

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
23.04.01 Технология транспортных процессов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Автономный транспорт и инфраструктура

Направление подготовки: 23.04.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Транспортные системы агломераций

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: 1174807
Подписал: руководитель образовательной программы
Барышев Леонид Михайлович
Дата: 04.07.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина "Автономный транспорт и инфраструктура" посвящена изучению перспективных технологий автономного транспорта (беспилотных автомобилей, дронов, роботизированных систем) и инфраструктуры, необходимой для их эффективного функционирования. Курс охватывает ключевые аспекты работы автономных транспортных средств (АТС), включая сенсорные системы, алгоритмы управления, взаимодействие с дорожной инфраструктурой, нормативно-правовое регулирование и вопросы кибербезопасности. Особое внимание уделяется интеграции АТС в существующие транспортные системы и проектированию "умной" инфраструктуры, адаптированной для беспилотных технологий.

Цель освоения дисциплины «Автономный транспорт и инфраструктура»: формирование у обучающихся комплексного понимания технологий автономного транспорта, принципов его взаимодействия с инфраструктурой, а также развитие навыков проектирования и анализа систем, обеспечивающих безопасную и эффективную работу беспилотных транспортных средств.

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучить архитектуру и ключевые компоненты автономных транспортных средств (лидары, радары, камеры, системы позиционирования).
2. Освоить принципы работы алгоритмов автономного управления (SLAM, компьютерное зрение, нейросетевые модели).
3. Анализировать взаимодействие АТС с инфраструктурой (V2I, V2X) и другими участниками движения (V2V).
4. Изучить требования к дорожной инфраструктуре для автономного транспорта (умные перекрестки, цифровые двойники, телекоммуникационные сети).
5. Исследовать нормативно-правовые аспекты эксплуатации АТС (международные и российские стандарты, вопросы страхования и ответственности).
6. Оценивать риски и угрозы, связанные с кибербезопасностью автономных систем.
7. Разрабатывать концепции интеграции АТС в городскую и межгородскую транспортную сеть.
8. Анализировать социально-экономические эффекты от внедрения автономного транспорта (изменение мобильности, влияние на экологию, рынок труда).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен к выполнению отдельных работ при разработке проектов развития транспортной системы агломераций;

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

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

Знать:

- решения разных видов прикладных задач современного искусственного интеллекта, включая методы машинного обучения, нейронные сети, обработку естественного языка и компьютерное зрение, а также их применение в различных отраслях;
- принципы работы распределённых вычислений и edge-архитектур для децентрализованной обработки данных в робототехнических системах и IoT-устройствах.

Уметь:

- применять полученные знания для решения прикладных задач современного искусственного интеллекта, разрабатывать и оптимизировать алгоритмы, проводить эксперименты и анализировать результаты, а также интегрировать решения в существующие системы и приложения;
- адаптировать готовые AI-модели под специфические требования проектов (transfer learning, fine-tuning) и развёртывать их на встраиваемых системах (Jetson, Raspberry Pi) с учётом ограничений по вычислительным ресурсам.

Владеть:

- теоретическими знаниями об инструментах, библиотеках и правилах упрощения задач разработки программного обеспечения роботов, а также навыками работы с основными языками программирования и фреймворками, используемыми в области робототехники и искусственного интеллекта;
- методами отладки и тестирования робототехнических систем, включая симуляцию в виртуальных средах (Gazebo, ROS, Unity3D) и валидацию на реальных аппаратных платформах.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	16	16

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 76 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 Robot Operating System. Понимание архитектуры ROS, его компонентов и принципов работы. Знакомство с концепциями узлов, топиков, сервисов и сообщений. Основы разработки приложений на ROS, включая создание и настройку пакетов, написание узлов на Python и C++. Изучение стандартных пакетов, поставляемых с ROS, таких как rosbag, rviz, gazebo и другие, для работы с сенсорными данными и симуляцией.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Обзор инструментов, таких как rviz для визуализации данных и gqt для мониторинга системы. Методы отладки узлов и анализа производительности.
2	Введение в машинное обучение. Понимание основных понятий, таких как обучение с учителем и без учителя, выбор модели и переобучение. Изучение архитектур нейронных сетей, включая полносвязные сети, свёрточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN). Применение CNN для классификации изображений, включая подготовку данных, обучение модели и оценку её эффективности. Методы кластеризации изображений с использованием алгоритмов, таких как K-means и DBSCAN, а также применение нейронных сетей для извлечения признаков.
3	Задача фильтрации данных Понимание целей фильтрации данных в контексте робототехники и обработки сигналов. Изучение различных методов фильтрации, таких как фильтры Калмана, частичные фильтры и фильтры низких частот. Практическое применение алгоритмов фильтрации для обработки сенсорных данных в реальном времени и уменьшения шумов.
4	Задача одновременной локализации и построения карты SLAM. Понимание концепции SLAM, его компонентов и важности для мобильных роботов. Обзор различных алгоритмов SLAM, включая EKF-SLAM, FastSLAM и GMapping. Использование нейронных сетей для обработки изображений в контексте SLAM, включая извлечение признаков и сопоставление объектов. Изучение различных форматов карт (например, растровые карты, векторные карты) и подходов к их хранению и обновлению.
5	Задача построения пути Понимание задач планирования пути в робототехнике, включая цель, ограничения и методы. Изучение различных алгоритмов, таких как A*, Dijkstra's и RRT (Rapidly-exploring Random Tree). Как использовать данные от сенсоров для динамического планирования пути в изменяющейся среде. Разработка приложений для мобильных роботов, включая тестирование и оптимизацию алгоритмов построения пути в реальных условиях.
6	Задача управления роботом на основе сенсорных данных Основы управления роботами: обратная связь, ПИД-регуляторы, адаптивное управление. Интеграция данных с датчиков (лидары, камеры, IMU) в систему управления. Реализация алгоритмов управления в ROS: написание узлов для двигателей и исполнительных механизмов. Примеры применения: автономная навигация, манипуляция объектами, избегание препятствий. Тестирование и отладка системы управления в симуляторах (Gazebo) и на реальных роботах.
7	Введение в компьютерное зрение для робототехники Основы обработки изображений: фильтрация, детектирование границ, морфологические операции. Детектирование и распознавание объектов: методы на основе классического ML (Haar cascades, HOG) и нейросетей (YOLO, SSD). Стереозрение и 3D-реконструкция: работа с depth-камерами (Kinect, RealSense), алгоритмы SLAM на основе визуальных данных. Интеграция с ROS: использование библиотек OpenCV и ROS-пакетов (cv_bridge, image_transport) для обработки видео в реальном времени. Практические кейсы: навигация робота по визуальным меткам, распознавание жестов, AR-маркеры (AprilTags).
8	Разработка многоагентных робототехнических систем Принципы многоагентного управления: централизованные vs. децентрализованные архитектуры,

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	роевой интеллект. Координация и коммуникация: протоколы обмена данными (ROS topics, services, TF), избегание коллизий. Алгоритмы распределённых задач: auction-based allocation, consensus algorithms, flocking. Симуляция и тестирование: инструменты (Gazebo, Webots), моделирование взаимодействия агентов. Применение: доставка грузов дронами, автономные складские роботы (Kiva/Amazon Robotics), исследование опасных сред.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Работа с ROS: читатели, писатели, средства отладки и визуализации Обзор Robot Operating System (ROS), его архитектуры и основных компонентов. Понимание роли узлов, топиков и сообщений в системе. Как создавать узлы, которые могут отправлять и получать данные через топики. Примеры реализации на Python и C++. Форматы сообщений, создание пользовательских сообщений и использование стандартных типов. Обзор сериализации данных для передачи. Инструменты для мониторинга работы системы, такие как roscore, rostopic, и rosservice. Как использовать их для диагностики проблем и анализа производительности. Использование rviz для визуализации сенсорных данных, таких как лазерные сканирования и карты. Примеры настройки визуализации для различных типов данных.
2	Методы локализации и SLAM Определение локализации в контексте мобильных роботов. Различие между абсолютной и относительной локализацией. Обзор различных методов, таких как однократная точечная локализация (GPS), визуальная локализация (VSLAM) и использование инерциальных измерительных устройств (IMU). Понимание концепции одновременной локализации и построения карты (SLAM). Как SLAM позволяет роботу одновременно определять своё местоположение и строить карту окружающей среды. Изучение алгоритмов SLAM, таких как EKF-SLAM, FastSLAM и ORB-SLAM. Сравнение их преимуществ и недостатков в различных сценариях. Реальные примеры использования SLAM в робототехнике, включая мобильные роботы и дроны. Обсуждение вызовов и решений при реализации SLAM в реальных условиях.
3	Задача фильтрации данных Понимание важности фильтрации данных в робототехнике для уменьшения шума и улучшения точности сенсорных данных. Обзор различных методов фильтрации, таких как фильтры Калмана, частичные фильтры и фильтры на основе нейронных сетей. Понимание принципов работы каждого из них. Как применять фильтрацию данных в системах реального времени. Примеры использования фильтров для обработки данных от лазерных сканеров, камер и других сенсоров. Реализация фильтров в ROS для обработки данных от сенсоров. Примеры кода и обсуждение результатов. Методы оценки качества фильтрации данных, включая статистические методы и визуализацию результатов.
4	Симуляция автономного транспорта при помощи Duckietown Обзор Duckietown как платформы для обучения и исследования в области автономного транспорта.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Основные компоненты системы, включая физическую платформу и программное обеспечение. Понимание структуры Duckietown, включая использование ROS для управления роботами и взаимодействия между компонентами. Использование симуляторов, таких как Gazebo, для моделирования работы роботов в Duckietown. Примеры настройки симуляции и взаимодействия с окружением. Исследование алгоритмов, используемых для автономной навигации в Duckietown, включая планирование пути и управление движением. Разработка собственных проектов на основе Duckietown, включая создание узлов ROS для управления транспортом и реализацию задач SLAM или фильтрации данных. Подходы к тестированию и отладке на симуляторе перед переходом к реальным роботам.
5	Разработка автономных алгоритмов для мобильных роботов Ключевые принципы автономности: восприятие окружения, принятие решений, управление. Интеграция данных от лидаров, камер и одометрии для построения модели окружения. Алгоритмы реактивного управления (например, векторное поле гистограмм) и их реализация в ROS. Динамическое перепланирование пути при обнаружении препятствий. Примеры с использованием RRT* и DWA (Dynamic Window Approach). Тестирование алгоритмов в симуляторах (Gazebo, Webots) и на реальных платформах (TurtleBot, Jackal).
6	Применение компьютерного зрения в робототехнике Основные задачи: обнаружение объектов, трекинг, 3D-реконструкция. Инструменты: OpenCV, PCL (Point Cloud Library), интеграция с ROS через cv_bridge и image_transport. Готовые ROS-пакеты для CV: darknet_ros (YOLO), apriltag_ros (маркерная навигация). Оптимизация CV-алгоритмов для работы в реальном времени на одноплатных компьютерах (Jetson, Raspberry Pi). Примеры проектов: автономная парковка по AR-маркерам, сборка объектов манипулятором на основе визуального позиционирования.
7	Разработка ROS-пакетов для промышленных роботов-манипуляторов Архитектура управления манипуляторами: обзор ROS-интерфейсов (MoveIt!, ROS-Control) и их интеграция с промышленными роботами (UR, KUKA, Fanuc). Планирование траекторий: использование OMPL (Open Motion Planning Library) для коллаборативных роботов (cobots). Обратная связь и калибровка: работа с энкодерами, силомоментными датчиками и коррекция траекторий в реальном времени. Примеры задач: сортировка объектов, точечная сварка, покраска. Тестирование в симуляторах (Industrial ROS, PyBullet). Безопасность: реализация emergency-stop и зон ограничения скорости через ROS-пакеты.
8	Беспроводная связь и облачная интеграция для робототехнических систем Протоколы связи: ROS over Wi-Fi/5G, MQTT, DDS (Data Distribution Service) для распределённых систем. Облачные ROS-решения: AWS RoboMaker, ROS 2 Cloud Bridge. Оффлайн-навигация с загрузкой карт из облака. Удалённый мониторинг и управление: веб-интерфейсы (ROSLibjs, Foxglove Studio), защита данных (TLS/SSL). Edge-вычисления: обработка данных на периферии (Jetson, Coral AI) с синхронизацией через облако. Кейсы: рои дронов с централизованным управлением, автономные погрузчики на smart-складах.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Бирюков, В. В. Автономный электрический транспорт : учебник / В. В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 302 с. — ISBN 978-5-7782-3934-0	https://e.lanbook.com/book/152144
2	Лебедев, Е. А. Основы логистики транспортного производства и его цифровой трансформации : учебное пособие / Е. А. Лебедев, Л. Б. Миротин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-1652-8.	https://znanium.ru/catalog/document?id=451940
3	Лохин, В. М. Теория автоматического управления : методические указания / В. М. Лохин, Н. А. Казачек. — 2-е изд., доп. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 61 с.	https://e.lanbook.com/book/448760

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.mii.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.mii.ru/>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.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/>).

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.

Система автоматизированного проектирования Autocad.

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:

Зачет в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

ассистент Высшей инженерной
школы

Д.В. Станкевич

Согласовано:

Директор

Б.В. Игольников

Руководитель образовательной
программы

Л.М. Барышев

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов