

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические
комплексы,
утвержденной директором РУТ (МИИТ)
Покусаевым О.Н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровые двойники и машинное обучение на ВСМ

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы

Направленность (профиль): Управление инфраструктурой
высокоскоростных магистралей

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 директора Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 09.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цели дисциплины:

- сформировать представление о роли цифровых двойников в управлении объектами ВСМ;
- ознакомить с методами машинного обучения, применяемыми для анализа данных и предиктивной аналитики на транспорте;
- обучить практическому применению цифровых двойников и моделей ИИ в контексте ВСМ.

Задачи дисциплины:

- изучить архитектуру и компоненты цифровых двойников;
- освоить основные алгоритмы и подходы машинного обучения;
- разобрать примеры применения ML и цифровых двойников в мониторинге состояния инфраструктуры и подвижного состава ВСМ;
- научиться формировать и обрабатывать датасеты для построения моделей;
- получить навыки работы с симуляционными и аналитическими платформами;
- 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):

ПК-1 - Способен осуществлять координацию проектов инфраструктуры ВСМ на этапах жизненного цикла, обеспечивая непрерывное развитие;

ПК-3 - Способен осуществлять контроль соответствия установленным требованиям инфраструктурных объектов ВСМ на этапах жизненного цикла.

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 6 з.е. (216 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 152 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 ВСМ.
5	Прогнозирование технического состояния объектов ВСМ 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; – аналитика и телеметрия; – визуализация и управление.
7	Инструменты и фреймворки ML Рассматриваемые вопросы: – обзор Python-библиотек: Pandas, Scikit-learn, TensorFlow; – средства визуализации;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	– 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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Разработка цифрового двойника участка высокоскоростной магистрали для мониторинга состояния инфраструктуры.

2. Создание архитектуры информационной системы поддержки жизненного цикла цифрового двойника ВСМ.

3. Моделирование требований к цифровому двойнику ВСМ на основе SysML.

4. Разработка IoT-подсистемы сбора данных для цифрового двойника элементов ВСМ.

5. Анализ сетевой архитектуры передачи данных от датчиков к цифровому двойнику в режиме реального времени.

6. Проектирование аппаратного модуля цифрового двойника уровней Edge и Fog.

7. Использование машинного обучения для выявления аномалий в данных цифрового двойника ВСМ.

8. Разработка системы технического зрения для контроля состояния объектов высокоскоростной магистрали.

9. Построение модели временных рядов для анализа параметров работы инфраструктуры ВСМ.

10. Разработка геоинформационной визуализации данных цифрового двойника железнодорожной системы.

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	https://e.lanbook.com/book/320327

	UML : учебное пособие / О. Г. Иванова, Ю. Ю. Громов. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2308-7.	
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.

Специальное образовательное пространство «Лаборатория цифровой инженерии и прототипирования ВСМ».

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2 семестре.

Курсовая работа во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

руководитель образовательной
программы

П.А. Григорьев

Согласовано:

Заместитель директора

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов