МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА» (РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля), как компонент образовательной программы высшего образования - программа магистратуры по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Внедрение ИИ-решений в IT-инфраструктуру ВСМ

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль): IT-инженер ВСМ

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: 552815
Подписал: руководитель образовательной программы Кочурков Александр Александрович
Дата: 09.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цели дисциплины:

- сформировать системное понимание жизненного цикла MLOps и его интеграции в IT-ландшафт ВСМ;
- научить проектировать, разворачивать и сопровождать AI/ML-решения с учетом требований отказоустойчивости и масштабируемости;
- обеспечить компетенции по оценке эффективности внедрения ИИ и оптимизации бизнес-процессов ВСМ.

Задачи дисциплины:

- изучить основы анализа бизнес-процессов и выявления узких мест, решаемых с помощью ИИ;
- освоить этапы жизненного цикла MLOps — от сбора данных до вывода моделей в промышленную эксплуатацию;
- овладеть практиками CI/CD в контексте ML-проектов;
- научиться использовать современные инструменты мониторинга и логирования моделей;
- сформировать навыки интеграции моделей в цифровые двойники и общую архитектуру ВСМ;
- освоить методы оценки экономического эффекта от внедрения ИИ-решений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен создавать схемы IT-ландшафта ВСМ в рамках методологии разработки архитектуры ПО;

ПК-4 - Способен интегрировать в IT-ландшафт ВСМ машинное обучение и цифровые двойники;

ПК-5 - Способен осуществлять верификацию и валидацию IT-инфраструктуры и IT-ландшафта.

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

Знать:

- принципы жизненного цикла AI/ML-систем;
- этапы MLOps и архитектурные шаблоны;
- основные бизнес-процессы ВСМ и их возможности для оптимизации;

- подходы к CI/CD и мониторингу моделей.

Уметь:

- анализировать процессы BCM для внедрения ИИ;
- разрабатывать и внедрять MLOps-пайплайны;
- интегрировать ИИ-модели в производственные системы;
- настраивать наблюдаемость и тестирование AI-решений.

Владеть:

- инструментами (MLflow, DVC, Airflow, Kubeflow, Prometheus, Grafana и др.);
- методами построения архитектуры AI-решений;
- навыками A/B-тестирования и валидации моделей;
- способами документооборота и отчетности по MLOps.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	128
В том числе:		
Занятия лекционного типа	64	64
Занятия семинарского типа	64	64

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 196 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Анализ бизнес-процессов ВСМ и выявление точек роста Рассматриваемые вопросы: – специфика бизнес-процессов ВСМ; – методы описания и анализа процессов; – выявление задач, решаемых с помощью ИИ.
2	Классификация ИИ-решений в контексте ВСМ Рассматриваемые вопросы: – предиктивная аналитика, оптимизация, компьютерное зрение; – примеры применений в транспортной инфраструктуре; – технологические ограничения и требования.
3	Жизненный цикл ИИ-решения: концепция MLOps Рассматриваемые вопросы: – этапы жизненного цикла: от идеи до эксплуатации; – различия между MLOps и DevOps; – роли участников ML-процесса.
4	Модели и подходы к проектированию архитектуры цифровой инфраструктуры Рассматриваемые вопросы: – уровни архитектуры (бизнес, данные, приложения, технологии); – TOGAF, Zachman и другие фреймворки; – принципы совместимости и масштабируемости.
5	Архитектура MLOps: ключевые компоненты Рассматриваемые вопросы: – пайплайны, артефакты, метаданные; – взаимодействие между модулями; – облачные и локальные реализации.
6	Сбор и подготовка данных для задач ИИ Рассматриваемые вопросы: – источники данных на ВСМ; – очистка, нормализация, аугментация; – инструменты предобработки.
7	Хранение и версионирование данных Рассматриваемые вопросы: – Data Lake и Lakehouse; – DVC, Git LFS, MinIO; – соответствие требованиям аудита.
8	Создание baseline-моделей и отладка Рассматриваемые вопросы: – выбор метрик и алгоритмов;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	– прототипирование; – сбор первых результатов.
9	Инструменты отслеживания экспериментов Рассматриваемые вопросы: – MLflow, Neptune, Weights & Biases; – логгирование гиперпараметров; – сравнение результатов.
10	Автоматизация обучения моделей Рассматриваемые вопросы: – pipeline-автоматизация; – Apache Airflow, Prefect, Kubeflow Pipelines; – cron, DAG и оркестрация.
11	Контейнеризация и упаковка ML-моделей Рассматриваемые вопросы: – Docker, Podman, OCI-образы; – REST/gRPC-интерфейсы; – CI-сборки контейнеров.
12	CI/CD-практики в проектах машинного обучения Рассматриваемые вопросы: – автоматическая валидация и тестирование; – Jenkins, GitHub Actions, GitLab CI; – паттерны развёртывания.
13	Деплой моделей в production-среде Рассматриваемые вопросы: – подходы к развёртыванию: batch vs online; – TorchServe, TensorFlow Serving, Triton Inference Server; – rollouts и обратная совместимость.
14	Мониторинг и наблюдаемость ИИ-сервисов Рассматриваемые вопросы: – Prometheus, Grafana, ELK-стек; – сбор и анализ логов; – оповещения и метрики SLA.
15	Обнаружение деградации и дрейфа моделей Рассматриваемые вопросы: – data drift и concept drift; – методы сравнения распределений; – реакция на деградацию.
16	Управление версиями и откат моделей Рассматриваемые вопросы: – стратеги отката; – versioning моделей и зависимостей; – хранение артефактов.
17	A/B-тестирование моделей в инфраструктуре ВСМ Рассматриваемые вопросы: – трафик-сплиттинг; – контрольные и тестовые группы; – статистический анализ результатов.
18	Интерпретируемость и объяснимость моделей Рассматриваемые вопросы: – SHAP, LIME, PDP;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	– требования по explainability; – визуализация выводов.
19	Интеграция моделей в цифровые двойники ВСМ Рассматриваемые вопросы: – точки входа моделей в DT; – реальное и симулированное окружение; – непрерывное обучение.
20	Безопасность и защита ML-инфраструктуры Рассматриваемые вопросы: – API security, RBAC, OAuth; – защита данных и моделей; – compliance и GDPR.
21	Оптимизация ресурсов для AI-инфраструктуры Рассматриваемые вопросы: – GPU, TPU, edge-инференс; – автоскейлинг; – cost-aware оркестрация.
22	Масштабирование ML-решений в распределённых средах Рассматриваемые вопросы: – Kubernetes, Helm, KServe; – multi-node обучение; – архитектуры inference-as-a-service.
23	Управление инфраструктурой через код (IaC) Рассматриваемые вопросы: – Terraform, Ansible, Helm; – шаблоны конфигураций; – reproducibility инфраструктуры.
24	Логирование и аудит в MLOps Рассматриваемые вопросы: – хранение артефактов и логов; – аудит воспроизводимости; – аналитика использования.
25	Оценка экономического эффекта внедрения ИИ Рассматриваемые вопросы: – ROI, TCO, NPV; – влияние на KPI процессов; – сравнительный анализ с традиционными решениями.
26	Этика и устойчивость ИИ-систем в реальной эксплуатации Рассматриваемые вопросы: – справедливость, необратимость, устойчивость к сбоям; – bias и социальные эффекты; – нормативные аспекты.
27	Формализация требований к ML-системам на этапе проектирования Рассматриваемые вопросы: – документация, acceptance criteria; – связь с бизнес-требованиями; – архитектурные ограничения.
28	Совместная работа команд Data Science и DevOps Рассматриваемые вопросы: – Dev/Data alignment;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	– инструменты коллаборации; – практики единой разработки.
29	Обработка и хранение стриминговых данных Рассматриваемые вопросы: – Kafka, Apache Flink, Spark Streaming; – real-time inference; – time-series модели.
30	Модели AutoML и их внедрение Рассматриваемые вопросы: – AutoML-платформы (H2O, Google AutoML); – адаптация под инфраструктуру ВСМ; – плюсы и минусы.
31	Архитектура AI-сервисов в распределённой ИТ-инфраструктуре ВСМ Рассматриваемые вопросы: – микросервисы, API gateway, message broker; – отказоустойчивость и балансировка нагрузки; – SLA и SLO.
32	Обобщение и систематизация опыта внедрения MLOps на ВСМ Рассматриваемые вопросы: – ошибки и best practices; – рекомендации по внедрению на предприятиях ВСМ; – дальнейшее развитие и масштабирование.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ бизнес-процессов ВСМ для определения задач ИИ В результате выполнения практической работы студенты составят карту процессов и выделят целевые зоны для внедрения ИИ.
2	Классификация и выбор типов ИИ-задач по сценариям ВСМ В результате выполнения практической работы студенты проведут маппинг бизнес-задач на типы ML-решений.
3	Построение диаграммы жизненного цикла MLOps В результате выполнения практической работы студенты визуализируют этапы ML-жизненного цикла и свяжут их с реальными задачами.
4	Описание архитектуры IT-ландшафта для ИИ-интеграции В результате выполнения практической работы студенты разработают архитектурную схему с обозначением точек интеграции ИИ.
5	Разработка базового MLOps-конвейера В результате выполнения практической работы студенты опишут пайплайн от подготовки данных до деплоя модели.
6	Подготовка и разметка данных с применением Pandas и LabelStudio В результате выполнения практической работы студенты создадут разметку датасета, выполнив базовую предобработку.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	Организация хранилища данных и версионирование с DVC В результате выполнения практической работы студенты построят структуру хранилища и настроят контроль версий данных.
8	Обучение базовой модели классификации В результате выполнения практической работы студенты реализуют pipeline обучения модели и оценят её метрики.
9	Настройка MLflow для отслеживания экспериментов В результате выполнения практической работы студенты зарегистрируют и сравнят эксперименты с разными гиперпараметрами.
10	Оркестрация ML-задач с Apache Airflow В результате выполнения практической работы студенты создадут DAG для автоматизации этапов подготовки и обучения.
11	Создание контейнера модели с использованием Docker В результате выполнения практической работы студенты создадут Docker-образ модели и протестируют его локально.
12	Интеграция CI/CD в процесс обновления модели В результате выполнения практической работы студенты автоматизируют тестирование и деплой модели через GitHub Actions.
13	Развёртывание модели в облаке с использованием TensorFlow Serving В результате выполнения практической работы студенты задеплоят REST-сервис модели и проверят ответы API.
14	Настройка мониторинга модели через Prometheus и Grafana В результате выполнения практической работы студенты соберут метрики предсказаний и визуализируют их.
15	Оценка и визуализация дрейфа данных с Evidently В результате выполнения практической работы студенты сравнят распределения новых и старых данных, выявят отклонения.
16	Управление версиями модели и её откат В результате выполнения практической работы студенты реализуют хранение нескольких версий модели и проверят откат.
17	Проведение A/B-тестирования модели В результате выполнения практической работы студенты сравнят две версии модели по метрикам и соберут статистику.
18	Применение SHAP для интерпретации результатов модели В результате выполнения практической работы студенты построят объяснения отдельных предсказаний модели.
19	Интеграция ML-модуля в цифровой двойник железнодорожного объекта В результате выполнения практической работы студенты добавят ML-инференс в имитационную модель инфраструктуры.
20	Обеспечение безопасности REST-сервиса модели (OAuth, RBAC) В результате выполнения практической работы студенты настроят авторизацию доступа к модели по ролям.
21	Оценка потребления ресурсов и профилирование модели В результате выполнения практической работы студенты измерят нагрузку на CPU/GPU при работе модели и предложат оптимизацию.
22	Настройка автоскейлинга inference-сервиса в Kubernetes В результате выполнения практической работы студенты развернут кластер и настроят масштабирование под нагрузку.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
23	Разработка Helm-чарта для модели В результате выполнения практической работы студенты создадут Helm-пакет и развернут его на кластере.
24	Ведение журнала запросов и построение аудита модели В результате выполнения практической работы студенты сохранят логи вызовов API и сформируют сводную статистику.
25	Расчёт экономической эффективности внедрения ИИ-сценария В результате выполнения практической работы студенты оценят ROI, TCO и сделают вывод о целесообразности внедрения.
26	Анализ устойчивости модели к искажениям входных данных В результате выполнения практической работы студенты протестируют модель на зашумлённых данных и сделают вывод о её устойчивости.
27	Формализация бизнес-требований и их трансляция в ML-задачи В результате выполнения практической работы студенты составят список требований и соответствующих им метрик качества модели.
28	Проектирование совместного процесса DS и DevOps-команд В результате выполнения практической работы студенты определят зоны ответственности и разработают рабочую схему взаимодействия.
29	Интеграция модели в стриминг-платформу Apache Kafka В результате выполнения практической работы студенты реализуют потоковую обработку входящих данных и выдачу предсказаний.
30	Применение AutoML для задачи классификации и сравнение результатов В результате выполнения практической работы студенты обучат модель с помощью AutoML и сравнят её с ручной реализацией.
31	Разработка архитектуры AI-сервиса на основе микросервисов В результате выполнения практической работы студенты разобьют функциональность на сервисы и опишут схему их взаимодействия.
32	Подготовка отчёта и рефлексия по внедрённому MLOps-решению В результате выполнения практической работы студенты обобщат результаты всех этапов, оценят успешность и сформулируют предложения по улучшению.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Работа с лекционным материалом
3	Самостоятельное изучение рекомендуемой литературы
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Разработка и внедрение MLOps-конвейера для задач прогнозирования технического состояния подвижного состава ВСМ

2. Интеграция модели машинного обучения в цифровой двойник тяговой подстанции высокоскоростной магистрали

3. Автоматизация мониторинга инфраструктуры ВСМ с использованием методов компьютерного зрения и CI/CD-подходов

4. Разработка системы обнаружения аномалий в работе оборудования ВСМ с применением потоковой обработки данных

5. Построение отказоустойчивой архитектуры ML-сервиса для анализа трафика на станциях ВСМ

6. Оценка бизнес-эффективности внедрения предиктивной аналитики в обслуживании железнодорожных узлов ВСМ

7. Внедрение интерпретируемого ИИ-модуля в систему поддержки решений диспетчерского управления

8. Оптимизация ресурсоёмкости модели ИИ при использовании на встроенных устройствах ВСМ-инфраструктуры

9. Применение AutoML в задачах классификации неисправностей инфраструктуры ВСМ: сравнение с ручной разработкой

10. Проектирование безопасного и масштабируемого API для ML-моделей в IT-ландшафте ВСМ.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Безопасность систем искусственного интеллекта : учебное пособие / П. С. Ложников, А. Е. Самотуга, С. С. Жумажанова, А. Е. Сулавко. — Омск : ОмГТУ, 2023 — Часть 2 : Доверенный искусственный интеллект — 2023. — 74 с. — ISBN 978-5-8149-3731-5.	https://e.lanbook.com/book/421598
2	Ванг, К. Конструирование систем глубокого обучения : руководство / К. Ванг, Д. Сзето ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 462 с. — ISBN 978-5-93700-181-8.	https://e.lanbook.com/book/456644
3	Ферлитш, Э. Шаблоны и практика глубокого обучения / Э. Ферлитш ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 538 с. — ISBN 978-5-93700-113-9.	https://e.lanbook.com/book/241199

4	Груздев, А. В. Предварительная подготовка данных в Python / А. В. Груздев. — Москва : ДМК Пресс, 2023 — Том 1 : Инструменты и валидация — 2023. — 816 с. — ISBN 978-5-93700-156-6.	https://e.lanbook.com/book/314945
5	Анализ бизнес-процессов на транспорте : методические указания и рекомендации / составитель А. С. Стринковская. — Омск : СибАДИ, 2023. — 17 с.	https://e.lanbook.com/book/339116
6	Моделирование и анализ бизнес-процессов : учебное пособие / составители Т. В. Галанина, М. И. Баумгартэн. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2023. — 164 с. — ISBN 978-5-00137-431-2.	https://e.lanbook.com/book/399725
7	Баланов, А. Н. DevOps: интеграция и автоматизация : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 240 с. — ISBN 978-5-507-50491-6.	https://e.lanbook.com/book/440162

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/);

Официальный сайт Минтранса России (https://mintrans.gov.ru/);

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http:/library.miit.ru);

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

Образовательная платформа «Открытое образование» (https://openedu.ru);

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/);

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (http://ibooks.ru/);

Электронно-библиотечная система «Академия» (http://academia-moscow.ru/);

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (http://www.book.ru/);

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» (http://www.znanium.com/)

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер)
Операционная система Microsoft Windows
Microsoft Office
Visual studio Code

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 3 семестре.
Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

руководитель образовательной программы	А.А. Кочурков

Согласовано:

Директор	О.Н. Покусаев
Руководитель образовательной программы	А.А. Кочурков
Председатель учебно-методической комиссии	Д.В. Паринов