

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 - программы магистратуры
по направлению подготовки
09.04.03 Прикладная информатика,
утвержденной директором РУТ (МИИТ)
Покусаевым О.Н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровые двойники и машинное обучение на 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2017
Подписал: заместитель руководителя Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 01.06.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цели дисциплины:

1. Сформировать представление о роли цифровых двойников в управлении объектами ВСМ.
2. Ознакомить с методами машинного обучения, применяемыми для анализа данных и предиктивной аналитики на транспорте.
3. Обучить практическому применению цифровых двойников и моделей ИИ в контексте ВСМ.

Задачи дисциплины:

1. Изучить архитектуру и компоненты цифровых двойников.
2. Освоить основные алгоритмы и подходы машинного обучения.
3. Разобрать примеры применения ML и цифровых двойников в мониторинге состояния инфраструктуры и составов ВСМ.
4. Научиться формировать и обрабатывать датасеты для построения моделей.
5. Получить навыки работы с симуляционными и аналитическими платформами.
6. Сформировать компетенции в интеграции цифровых двойников в IT-ландшафт ВСМ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-5 - Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем;

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.

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

Знать:

- архитектуру цифровых двойников и их классификацию;
- базовые и продвинутые методы машинного обучения;
- принципы сбора и анализа телеметрических данных на ВСМ;

- технологии и инструменты интеграции ИИ-моделей в эксплуатационную среду.

Уметь:

- разрабатывать архитектуру цифрового двойника;
- выбирать и применять алгоритмы ML к задачам предсказания и диагностики;
- настраивать поток телеметрии и визуализировать результаты;
- использовать инструменты Jupyter, Scikit-learn, TensorFlow и др.

Владеть:

- практическими навыками построения цифровых моделей объектов ВСМ;
- навыками анализа и визуализации эксплуатационных данных;
- инструментарием интеграции моделей в реальное ПО и инфраструктуру.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

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 116 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	Введение в цифровые двойники Рассматриваемые вопросы: – понятие цифрового двойника; – история и развитие концепции; – структура и компоненты двойника; – применение в сфере транспорта.
2	Обзор технологий и стандартов цифровых двойников Рассматриваемые вопросы: – основные технологические платформы; – стандарты обмена данными; – цифровая модель и цифровая тень; – примеры внедрения на транспорте.
3	Основы машинного обучения Рассматриваемые вопросы: – типы ML: supervised, unsupervised, reinforcement; – основные алгоритмы; – метрики качества моделей; – подготовка данных.
4	Инфраструктура и архитектура IT-ландшафта для ML Рассматриваемые вопросы: – схемы взаимодействия модулей; – CI/CD для ML; – DevOps и MLOps; – интеграция в эксплуатационную ИТ-среду VSM.
5	Прогнозирование технического состояния объектов VSM Рассматриваемые вопросы: – методы предиктивной аналитики; – примеры анализа износа компонентов; – определение критических отклонений; – оценка остаточного ресурса.
6	Примеры цифровых двойников в реальной эксплуатации Рассматриваемые вопросы: – цифровой двойник состава; – цифровой двойник инфраструктуры;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	– аналитика и телеметрия; – визуализация и управление.
7	Инструменты и фреймворки ML Рассматриваемые вопросы: – обзор Python-библиотек: Pandas, Scikit-learn, TensorFlow; – средства визуализации; – настройка среды; – работа в Jupyter.
8	Безопасность и надежность при внедрении цифровых двойников Рассматриваемые вопросы: – уязвимости в ML-системах; – безопасность данных; – тестирование двойников; – этические аспекты.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Создание прототипа цифрового двойника объекта ВСМ В результате выполнения лабораторной работы студенты разработают простой прототип цифрового двойника на Python.
2	Обработка телеметрических данных В результате выполнения лабораторной работы студенты реализуют скрипт по очистке, агрегации и визуализации телеметрии.
3	Обучение модели предсказания отказов В результате выполнения лабораторной работы студенты построят ML-модель на основе эксплуатационных данных.
4	Внедрение ML-модели в цифровой двойник В результате выполнения лабораторной работы студенты интегрируют предсказательную модель в прототип цифрового двойника.
5	Симуляция работы системы ВСМ В результате выполнения лабораторной работы студенты создадут имитационную модель функционирования станции или депо.
6	Моделирование деградации компонентов В результате выполнения лабораторной работы студенты реализуют моделирование постепенного износа технического узла.
7	Автоматизация процессов переобучения модели В результате выполнения лабораторной работы студенты реализуют систему мониторинга метрик модели и триггера переобучения.
8	Разработка пользовательского интерфейса цифрового двойника В результате выполнения лабораторной работы студенты создадут простой веб-интерфейс для визуализации состояния объекта.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ кейсов использования цифровых двойников в транспорте В результате выполнения практической работы студенты анализируют и классифицируют примеры реализации цифровых двойников.
2	Сбор и обработка телеметрических данных В результате выполнения практической работы студенты извлекают, очищают и нормализуют эксплуатационные данные.
3	Формирование цифровой модели объекта В результате выполнения практической работы студенты проектируют простую цифровую модель вагона или элемента пути.
4	Введение в Scikit-learn: линейная регрессия и классификация В результате выполнения практической работы студенты обучают базовые модели и анализируют их результаты.
5	Прогноз технического состояния узлов ВСМ на основе исторических данных В результате выполнения практической работы студенты строят модель прогноза износа на основе временных рядов.
6	Визуализация цифровых двойников с использованием Python В результате выполнения практической работы студенты создают визуальное представление цифрового двойника.
7	Интеграция моделей ML в эксплуатационную систему В результате выполнения практической работы студенты разрабатывают прототип REST-сервиса на Flask.
8	Безопасность в ML-моделях: анализ уязвимостей В результате выполнения практической работы студенты проводят анализ на устойчивость модели к аномальным данным.

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	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Косяков, А. Системная инженерия. Принципы и практика : учебное пособие / А. Косяков, У. Свит. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 624 с. — ISBN 978-5-97060-122-8.	https://e.lanbook.com/book/66484

2	Батоврин, В. К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник : учебное пособие / В. К. Батоврин. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 280 с. — ISBN 978-5-94074-592-1.	https://e.lanbook.com/book/1097
3	Забродин, А. В. Основы проектирования информационных систем с помощью языка UML : учебное пособие / А. В. Забродин, В. П. Бубнов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 46 с. — ISBN 978-5-7641-1133-9.	https://e.lanbook.com/book/111721
4	Иванова, О. Г. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий. Основы UML : учебное пособие / О. Г. Иванова, Ю. Ю. Громов. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2308-7.	https://e.lanbook.com/book/320327
5	Котлинский, С. В. Разработка моделей предметной области автоматизации : Учебник для вузов / С. В. Котлинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-8035-7.	https://e.lanbook.com/book/183204

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:

Экзамен во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

менеджер

А.А. Кочурков

Согласовано:

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов