

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
23.04.01 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: 24.06.2026

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.

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	<p>Введение в Robot Operating System.</p> <p>Понимание архитектуры ROS, его компонентов и принципов работы. Знакомство с концепциями узлов, топиков, сервисов и сообщений.</p> <p>Основы разработки приложений на ROS, включая создание и настройку пакетов, написание узлов на Python и C++.</p> <p>Изучение стандартных пакетов, поставляемых с ROS, таких как rosbag, rviz, gazebo и другие, для работы с сенсорными данными и симуляцией.</p> <p>Обзор инструментов, таких как rviz для визуализации данных и gqt для мониторинга системы.</p> <p>Методы отладки узлов и анализа производительности.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p>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.</p>
3	<p>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.</p>
4	<p>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.</p>
5	<p>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.</p>
6	<p>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.</p>
7	<p>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).</p>
8	<p>Разработка многоагентных робототехнических систем Принципы многоагентного управления: централизованные vs. децентрализованные архитектуры, роевой интеллект. Координация и коммуникация: протоколы обмена данными (ROS topics, services, TF), избегание</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>коллизий.</p> <p>Алгоритмы распределённых задач: auction-based allocation, consensus algorithms, flocking.</p> <p>Симуляция и тестирование: инструменты (Gazebo, Webots), моделирование взаимодействия агентов.</p> <p>Применение: доставка грузов дронами, автономные складские роботы (Kiva/Amazon Robotics), исследование опасных сред.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

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

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

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.miit.ru/>).

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

Д.В. Паринов

Руководитель образовательной
программы

Л.М. Барышев

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов