

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Беспилотные транспортные технологии

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Технологии искусственного интеллекта 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 ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 5665

Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника
Евгеньевна

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Дисциплина посвящена технологиям беспилотного транспорта как направлению применения искусственного интеллекта, робототехники и цифровизации транспортно-логистической отрасли. В ходе изучения рассматриваются архитектура автономной транспортной системы, датчики, восприятие дорожной и железнодорожной обстановки, локализация, построение карты, планирование движения, управление, моделирование сценариев, безопасность, испытания и правовые условия применения в Российской Федерации. На лабораторных занятиях обучающиеся последовательно создают воспроизводимое программное портфолио в моделируемой среде, анализируют данные движения, реализуют отдельные алгоритмические модули и оформляют техническую документацию.

Целью освоения дисциплины является формирование способности анализировать, проектировать, моделировать, проверять и документировать программные решения для беспилотных транспортных систем с учетом ограничений транспортной инфраструктуры, требований безопасности, качества данных, возможностей искусственного интеллекта и действующих правовых условий Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели в рамках дисциплины решается комплекс задач, направленных на формирование у обучающихся способности – анализировать транспортный сценарий автономного движения, описывать архитектуру беспилотной системы, обрабатывать данные датчиков, выполнять локализацию и построение карты, проектировать планирование маршрута и траектории, моделировать управление движением, применять методы компьютерного зрения и машинного обучения, проверять поведение системы в штатных и нештатных условиях, учитывать нормативные ограничения и готовить техническую документацию.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-11 - Способен анализировать бизнес-процессы и проектировать программные продукты для цифровизации транспортно-логистической отрасли.

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

Знать:

- место беспилотных транспортных технологий в цифровизации транспортно-логистической отрасли и интеллектуальных транспортных систем
- уровни автоматизации транспортных средств, различие дистанционного, автоматизированного и автономного управления
- состав беспилотной транспортной системы, включая платформу, датчики, вычислительный модуль, исполнительные механизмы, канал связи и контур наблюдения
- правовые условия применения беспилотных транспортных средств в Российской Федерации, включая экспериментальные правовые режимы, ответственность, ограничение зоны эксплуатации и требования к операторскому контролю
- принципы описания транспортного сценария, включая участников движения, инфраструктуру, ограничения скорости, маневры, опасные события и критерии приемки
- датчики беспилотной системы, включая камеры, лидары, радары, спутниковую навигацию, инерциальные измерители, одометрию и их ограничения
- основы синхронизации и предварительной обработки данных датчиков, включая временные метки, шум, пропуски, калибровку и преобразование координат
- методы восприятия окружающей обстановки, включая обнаружение полосы движения, препятствий, транспортных средств, пешеходов и элементов инфраструктуры
- методы локализации транспортного средства, включая спутниковую навигацию, инерциальную навигацию, одометрию и объединение измерений
- принципы построения карты и представления маршрута, включая граф дорог, путевые точки, геометрические ограничения и область допустимого движения
- алгоритмы поиска пути и планирования маршрута, включая графовые модели, стоимость перехода, A^* и учет ограничений движения
- принципы планирования траектории, включая кривизну, скорость, ускорение, безопасную дистанцию, объезд препятствий и комфорт движения
- основы управления движением, включая продольное управление, поперечное управление, регуляторы, ошибку слежения и ограничения исполнительных механизмов

- архитектуры программного обеспечения робототехнических систем, включая узлы, сообщения, темы, службы, журналирование и повторное воспроизведение данных

- методы моделирования беспилотного движения, включая цифровую сцену, параметры среды, сценарии испытаний и воспроизводимость эксперимента

- методы машинного обучения в беспилотном транспорте, включая классификацию объектов, оценку траектории, прогноз поведения участников движения и ограничения обучаемых моделей

- подходы к проверке безопасности беспилотной системы, включая граничные сценарии, отказ датчика, ложное обнаружение, задержку связи и безопасное состояние

- принципы кибербезопасности беспилотного транспорта, включая защиту канала связи, целостность данных, доверенный запуск и журналирование действий

- требования к технической документации беспилотной транспортной системы, включая сценарий, архитектуру, данные, алгоритмы, ограничения, результаты испытаний и анализ рисков

Уметь:

- уметь формализовать транспортный сценарий при помощи схемы движения, перечня участников и критериев приемки в условиях моделируемой автономной поездки

- уметь проектировать архитектуру беспилотной транспортной системы при помощи структурной схемы и описания интерфейсов в условиях разделения восприятия, локализации, планирования и управления

- уметь подготавливать данные датчиков при помощи Python, NumPy и OpenCV в условиях шума, пропусков, различия координатных систем и временных меток

- уметь реализовывать модуль восприятия при помощи OpenCV и PyTorch в условиях обнаружения разметки, препятствий и транспортных объектов на изображениях

- уметь выполнять локализацию транспортного средства при помощи Python и фильтра Калмана в условиях объединения одометрии, спутниковых координат и инерциальных измерений

- уметь строить модель маршрута при помощи графа, путевых точек и геометрических ограничений в условиях дорожной или технологической транспортной сети

- уметь планировать путь при помощи алгоритма A^* в условиях заданной карты, стоимости переходов, препятствий и запретных участков движения
- уметь формировать траекторию движения при помощи Python и численных методов в условиях ограничений скорости, ускорения, кривизны и безопасной дистанции
- уметь моделировать управление движением при помощи регулятора и кинематической модели в условиях продольного и поперечного отклонения от траектории
- уметь запускать сценарий автономного движения при помощи ROS 2 или симулятора CARLA в условиях обмена сообщениями между программными модулями
- уметь проверять поведение беспилотной системы при помощи набора сценариев испытаний в условиях отказа датчика, внезапного препятствия и изменения условий движения
- уметь анализировать правовые и эксплуатационные ограничения при помощи нормативной карты сценария в условиях применения беспилотной технологии в Российской Федерации
- уметь готовить техническую документацию по беспилотной транспортной системе при помощи описания архитектуры, сценариев, данных, алгоритмов, ограничений и результатов проверки

Владеть:

- навыком анализа транспортного сценария автономного движения и описания требований к программному решению
- навыком проектирования архитектуры беспилотной транспортной системы и интерфейсов программных модулей
- навыком обработки данных датчиков и изображений средствами Python, NumPy и OpenCV
- навыком реализации базовых алгоритмов восприятия, локализации, планирования маршрута и управления движением
- навыком работы с ROS 2 или симулятором CARLA при моделировании автономного движения
- навыком проверки поведения беспилотной системы в штатных, граничных и отказных сценариях
- навыком учета правовых, эксплуатационных и этических ограничений беспилотных транспортных технологий
- навыком подготовки технической документации по программному решению для беспилотной транспортной системы

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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 №7
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 80 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	Беспилотный транспорт в цифровой транспортной системе Рассматриваемые вопросы: - роль беспилотных технологий в транспортно-логистической отрасли; - различие дистанционного, автоматизированного и автономного управления; - состав программного решения для автономного движения.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Уровни автоматизации и архитектура беспилотной системы Рассматриваемые вопросы: - уровни автоматизации транспортных средств и зона ответственности человека; - платформа, датчики, вычислительный модуль, исполнительные механизмы и канал связи; - разделение функций восприятия, локализации, планирования, управления и контроля безопасности.
3	Правовые условия применения беспилотного транспорта в Российской Федерации Рассматриваемые вопросы: - экспериментальные правовые режимы и ограничения зоны эксплуатации; - ответственность участников, операторский контроль и допуск к испытаниям; - фиксация событий, журналирование действий и доказуемость результатов испытаний.
4	Транспортный сценарий и требования к автономному движению Рассматриваемые вопросы: - участники движения, инфраструктура, маршрут, маневры и ограничения скорости; - штатные, граничные и опасные события в сценарии движения; - критерии приемки поведения беспилотной системы.
5	Датчики беспилотной транспортной системы Рассматриваемые вопросы: - камеры, лидары, радары, спутниковая навигация, инерциальные измерители и одометрия; - точность, частота измерений, шум, пропуски и зависимость от условий среды; - выбор датчиков для дорожного, железнодорожного и складского сценария.
6	Синхронизация и предварительная обработка данных датчиков Рассматриваемые вопросы: - временные метки, калибровка, преобразование координат и согласование измерений; - фильтрация шума, обнаружение пропусков и проверка физической правдоподобности данных; - подготовка данных к восприятию, локализации и планированию.
7	Восприятие окружающей обстановки Рассматриваемые вопросы: - обнаружение разметки, препятствий, транспортных средств, пешеходов и элементов инфраструктуры; - классические методы компьютерного зрения и нейросетевые методы восприятия; - ограничения восприятия при осадках, плохой освещенности, перекрытиях и загрязнении датчиков.
8	Локализация транспортного средства Рассматриваемые вопросы: - спутниковая навигация, инерциальная навигация, одометрия и визуальные ориентиры; - объединение измерений и оценивание состояния транспортного средства; - накопление ошибки, потеря сигнала и способы контроля достоверности координат.
9	Картографическое представление маршрута Рассматриваемые вопросы: - граф дорог, путевые точки, полосы, ограничения и область допустимого движения; - цифровая карта как источник ограничений для планирования; - отличие карты дорожной, железнодорожной и технологической транспортной сети.
10	Планирование маршрута в транспортной сети Рассматриваемые вопросы: - графовая модель маршрута, стоимость перехода и эвристическая оценка; - алгоритм A* и учет запретных участков движения; - связь глобального маршрута с локальной траекторией.
11	Планирование траектории автономного движения Рассматриваемые вопросы: - геометрия траектории, кривизна, скорость, ускорение и безопасная дистанция;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- объезд препятствий и выбор допустимого маневра; - критерии плавности, безопасности и исполнимости траектории.
12	Управление движением транспортного средства Рассматриваемые вопросы: - продольное и поперечное управление движением; - регуляторы, ошибка слежения и ограничения исполнительных механизмов; - устойчивость движения при задержке, шуме измерений и изменении скорости.
13	Программная архитектура робототехнической системы Рассматриваемые вопросы: - узлы, сообщения, темы, службы и параметры в ROS 2; - журналирование, повторное воспроизведение данных и проверка модулей; - обмен данными между восприятием, локализацией, планированием и управлением.
14	Моделирование автономного движения Рассматриваемые вопросы: - цифровая сцена, параметры среды, участники движения и воспроизводимость сценария; - применение CARLA, Gazebo или SUMO для проверки алгоритмов; - ограничения моделирования и перенос результата на реальные условия.
15	Безопасность, отказы и защита беспилотной системы Рассматриваемые вопросы: - отказ датчика, ложное обнаружение, задержка связи и внезапное препятствие; - безопасное состояние, резервирование и контроль допустимости решения; - кибербезопасность каналов связи, целостность данных и журналирование действий.
16	Испытания и техническая документация беспилотной технологии Рассматриваемые вопросы: - план испытаний, набор сценариев, метрики безопасности и качества движения; - анализ результатов, ограничений, остаточных рисков и причин отклонений; - состав технической документации для передачи решения на сопровождение.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Описание сценария автономного движения Студент выбирает транспортный сценарий и фиксирует участников движения, маршрут, ограничения, опасные события и критерии приемки. Для сценария задаются исходные данные и ожидаемый результат автономного поведения. Описание сохраняется как исходная постановка для последующих работ.
2	Проектирование архитектуры беспилотной транспортной системы Студент строит структурную схему программных модулей восприятия, локализации, планирования, управления и контроля безопасности. Для каждого модуля определяются входные данные, выходные данные и частота обновления. Схема согласуется с выбранным транспортным сценарием.
3	Подготовка набора данных датчиков Студент формирует набор тестовых измерений с координатами, скоростью, временными метками, изображениями или модельными данными препятствий. Выполняется проверка пропусков, выбросов и физической правдоподобности значений. Данные приводятся к единому формату для последующей обработки.
4	Обработка изображений дорожной или технологической сцены Студент загружает изображения сцены и выполняет предварительную обработку средствами

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	OpenCV. Выделяются области интереса, контуры, разметка или препятствия. Результат визуализируется поверх исходного изображения.
5	Обнаружение транспортных объектов средствами машинного обучения Студент применяет готовую модель PyTorch к изображениям выбранного сценария. Для найденных объектов сохраняются классы, рамки и значения уверенности. Ошибочные обнаружения заносятся в таблицу анализа.
6	Объединение и фильтрация данных движения Студент объединяет последовательность координат, скорости и инерциальных измерений в единую временную шкалу. Реализуется фильтрация шума и сглаживание траектории. До и после обработки строятся графики координат и скорости.
7	Локализация транспортного средства Студент реализует оценивание положения транспортного средства на основе одометрии и внешних координат. Для оценки используется фильтр Калмана или другой численный метод сглаживания. Полученная траектория сравнивается с исходными измерениями.
8	Построение графа транспортной сети Студент описывает карту сценария в виде узлов, ребер, ограничений и запретных участков. Для каждого ребра задается стоимость перехода с учетом длины, скорости или риска. Граф визуализируется с отмеченными начальной и конечной точками.
9	Планирование маршрута по графу Студент реализует поиск маршрута с использованием алгоритма A*. В расчет включаются препятствия, запретные зоны и стоимость переходов. Итоговый маршрут отображается на схеме транспортной сети.
10	Формирование локальной траектории движения Студент преобразует маршрут в последовательность путевых точек и строит сглаженную траекторию. Для траектории рассчитываются кривизна, скорость и ускорение. Точки с нарушением ограничений помечаются для последующей корректировки.
11	Моделирование продольного и поперечного управления Студент реализует кинематическую модель транспортного средства и регулятор слежения за траекторией. На вход подаются путевые точки, скорость и начальное положение. По результатам строятся графики ошибки слежения и управляющих воздействий.
12	Сборка модулей автономного движения в единую цепочку Студент связывает подготовку данных, локализацию, планирование маршрута, формирование траектории и управление в едином сценарии запуска. Передача данных между этапами выполняется через согласованные структуры. Итоговая траектория сохраняется вместе с журналом выполнения.
13	Моделирование сценария в среде автономного движения Студент запускает простой сценарий в ROS 2, CARLA, Gazebo или SUMO. В моделируемую среду передаются параметры маршрута, препятствий и начального положения. Фиксируются состояние системы, сообщения модулей и результат прохождения сценария.
14	Проверка поведения при нештатных событиях Студент добавляет в сценарий внезапное препятствие, пропуск измерения, задержку сигнала или ложное обнаружение. Для каждого события фиксируется реакция программной цепочки. Отмечаются случаи перехода в безопасное состояние или нарушения критериев приемки.
15	Анализ правовых и эксплуатационных ограничений сценария Студент составляет карту ограничений для выбранного сценария с учетом зоны применения, роли оператора, фиксации событий и допустимых условий движения. Для каждого ограничения указывается влияние на программное решение. Итоговый перечень включается в документацию.
16	Оформление воспроизводимого портфолио беспилотной технологии Студент собирает исходные данные, код, параметры запуска, графики, схемы и журнал испытаний в единую структуру. Техническая документация описывает архитектуру, сценарий, алгоритмы,

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	ограничения, результаты проверки и выявленные риски. Итоговый запуск повторяется на контрольном сценарии.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение рекомендованной литературы.
2	Подготовка к лабораторным работам.
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	Золкин, А. Л. Технологии искусственного интеллекта в управлении движением беспилотных автомобилей : учебное пособие для СПО / А. Л. Золкин, Р. А. Вербицкий. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 120 с. — ISBN 978-5-507-55119-4. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/517996 (дата обращения: 22.06.2026)
2	Балабанов, П. В. Техническое зрение робототехнических комплексов : учебное пособие / П. В. Балабанов, А. Г. Дивин, А. С. Егоров. — Тамбов : ТГТУ, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-8265-2096-3. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/320087 (дата обращения: 22.06.2026)
3	Джозеф, Л. Изучение робототехники с помощью Python / Л. Джозеф ; перевод с английского А. В. Корягина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 250 с. — ISBN 978-5-97060-749-7. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/123716 (дата обращения: 22.06.2026)
4	Гладких, А. А. Интеллектуальные транспортные системы : учебное пособие / А. А. Гладких, А. К. Волков. — Ульяновск : УИ ГА, 2022. — 101 с. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/444389 (дата обращения: 22.06.2026)
5	Душкин, Р. В. Интеллектуальные транспортные системы : монография / Р. В. Душкин. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-97060-887-6. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/190755 (дата обращения: 22.06.2026)

6	Синицын, М. Г. Технологические основы интеллектуальных транспортных систем : учебное пособие / М. Г. Синицын, Г. Я. Синицын, Н. В. Ноздрачёва. — Новосибирск : СГУВТ, 2021. — 92 с. — ISBN 978-5-8119-0872-1. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/293417 (дата обращения: 22.06.2026)
---	---	---

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

ЭБС Лань – <https://e.lanbook.com/>.

Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>.

Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных – <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.

Профессиональные стандарты и квалификации, справочная информация
КонсультантПлюс — https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157436/.

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года – <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>.

Экспериментальные правовые режимы в сфере цифровых инноваций, справочная информация
КонсультантПлюс — https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358738/.

Документация Python – <https://docs.python.org/3/>.

Документация ROS 2 – <https://docs.ros.org/>.

Документация CARLA – <https://carla.readthedocs.io/>.

Документация OpenCV – <https://docs.opencv.org/>.

Документация PyTorch – <https://docs.pytorch.org/>.

Документация SUMO – <https://sumo.dlr.de/docs/>.

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

Операционные системы – Astra Linux, ALT Linux, РЕД ОС, Debian GNU/Linux.

Среда разработки – Python, Jupyter Notebook, Visual Studio Code.

Моделирование и робототехника – ROS 2, CARLA, Gazebo, SUMO.

Обработка данных и машинное обучение – OpenCV, PyTorch, NumPy, Matplotlib.

Сопровождение проекта – Git.

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 лабораторных занятий – наличие персональных компьютеров вычислительного класса.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 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»

Е.А. Заманов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова