивной среде.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	96
В том числе:		
Занятия семинарского типа	96	96

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации

образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 48 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

Не предусмотрено учебным планом

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Лабораторная работа 1. Установка и настройка среды MLOps. Рассматриваемые вопросы: - Установка Python, Git, Docker. - Настройка виртуального окружения. - Установка MLflow, DVC, Airflow. - Проверка работоспособности инструментов.
2	Лабораторная работа 2. Базовые операции в Git. Рассматриваемые вопросы: - Инициализация репозитория. - Создание веток и слияние. - Разрешение конфликтов. - Использование .gitignore.
3	Лабораторная работа 3. Версионирование данных с DVC. Рассматриваемые вопросы: - Инициализация DVC в проекте. - Подключение удаленного хранилища. - Отслеживание версий датасетов. - Восстановление предыдущих версий данных.
4	Лабораторная работа 4. Логирование экспериментов в MLflow. Рассматриваемые вопросы: - Настройка MLflow Tracking Server. - Логирование параметров, метрик и моделей. - Сравнение экспериментов в UI. - Регистрация лучшей модели в реестре.
5	Лабораторная работа 5. Управление моделями в MLflow Registry. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Регистрация модели. - Перемещение по этапам. - Управление версиями моделей. - Автоматическое обновление при регистрации.
6	<p>Лабораторная работа 6. Валидация данных с Great Expectations.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Установка и настройка GX. - Создание ожиданий. - Проверка данных на соответствие. - Генерация отчетов по валидации.
7	<p>Лабораторная работа 7. Разработка DAG в Apache Airflow.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Написание Python-скрипта DAG. - Настройка расписания запуска. - Добавление задач. - Мониторинг выполнения в UI Airflow.
8	<p>Лабораторная работа 8. Интеграция Airflow с MLflow.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Настройка соединения с MLflow. - Логирование из задач Airflow. - Передача артефактов между задачами. - Автоматическая регистрация модели.
9	<p>Лабораторная работа 9. Настройка CI/CD в GitLab CI.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Написание .gitlab-ci.yml. - Настройка этапов. - Запуск тестов в CI-среде. - Автоматическая сборка Docker-образа.
10	<p>Лабораторная работа 10. Настройка CI/CD в GitHub Actions.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Написание workflow-файла. - Настройка триггеров. - Использование секретов. - Автоматический деплой модели.
11	<p>Лабораторная работа 11. Мониторинг дрейфа с Evidently AI.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подключение Evidently к пайплайну. - Генерация отчетов о дрейфе. - Настройка алертов. - Интеграция с MLflow.
12	<p>Лабораторная работа 12. Контейнеризация модели с Docker.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Написание Dockerfile. - Сборка Docker-образа. - Публикация в реестре. - Проверка работоспособности контейнера.
13	<p>Лабораторная работа 13. Развертывание модели как REST-API.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Экспорт модели из MLflow. - Написание API-эндпоинта на FastAPI.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Контейнеризация сервиса. - Локальный запуск и тестирование.
14	<p>Лабораторная работа 14. Автоматическое дообучение по расписанию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Настройка триггера в Airflow. - Загрузка новых данных. - Дообучение модели. - Сравнение метрик с предыдущей версией.
15	<p>Лабораторная работа 15. Интеграция пайплайна в продакшн.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Объединение всех компонентов. - Настройка автоматического запуска. - Автоматическое обновление модели. - Проверка работоспособности системы.
16	<p>Лабораторная работа 16. Итоговый проект: защита и презентация.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Завершение разработки пайплайна. - Демонстрация работы системы. - Презентация архитектуры и результатов. - Защита проекта перед комиссией.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Тема 1. Введение в MLOps и автоматизацию дообучения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие MLOps и его отличие от DevOps. - Жизненный цикл ML-модели: от разработки до эксплуатации. - Проблематика ручного дообучения. - Обзор современных подходов к автоматизации.
2	<p>Тема 2. Основы CI/CD для машинного обучения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Концепции непрерывной интеграции, доставки и развертывания. - Специфика ML-пайплайнов: данные, код, модель. - Этапы CI/CD-процесса для ML. - Требования к инфраструктуре.
3	<p>Тема 3. Жизненный цикл модели в продуктивной среде.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Стадии: обучение, валидация, стейджинг, продакшн. - Проблемы деградации моделей. - Понятие дрейфа данных и концептуального дрейфа. - Стратегии обновления моделей.
4	<p>Тема 4. Контроль версий кода в ML-проектах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы Git для командной работы. - Ветвление и слияние. - Работа с подмодулями. - Git hooks для автоматизации проверок.
5	<p>Тема 5. Контроль версий данных.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Проблема версионирования больших данных. - Обзор DVC. - Структура DVC-репозитория. - Интеграция DVC с удаленными хранилищами.
6	<p>Тема 6. Реестры моделей и артефактов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Назначение реестра моделей. - Возможности MLflow: Tracking, Projects, Models, Registry. - Логирование метрик, параметров и артефактов. - Регистрация и управление версиями моделей.
7	<p>Тема 7. Тестирование данных в ML-пайплайнах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проверка качества данных. - Статистические тесты для данных. - Инструменты валидации данных. - Автоматизация запуска тестов.
8	<p>Тема 8. Тестирование ML-кода и модели.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Типы тестов для ML-кода. - Валидация модели на тестовой выборке. - Оценка метрик качества. - Пороговые значения для прохождения тестов.
9	<p>Тема 9. Инструменты оркестрации пайплайнов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие оркестрации. - Обзор Apache Airflow. - Базовые концепции Airflow. - Написание простого DAG для запуска обучения.
10	<p>Тема 10. Продвинутое возможности Airflow.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Использование XCom для обмена данными. - Настройка зависимостей между задачами. - Обработка ошибок и повторные запуски. - Интеграция с MLflow.
11	<p>Тема 11. CI/CD с использованием GitLab CI.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Структура конфигурационного файла .gitlab-ci.yml. - Определение этапов пайплайна. - Использование артефактов и кэшей. - Переменные окружения и секреты.
12	<p>Тема 12. CI/CD с использованием GitHub Actions.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Структура workflow-файлов. - Встроенные и кастомные действия. - События и триггеры запуска. - Матрицы стратегий.
13	<p>Тема 13. Автоматическое дообучение по расписанию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Стратегии запуска дообучения. - Настройка триггеров в Airflow.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Обработка новых порций данных. - Кэширование и инкрементальное обучение.
14	<p>Тема 14. Мониторинг дрейфа данных.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие ковариатного дрейфа. - Методы обнаружения дрейфа. - Инструменты мониторинга. - Настройка алертов при обнаружении дрейфа.
15	<p>Тема 15. Мониторинг целевой переменной и качества модели.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие концептуального дрейфа. - Отслеживание метрик качества в продакшне. - Мониторинг времени инференса и загрузки. - Настройка дашбордов мониторинга.
16	<p>Тема 16. Интеграция MLOps в существующую инфраструктуру.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Адаптация инструментов под корпоративный ландшафт. - Взаимодействие с системами хранения данных. - Безопасность и управление доступом. - Внедрение MLOps в legacy-проекты.
17	<p>Тема 17. Контейнеризация ML-приложений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Роль контейнеризации в MLOps. - Создание Dockerfile для ML-модели. - Многоэтапная сборка. - Публикация образа в реестре.
18	<p>Тема 18. Развертывание моделей как микросервисов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Способы развертывания. - Использование MLflow Models для деплоя. - Настройка инференс-эндпоинтов. - Масштабирование сервисов.
19	<p>Тема 19. Автоматизация А/В-тестирования моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Стратегии канареечного развертывания. - Маршрутизация трафика между версиями. - Сбор метрик качества в реальном времени. - Автоматический откат при падении метрик.
20	<p>Тема 20. Feature Store и управление признаками.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понятие хранилища фичей. - Автоматизация Feature Engineering. - Обзор Feast и других решений. - Интеграция Feature Store с пайплайном.
21	<p>Тема 21. Работа с потоковыми данными в ML-пайплайнах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Обработка потоковых данных. - Использование Spark Streaming. - Онлайн-инференс на потоке. - Создание ETL-процессов для ML.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
22	<p>Тема 22. Kubeflow и оркестрация в Kubernetes.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Обзор Kubeflow. - Создание пайплайнов в Kubeflow Pipelines. - Запуск распределенного обучения. - Интеграция с Kubernetes.
23	<p>Тема 23. Автоматизация гиперпараметрической оптимизации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Инструменты оптимизации. - Интеграция с MLflow. - Распараллеливание перебора. - Настройка пайплайна для автоматического поиска параметров.
24	<p>Тема 24. Балансировка данных и автоматизация предобработки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы балансировки классов. - Автоматическая обработка пропусков и выбросов. - Встраивание предобработки в пайплайн. - Сохранение трансформеров.
25	<p>Тема 25. Документирование ML-пайплайнов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Важность документирования в MLOps. - Автоматическая генерация документации. - Использование Sphinx, MkDocs. - Карточки моделей.
26	<p>Тема 26. Безопасность и управление доступом в MLOps.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Управление секретами и ключами. - RBAC в системах оркестрации. - Безопасность контейнеров. - Шифрование данных и моделей.
27	<p>Тема 27. Сравнительный анализ MLOps-инструментов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сравнение MLflow, Kubeflow, ZenML, Kedro. - Функциональные возможности для автоматизации. - Выбор инструмента для конкретной задачи. - Анализ сценариев использования.
28	<p>Тема 28. Комплексный проект. Часть 1: Анализ требований и проектирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выбор бизнес-задачи для автоматизации. - Разработка архитектуры CI/CD-пайплайна. - Определение требований к данным и инфраструктуре. - Формирование плана реализации.
29	<p>Тема 29. Комплексный проект. Часть 2: Разработка пайплайна.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализация компонентов пайплайна. - Настройка CI/CD. - Интеграция с системами контроля версий. - Тестирование пайплайна.
30	<p>Тема 30. Комплексный проект. Часть 3: Развертывание и мониторинг.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - Развертывание модели в продакшн. - Настройка мониторинга дрейфа. - Настройка алертов. - Оптимизация производительности.
31	<p>Тема 31. Комплексный проект. Часть 4: Подготовка презентации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разработка скрипта презентации проекта. - Демонстрация работы пайплайна. - Подготовка схем и диаграмм архитектуры. - Формулировка выводов и рекомендаций.
32	<p>Тема 32. Комплексный проект. Часть 5: Защита и презентация.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Публичная защита итогового проекта. - Демонстрация рабочего пайплайна. - Ответы на вопросы и получение обратной связи. - Обсуждение перспектив развития.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение литературы и официальной документации по MLOps-инструментам.
2	Работа с документацией GitLab CI / GitHub Actions для углубленного изучения возможностей.
3	Выполнение домашних заданий по созданию CI/CD-пайплайнов и автоматизации дообучения.
4	Самостоятельное изучение дополнительных инструментов.
5	Анализ кейсов внедрения MLOps в крупных компаниях (подготовка обзора 3-5 примеров).
6	Изучение методов обнаружения дрейфа данных.
7	Выполнение итогового проекта (разработка пайплайна + подготовка презентации + защита).
8	Подготовка к промежуточной аттестации.
9	Выполнение курсовой работы.
10	Подготовка к промежуточной аттестации.
11	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Сравнительный анализ методологий MLOps и DevOps: специфика автоматизации жизненного цикла ML-моделей.

Обзор архитектурных подходов к построению CI/CD-пайплайнов для машинного обучения.

Анализ проблематики ручного дообучения моделей и обоснование перехода к автоматизированным пайплайнам.

Исследование жизненного цикла ML-модели в продуктивной среде: от обучения до вывода из эксплуатации.

Сравнительный анализ инструментов оркестрации ML-пайплайнов: Apache Airflow, Kubeflow, ZenML.

Версионирование данных в ML-проектах: возможности и ограничения DVC.

Интеграция контроля версий кода и данных в единый пайплайн ML-проекта.

Реестры моделей и артефактов: сравнительный анализ MLflow Registry и аналогов.

Обеспечение воспроизводимости экспериментов машинного обучения с использованием MLflow Tracking.

Автоматизация управления артефактами ML-пайплайна: подходы и инструменты.

Проектирование CI/CD-пайплайна для автоматического дообучения ML-моделей.

Сравнительный анализ GitLab CI и GitHub Actions применительно к задачам MLOps.

Автоматизация тестирования ML-кода и данных в CI/CD-пайплайнах.

Разработка стратегии непрерывного развертывания моделей машинного обучения.

Интеграция CI/CD-пайплайнов с системами контроля версий данных и моделей.

Методы обнаружения дрейфа данных в продуктивной среде и их автоматизация.

Мониторинг концептуального дрейфа и деградации качества ML-моделей.

Настройка системы алертов и автоматического запуска дообучения при дрейфе данных.

Инструменты мониторинга ML-моделей: сравнительный анализ Evidently AI и аналогов.

Автоматизация A/B-тестирования и канареечного развертывания моделей в продакшне.

Контейнеризация ML-приложений: лучшие практики и автоматизация сборки.

Развертывание ML-моделей как микросервисов: подходы и инструменты.

Интеграция MLOps-инструментов в существующую ИТ-инфраструктуру предприятия.

Feature Store как компонент автоматизированного ML-пайплайна: обзор и практика применения.

Безопасность и управление доступом в системах автоматизации ML-пайплайнов.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	«Фомичева, С. Г. Методы и модели защиты от состязательных атак : учебное пособие / С. Г. Фомичева. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 126 с. — ISBN 978-5-8088-1963-4» (Фомичева, С. Г. Методы и модели защиты от состязательных атак : учебное пособие / С. Г. Фомичева. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — ISBN 978-5-8088-1963-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497537 (дата обращения: 28.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 36.).	https://reader.lanbook.com/book/497537#36
2	«Макаров, М. А. Искусственный интеллект в промышленной информатике : учебное пособие / М. А. Макаров, И. Ю. Зайцев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 118 с. — ISBN 978-5-7339-2265-2» (Макаров, М. А. Искусственный интеллект в промышленной информатике : учебное пособие / М. А. Макаров, И. Ю. Зайцев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — ISBN 978-5-7339-2265-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/448772 (дата обращения: 28.09.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 8.).	https://reader.lanbook.com/book/448772#8

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

MS Office

(Excel, Word)

Notepad++

Браузер Chrome

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

MS Office (Excel, Word, PowerPoint)
Apache Superset
Yandex Datalens
Metabase
PostgreSQL
Docker
Apache Airflow
Браузер Chrome / Яндекс браузер
Draw.io

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютер преподавателя с доступом к сети Интернет

Компьютеры студентов с установленным Python-окружением и табличным процессором

Доступ к учебной базе событийных данных и экспериментальным выборкам

Доступ к PostgreSQL и BI-системе для визуализации результатов

Доступ к облачной виртуальной машине или Docker-контейнерам для воспроизводимого анализа

Проектор и экран для проектора

Маркерная доска

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

руководитель образовательной
программы

О.Б. Проневич

Согласовано:

Директор

Д.В. Паринов

Директор ЦС IT - программ ВИШ

О.Б. Проневич

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов