

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
09.04.01 Информатика и вычислительная техника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Машинное обучение на периферийных устройствах в транспорте

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Искусственный интеллект и предиктивная аналитика в транспортных системах

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: 5665
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина формирует компетенции в области проектирования и развертывания систем искусственного интеллекта на периферийных устройствах в транспортной отрасли. Студенты изучают архитектурные парадигмы Edge AI и TinyML, методы оптимизации нейросетевых моделей и специфику работы в условиях ограниченных вычислительных ресурсов, вибраций и нестабильных сетей. Особое внимание уделяется импортозамещенному стеку технологий, отечественным операционным системам и алгоритмическим библиотекам. В рамках курса обучающиеся выступают в роли архитекторов Edge AI-решений, выполняя сквозной инженерно-аналитический кейс по созданию паспорта бортовой интеллектуальной системы. Выпускник приобретает навыки системного мышления, расчета аппаратных бюджетов, проектирования MLOps-циклов и обеспечения функциональной безопасности автономных транспортных платформ, что критически востребовано ведущими компаниями сектора беспилотной логистики и интеллектуальных транспортных систем.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных инженерных компетенций для проектирования, оптимизации и архитектурного сопровождения моделей искусственного интеллекта на периферийных вычислительных платформах в транспортной среде с учетом требований функциональной безопасности и технологического суверенитета.

Для достижения поставленной цели в рамках дисциплины решается комплекс задач, направленных на формирование у обучающихся способности – анализировать физические и сетевые ограничения бортовых устройств, подбирать облегченные архитектуры нейронных сетей, проектировать стратегии квантования и прунинга моделей, разрабатывать топологии взаимодействия Edge-Cloud и обеспечивать безопасное удаленное обновление алгоритмов на подвижном составе.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен проектировать, разрабатывать, обучать, оценивать и разворачивать модели искусственного интеллекта в соответствии с DevOps, DataOps и MLOps методологиями;

ПК-4 - Способен проектировать, разрабатывать, тестировать и разворачивать интеллектуальные системы с применением перспективных

методов исследования на основе мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.

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

Знать:

- архитектурные парадигмы периферийных вычислений и их интеграцию в интеллектуальные транспортные системы;
- физические и эксплуатационные ограничения бортовых вычислительных платформ в транспортной среде;
- методологии профилирования аппаратных ускорителей на базе метрик вычислительной сложности;
- семейства облегченных архитектур нейронных сетей для инференса в реальном времени;
- экосистему форматов сериализации моделей для кроссплатформенного развертывания;
- математические основы алгоритмов пост-тренировочного и тренировочного квантования нейросетей;
- методы структурного и неструктурного прунинга для минимизации вычислительной нагрузки;
- технологию дистилляции знаний для переноса обобщающей способности в легковесные архитектуры;
- матрицы многокритериального анализа компромиссов между точностью, задержкой и энергопотреблением;
- протоколы телеметрии и обмена данными в распределенных сетях периферийных устройств;
- паттерны обеспечения приватности при локальной обработке видеопотоков на подвижном составе;
- архитектуру пайплайнов для управления жизненным циклом моделей на борту;
- методы детекции дрейфа данных в условиях ограниченных вычислительных ресурсов;
- стратегии безопасного удаленного обновления моделей на парке транспортных средств;
- принципы обеспечения функциональной безопасности и алгоритмические механизмы резервирования;
- методологии финансового моделирования совокупной стоимости владения ИТ-инфраструктурой;

- стандарты оформления инженерно-архитектурной документации для проектов внедрения искусственного интеллекта.

Уметь:

- профилировать физические и сетевые ограничения транспортной среды при помощи матриц рисков в условиях нестабильной связи и экстремальных температур;

- формировать технические задания на разработку бортовых систем при помощи шаблонов стандартов и методов системного анализа при жестких лимитах на задержки;

- рассчитывать пропускную способность периферийных вычислителей при помощи метрик производительности для отечественных бортовых контроллеров;

- подбирать облегченные архитектуры нейронных сетей при помощи сравнительных таблиц спецификаций исходя из строгих лимитов памяти устройства;

- проектировать пайплайны сжатия нейросетевых моделей при помощи методов квантования и дистилляции с целью минимизации падения точности;

- оценивать архитектурные компромиссы при помощи матриц многокритериального анализа при выборе формата сериализации модели;

- разрабатывать топологии взаимодействия периферии и облака при помощи диаграмм моделирования для обеспечения приватности данных;

- проектировать стратегии удаленного обновления и детекции аномалий при помощи концепций непрерывной интеграции в условиях эпизодического соединения;

- конструировать алгоритмические механизмы резервирования при помощи детерминированных правил для гарантии безопасной остановки системы;

- рассчитывать совокупную стоимость владения парком устройств при помощи финансовых моделей для экономического обоснования масштабирования;

- структурировать инженерно-архитектурную документацию при помощи отечественных офисных пакетов в виде финального паспорта системы;

- синтезировать данные аудита среды в формализованное техническое задание при помощи методов системного анализа для фиксации архитектурных констант.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
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 24 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	Архитектурные парадигмы периферийных вычислений в интеллектуальных транспортных системах Рассматриваемые вопросы: - концепции периферийных и туманных вычислений в контексте автономного транспорта; - физические и климатические ограничения бортовых платформ; - требования к задержкам при обработке телеметрии.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Аппаратные ускорители и профилирование бортовых вычислительных платформ Рассматриваемые вопросы: - архитектуры специализированных нейроускорителей для задач машинного обучения; - метрики производительности и пропускная способность памяти; - методы бенчмаркинга отечественных аппаратных решений.
3	Облегченные архитектуры нейронных сетей и форматы сериализации Рассматриваемые вопросы: - семейства мобильных архитектур для инференса в реальном времени; - экосистема открытых форматов сериализации моделей; - принципы кроссплатформенного развертывания на периферии.
4	Методы сжатия нейросетевых моделей: квантование и прунинг Рассматриваемые вопросы: - математические основы алгоритмов снижения разрядности вычислений; - методы пост-тренировочного и тренировочного квантования; - алгоритмы структурного разрежения нейронных сетей.
5	Дистилляция знаний и многокритериальный анализ архитектурных компромиссов Рассматриваемые вопросы: - технология переноса обобщающей способности тяжелых моделей; - матрицы анализа компромиссов между точностью и энергопотреблением; - стратегии выбора оптимального формата модели.
6	Протоколы телеметрии и топологии взаимодействия Edge-Cloud Рассматриваемые вопросы: - протоколы обмена данными в распределенных сетях; - паттерны обеспечения приватности при локальной обработке видеопотоков; - архитектуры безопасной передачи метаданных с подвижного состава.
7	Архитектура MLOps-пайплайнов и управление жизненным циклом на борту Рассматриваемые вопросы: - версионирование данных и моделей в условиях ограниченных ресурсов; - методы детекции дрейфа данных на устройстве; - стратегии безопасного удаленного обновления моделей.
8	Функциональная безопасность ИИ-систем и экономическое обоснование внедрения Рассматриваемые вопросы: - принципы обеспечения функциональной безопасности и механизмы резервирования; - стандарты оформления инженерно-архитектурной документации; - методологии расчета совокупной стоимости владения парком устройств.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Аудит эксплуатационных ограничений транспортной среды Студент анализирует физические и климатические параметры маршрута следования транспорта. На основе картографических данных производится оценка зон отсутствия стабильного соединения. Результатом работы является матрица рисков, определяющая граничные условия для функционирования бортовой электроники.
2	Профилирование потоков телеметрии и видеоданных Обучающийся выполняет расчет битрейта и требуемой пропускной способности каналов передачи для сырых потоков данных. Проводится сравнительный анализ объемов генерируемой информации

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	за смену. Итогом занятия становится схема балансовой нагрузки на каналы связи и накопители устройства.
3	Формирование технического задания на бортовую ИИ-систему Студент синтезирует данные предыдущих этапов в формализованное техническое задание. Устанавливаются предельные значения задержки инференса и энергопотребления. Разработанный документ служит жестким ограничением для всех последующих архитектурных решений.
4	Сравнительный анализ периферийных вычислительных платформ Обучающийся проводит бенчмаркинг характеристик отечественных бортовых контроллеров на соответствие сформированному техническому заданию. Выполняется расчет запаса производительности и термического пакета. Результатом является обоснование выбора конкретной аппаратной платформы.
5	Расчет вычислительного бюджета и пропускной способности памяти Студент определяет теоретический лимит операций с плавающей запятой, доступный для задачи инференса. Производится расчет максимально допустимого размера модели и количества параметров. Полученные цифры фиксируются как архитектурные константы для этапа оптимизации.
6	Подбор базовой архитектуры нейронной сети Обучающийся анализирует семейства облегченных архитектур на предмет их применимости в заданных аппаратных ограничениях. Строится сравнительная таблица вычислительной сложности выбранных кандидатов. Итогом работы является шорт-лист моделей для дальнейшей оптимизации.
7	Проектирование стратегии квантования модели Студент рассчитывает теоретический выигрыш в скорости и памяти при переходе к пониженной разрядности вычислений. Оценивается потенциальное падение точности для различных слоев сети. Результатом является план пост-тренировочного квантования, интегрированный в общую схему подготовки.
8	Разработка алгоритма структурного прунинга Обучающийся проектирует стратегию обрезки незначимых каналов нейросети для снижения вычислительной нагрузки. Определяются критерии значимости весов и график пошагового разрежения модели. Итогом занятия становится спецификация оптимизированной архитектуры.
9	Схематехника дистилляции знаний Студент разрабатывает архитектуру процесса обучения, где тяжелая модель передает знания легковесной сети. Определяются функции потерь и температурные параметры для эффективного переноса обобщающей способности. Результатом является схема пайплайна обучения малой модели.
10	Многокритериальный выбор финальной конфигурации модели Обучающийся сводит результаты оптимизации в единую матрицу компромиссов между точностью и энергопотреблением. Производится финальный выбор конфигурации, наилучшим образом удовлетворяющей требованиям технического задания. Выбранное решение фиксируется в паспорте системы.
11	Проектирование топологии взаимодействия Edge-Cloud Студент разрабатывает диаграммы взаимодействия бортового устройства с облачным сервером, разделяя зоны ответственности. Определяются протоколы передачи мета-информации и сценарии работы в оффлайн-режиме. Итогом является архитектурная схема распределенной системы.
12	Обеспечение приватности и локальной обработки данных Обучающийся проектирует алгоритмический контур анонимизации видеопотока непосредственно на устройстве. Разрабатываются механизмы фильтрации чувствительной информации для соблюдения требований защиты персональных данных. Результатом работы является описание подсистемы информационной безопасности.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
13	Стратегия безопасного обновления моделей Студент разрабатывает регламент удаленной доставки и установки новых версий нейросетей на парк транспортных средств. Проектируются механизмы версионирования и автоматического отката при возникновении ошибок. Итогом является схема жизненного цикла модели в полевых условиях.
14	Алгоритмы детекции дрейфа данных на периферии Обучающийся выбирает статистические метрики для мониторинга распределения входных данных на бортовом устройстве. Проектируется логика триггеров, сигнализирующих о необходимости переобучения модели. Результатом является спецификация подсистемы мониторинга качества данных.
15	Конструирование механизмов функциональной безопасности Студент разрабатывает детерминированный конечный автомат, перехватывающий управление при падении уверенности нейросети. Описываются сценарии безопасной остановки или перехода в аварийный режим работы. Итогом является схема отказоустойчивости транспортной платформы.
16	Экономическое обоснование и финализация портфолио Обучающийся выполняет расчет совокупной стоимости владения для масштаба парка транспортных средств. Производится компиляция всех артефактов в единый инженерный паспорт бортовой системы. Результатом является готовый пакет документации для защиты перед стейкхолдерами.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение рекомендованной литературы.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Баланов, А. Н. DevOps: интеграция и автоматизация : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 240 с. — ISBN 978-5-507-54640-4. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/509963 (дата обращения: 18.06.2026)
2	Йодиче, Д. М. TinyML. Книга рецептов : руководство / Д. М. Йодиче ; перевод с английского Ю. В. Ревич. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 298 с. — ISBN 978-5-93700-169-6. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/348080 (дата обращения: 18.06.2026)

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

электронно-библиотечные системы «Лань» и «Юрайт»;

официальная документация открытых фреймворков для оптимизации и инференса нейросетевых моделей;

базы знаний отечественных операционных систем и сертифицированных средств защиты информации;

спецификации стандартов оформления инженерной документации и протоколов обмена телеметрией.

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

операционные системы: отечественные защищенные дистрибутивы и легковесные решения для встраиваемых устройств;

офисные пакеты: российские программы для подготовки инженерной документации и презентаций по стандартам ГОСТ;

среды анализа и моделирования: интерактивные вычислительные блокноты и открытые платформы для построения архитектурных схем;

инструменты оптимизации: кроссплатформенные ускорители инференса и фреймворки для сжатия нейросетевых моделей;

технологический стек ИИ: отечественные алгоритмические библиотеки для работы с табличной телеметрией и открытые форматы сериализации.

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.

Для практических занятий – наличие персональных компьютеров вычислительного класса.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами»

И.С. Разживайкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова