

DOI: 10.12731/3033-5965-2025-15-4-403

EDN: VRLNAF

УДК 629.3.05:004.896



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ВИДЫ БЕСПИЛОТНЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

*М.Х. Низамутдинов, О.В. Иванова, Д.М. Шамсутдинов,
Р.И. Набиев, Ю.М. Махмутов, А.В. Алексеев*

Аннотация

Обоснование. Современное развитие технологий обуславливает значительный интерес к беспилотным наземным транспортным средствам (БНТС), необходимым для эффективной реализации задач в различных отраслях экономики и социальной сферы. Быстрое увеличение числа новых видов БНТС подчеркивает актуальность их классификации, позволяющей унифицировать представление о видах и характеристиках наземных беспилотных устройств и автономных автомобилей. Такая классификация создает базу для дальнейших исследований и разработки инновационных решений.

Цель – исследование и создание комплексной классификации беспилотных наземных транспортных средств на основе их функциональности, назначения, степени автономности, размера, типа двигателя и других значимых критериев.

Метод и методология проведения исследования. В работе проведён детальный анализ существующих литературных источников, исторических этапов развития БНТС. Используются методы сравнения и синтеза для выявления общих закономерностей и особенностей БНТС. Рассмотрена взаимосвязь классификации БНТС с параметрами трактора, такими как мощность двигателя, тип остова (рамы) и привода, что позволяет выявить универсальные категории и применить их к современным наземным беспилотникам.

Результаты. Разработана многоступенчатая комплексная классификация БНТС, включающая деление по габаритам, функциональному назначению, степеням автономности, типу передвижений и способу управления и связи. Представлена подробная характеристика каждого класса, раскрывающая специфику применения беспилотных систем в различных секторах экономики, таких как сельское хозяйство, промышленность, оборонный сектор и гражданские нужды.

Область применения результатов. Результаты исследования могут быть использованы студентами, инженерами, разработчиками, логистами и учеными. Они помогут систематизировать знания, стандартизировать и сертифицировать технологии, определить перспективные направления развития беспилотных наземных транспортных средств, в том числе в нефтегазовой промышленности и строительстве.

Ключевые слова: беспилотные наземные транспортные средства; БНТС; шасси; классификация; привод; автономность; размеры; эксплуатация

Для цитирования. Низамутдинов, М. Х., Иванова, О. В., Шамсутдинов, Д. М., Набиев, Р. И., Махмутов, Ю. М., & Алексеев, А. В. (2025). Виды беспилотных наземных транспортных средств и их классификации. *Transportation and Information Technologies in Russia / Транспорт и информационные технологии*, 15(4), 80–104. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-4-403>

Original article | Operation of Road Transport

TYPES OF UNMANNED GROUND VEHICLES AND THEIR CLASSIFICATIONS

*M.Kh. Nizamutdinov, O.V. Ivanova, D.M. Shamsutdinov,
R.I. Nabiev, Yu.M. Makhmutov, A.V. Alekseev*

Abstract

Background. The modern development of technology has led to significant interest in unmanned ground vehicles (UGVs), which are essential for

the effective implementation of tasks across various sectors of the economy and social sphere. The rapid increase in the number of new types of UGVs highlights the relevance of their classification, which allows for the standardization of the understanding of the types and characteristics of ground unmanned devices and autonomous vehicles. Such classification creates a foundation for further research and the development of innovative solutions.

The **purpose** of this work is to study and create a diverse classification of unmanned ground vehicles based on their functionality, purpose, degree of autonomy, size, type of propulsion, and other significant criteria.

Methodology. The work includes a detailed analysis of existing literature sources and historical stages of UGV development. Methods of comparison and synthesis were used to identify general patterns and features of UGVs. The relationship between UGV classification and tractor parameters – such as engine power, frame type, and drive type – was considered, which makes it possible to identify universal categories and apply them to modern ground unmanned vehicles.

Results. A multi-level diverse classification of UGVs has been developed, including division by size, functional purpose, degrees of autonomy, type of movement, operation and communication type. A detailed description of each class is provided, revealing the specifics of unmanned systems' applications in various sectors of the economy, such as agriculture, industry, the defense sector, and civil needs.

Practical implications. The results of the study can be used by students, engineers, developers, logisticians, and scientists. They will help systematize knowledge, standardize and certify technologies, and determine promising directions for the development of unmanned ground vehicles, including in the oil and gas industry and construction.

Keywords: unmanned ground vehicles; UGVs; chassis; classification; motor; autonomy; dimensions; operation

For citation. Nizamutdinov, M. Kh., Ivanova, O. V., Shamsutdinov, D. M., Nabiev, R. I., Makhmutov, Yu. M., & Alekseev, A. V. (2025). Types of unmanned ground vehicles and their classifications. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 15(4), 80–104. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2025-15-4-403>

Введение

Развитие беспилотных наземных транспортных средств (БНТС) становится ключевым направлением современной транспортной индустрии. С ростом интереса к автономным технологиям наблюдается стремительное расширение спектра их применения – от сельского хозяйства и строительства в различных отраслях промышленности до военного дела и гражданской авиации. Вместе с расширением областей использования возникает необходимость структурированного подхода к определению видов и классов беспилотных устройств, что определяет особую актуальность и значимость вопроса классификации БНТС.

Исторически развитие наземных беспилотных систем начиналось с простейших дистанционно управляемых аппаратов и постепенно эволюционировало до высокоавтоматизированных платформ, способных выполнять разнообразные задачи практически без участия оператора [1]. Несмотря на значительные достижения последних лет, отсутствие единой классификации существенно затрудняет процессы проектирования, стандартизации и сертификации беспилотных наземных транспортных средств.

Необходимость классификации БНТС очевидна: упорядочивая знания о многообразии существующих устройств, она создаёт основу для дальнейшего совершенствования технологий и открывает горизонты для глобализации рынка беспилотных решений.

Настоящая статья ставит целью восполнить этот пробел путём изучения существующего опыта и разработки комплексного подхода к классификации беспилотных наземных транспортных средств, основанного на таких критериях, как степень автономности, функциональные возможности, габариты и конструктивные особенности.

Принимая во внимание всё возрастающее значение беспилотных технологий в современном мире, данная работа призвана внести вклад в формирование единого стандарта, упрощающего взаимодействие производителей, операторов и государственных органов, устанавливающих правила эксплуатации БНТС.

Материалы и методы

Исследование основано на анализе литературных источников, истории разработок и опыте предыдущих научных исследований.

Развитие беспилотных наземных транспортных средств началось еще в XX веке и продолжается по сей день. Одним из первых примеров стал автомобиль, управляемый посредством радиосигнала, представленный инженером Фрэнсисом Худиной в 1920-х годах. Автомобиль под названием American Wonder управлялся с помощью радиосигналов от другого автомобиля. И хотя эту систему нельзя назвать беспилотной, она стала одной из предпосылок к созданию автономных систем. Автомобиль American Wonder стал прототипом и положил начало развитию новых технологий в науке и технике [2].

В 1930-х годах в СССР начались активные разработки телетанков – танков без экипажа, управляемых дистанционно. Они участвовали в боевых действиях Советской армии во время Второй мировой войны, демонстрируя потенциал дистанционного управления техникой [3].

Параллельно, в США проводились исследования по созданию беспилотных транспортных средств. В 1950-х годах инженеры начали разработку систем, способных управлять автомобилями с помощью датчиков и магнитных полос на дороге. В 1958 году компания General Motors успешно протестировала автомобиль, который ориентировался на провода, встроенные в дорожное покрытие [2].

Большим событием стал выпуск первого полуавтоматического автомобиля в 1977 году японской машиностроительной лабораторией. Этот автомобиль мог развивать скорость до 30 км/ч благодаря двум установленным камерам и аналоговому компьютеру. Затем последовало создание автономных автомобилей в США, Германии и Великобритании, что значительно продвинуло развитие технологий беспилотного вождения [1].

Значимый прогресс произошел в 1980-х годах, когда в 1986 году немецкий профессор Эрнст Дикманс создал первый автономный автомобиль VaMoRS, способный передвигаться по дорогам

самостоятельно. В рамках его создания была разработана система, которая позволяла автомобилю двигаться по трассе автономно, используя камеры и сенсоры для восприятия окружающей среды. Развитие систем навигации (GPS) и связи позволило создать более автономные машины. В 1995 году NavLab 5 (США) совершил автономный пробег через всю страну [2].

Широкое распространение компьютеров и цифровых технологий в 1990-х годах привело к настоящему прорыву. Появились мощные вычислительные устройства и системы обработки данных, позволившие создать надежные и эффективные беспилотные автомобили. В [4] представлены и проанализированы несколько концепций управления беспилотных наземных транспортных средств с точки зрения их реализации.

Сегодня мы наблюдаем активное развитие беспилотных автомобилей такими компаниями, как Tesla, Google's Waymo, Wayve и другими, где внедрены системы автономного вождения уровня 2-4, основанные на искусственном интеллекте, камерах и радарх [2; 5], а также, развитие умных городов, таких как Иннополис в России, где беспилотники взаимодействуют с инфраструктурой, но масштабирование пока ограничено [6].

Отметим, что внедрение интеллектуальных технологий в транспортных системах [7], в также использование датчиков и внедрение алгоритмов локализации, картирования, отслеживания становятся частью повседневной жизни, способны коренным образом изменить транспортную сферу будущего [2].

Российский опыт развития беспилотного автомобильного транспорта берет начало в 2010-х годах с первых экспериментов в области автономного управления [8]. Так, важным этапом стало представление в 2016 году прототипа беспилотного автобуса «Matrëshka» от компании Volgabus. А в 2018 году беспилотный автобус «ШАТЛ», разработанный КАМАЗом и НАМИ, демонстрировал свою эффективность, перевозя болельщиков на Чемпионате мира по футболу.

С 2019 по 2021 год Россия сделала значительные шаги вперед в этой области: был представлен прототип беспилотного автобуса «ГАЗель Next Eva», который использовал телематические технологии, а также электромобиль «SberAutoTech ФЛИП» с высокой автономностью, способный взаимодействовать с дорожной инфраструктурой [9; 10].

С 2021 года начались пилотные проекты по внедрению беспилотных технологий. Минтранс России запустил проект по созданию беспилотных логистических коридоров на магистрали М-11 «Нева». В 2023 году началось массовое внедрение беспилотных грузовиков, включая модели от КАМАЗа [11].

В перспективе, к 2030 году в России планируется полное оснащение магистралей «умной» инфраструктурой для беспилотного транспорта, что позволит организовать беспилотные перевозки на основных магистралях страны [12]. Все инициативы поддерживаются государством и направлены на создание инфраструктуры для безопасной эксплуатации беспилотных автотранспортных средств [13].

Беспилотный автомобильный транспорт в России активно развивается и эволюционирует с участием ведущих компаний страны. Так, Яндекс тестирует беспилотные автомобили для такси и грузоперевозок в различных городах, в то время как КАМАЗ разрабатывает беспилотные грузовики, такие как модель КАМАЗ-4308 «Одиссей». Сбер представил электромобиль «SberAutoTech ФЛИП» с высоким уровнем автономности, а ГАЗ – беспилотный автобус «ГАЗель Next Eva» [9]. Также активно развиваются проекты других компаний, включая автономные тракторы с системой автоуправления РСМ Агротроник Пилот 1.0 электроруль для сельского хозяйства от «Ростсельмаш» [14].

Таким образом, развитие беспилотного автомобильного транспорта в России стремительно прогрессирует, создавая основу для более безопасных, экологических и эффективных транспортных решений.

В данной статье предлагается рассмотреть виды и классификации беспилотных наземных транспортных средств на основании уже известных классификаций тракторов.

Классификация тракторов осуществляется по ряду ключевых признаков, что позволяет систематизировать их многообразие и определить оптимальную сферу применения каждой машины (рис. 1).

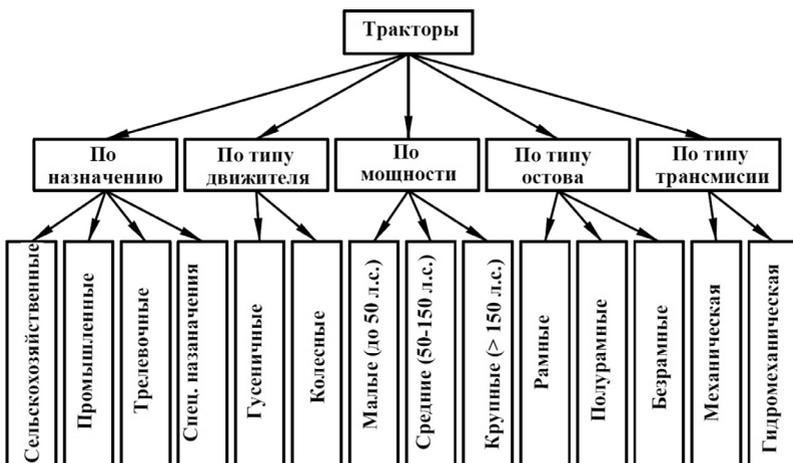


Рис. 1. Классификация тракторов

Одним из основных критериев является назначение. Сельскохозяйственные тракторы предназначены для выполнения полевых работ, таких как вспашка, посев, уход за посевами и уборка урожая; они часто агрегируются с соответствующими орудиями. Промышленные, или строительные, тракторы используются на земляных работах в строительстве, дорожном и других отраслях хозяйства; типичными представителями этой группы являются бульдозеры и трубоукладчики. Отдельно выделяют трелевочные тракторы для лесного хозяйства, сконструированные для транспортировки хлыстов и сортиментов, а также специальные тракторы, созданные для работы в специфических условиях, например, в горнодобывающей промышленности или мелиорации [15].

Другим фундаментальным признаком классификации служит тип движителя. Гусеничные тракторы отличаются высоким сцеплением с грунтом и низким удельным давлением на почву, что обеспечивает им высокую проходимость и делает незаменимыми на слабых переувлажненных грунтах. Колёсные тракторы, в свою очередь, обладают большей манёвренностью и способны развивать более высокие транспортные скорости, что особенно ценно при работе на твердых покрытиях и при необходимости частых переездов [16].

Важным параметром является и мощность двигателя, по которой тракторы делят на малые (до 50 л.с.), средние (50-150 л.с.) и крупные (свыше 150 л.с.), что напрямую определяет класс выполняемых ими задач [15].

Конструкция остова также является классифицирующим признаком. Рамные тракторы, имеющие жесткую пространственную раму, рассчитаны на работу в самых тяжелых условиях с высокими нагрузками. Полурамные тракторы, у которых рама образуется путем жесткого соединения двигателя с корпусами трансмиссии и заднего моста, получили наибольшее распространение в сельском хозяйстве. Существуют и безрамные конструкции, где роль остова выполняют соединенные друг с другом агрегаты [17].

Наконец, по типу трансмиссии различают тракторы с механическим и гидростатическим управлением. Механическая трансмиссия традиционна, проста и надежна, в то время как гидростатическая обеспечивает бесступенчатое изменение скорости, плавность хода и исключительную легкость управления, что расширяет операторские возможности [15].

Классификация тракторов, являющихся специализированными наземными транспортными средствами, представляет собой хорошо структурированную систему, которая может служить методологической основой для разработки классификации беспилотных наземных транспортных средств. Данная преимуществом обоснована следующими факторами:

- фундаментальность признаков классификации: ключевые признаки, используемые в классификации тракторов – назначение, тип двигателя, мощность, конструктивные особенности и система управления – являются универсальными для большинства наземных транспортных средств. Эти параметры определяют базовые эксплуатационные характеристики и область применения техники, что сохраняет свою актуальность и для БНТС;

- адаптируемость структуры: иерархическая система классификации тракторов демонстрирует высокую степень адаптируемости. Например, признак «назначение» может быть расширен от сельскохозяйственных и промышленных задач до военных, логистических, исследовательских и сервисных применений БНТС. Аналогично, признак «тип управления» эволюционирует от механических и гидростатических систем к автономным алгоритмам управления различного уровня сложности.

- масштабируемость подходов: принципы категоризации по техническим параметрам, таким как мощность, тип двигателя, конструкция остова сохраняют свою значимость для БНТС, обеспечивая преемственность технической документации, стандартов и методик оценки.

Таким образом, классификация тракторов служит прочным фундаментом для разработки комплексной системы категоризации БНТС, обеспечивая методологическую преемственность и учитывая технологическую эволюцию наземной транспортной техники.

С учетом вышесказанного, предложена комплексная классификация БНТС, охватывающая различные критерии:

По габаритам и массе.

1. Микро/малогабаритные: компактные модели массой до 10 кг, предназначены для внутренних осмотров, инспекций, образовательных целей.

2. Легкие: компактные транспортные средства массой до 100 кг, используются для разведки, видеонаблюдения, доставки мелких грузов.

3. Средние: средняя категория массой до 1 тонны, решают инженерные задачи, транспортируют средние объемы грузов.

4. Тяжелые: мощные транспортные средства массой до 10 тонн, применяются для масштабных логистических операций, сельского хозяйства, буксировки тяжеловесных грузов.

5. Сверхтяжелые: особо мощная техника массой свыше 10 тонн, специализированная техника для крупномасштабных производственных задач.

По функциональному назначению.

1. Гражданские: активно задействованы в гражданской инфраструктуре, логистике, сельском хозяйстве, а также спасательных операциях.

2. Специального назначения: созданы для работы в экстремальных условиях, глубоководных и подводных исследований, космической активности (планетоходы).

3. Военные: специализированные БНТС, применяемые для разведывательной деятельности, обезвреживания взрывчатых предметов и тактической поддержки армии обезвреживания.

По типу привода.

1. Электрический: используется электроэнергия, накапливаемая в аккумуляторах, вырабатываемая солнечными панелями или получаемыми от топливных элементов. Такой тип привода считается одним из самых экологически чистых и безопасных.

2. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС): работает на бензине, дизельном топливе или природном газе. ДВС характеризуется высокой производительностью, однако данный тип привода сопровождается значительным объемом выбросов углекислого газа и других загрязнителей атмосферы, что негативно сказывается на экологии и требует мер по снижению углеродного следа [18].

3. Гидравлический: действует за счет циркуляции рабочей жидкости под высоким давлением. Отличается высокой надежностью и способностью переносить серьезные нагрузки. Хотя он не загрязняет атмосферу напрямую, гидравлические системы могут

создавать риски из-за возможной утечки жидкости, что требует строгого соблюдения правил безопасности.

4. Комбинированный: объединяет несколько типов приводов, обеспечивая гибкость и адаптацию к различным условиям эксплуатации. Такой подход позволяет минимизировать недостатки отдельных типов приводов, увеличивая общую эффективность и экологичность транспортного средства.

По степени автономности [19-22].

1. Уровень 0: управление осуществляется человеком удаленно.

2. Уровень 1: начальная стадия автоматизации, ограничивающая область применения.

3. Уровень 2: частичное автоматическое управление основными функциями, требующее эпизодического вмешательства оператора.

4. Уровень 3: условно-автоматизированные транспортные средства, решающие большинство задач самостоятельно, но нуждающиеся в контроле человека в редких ситуациях.

5. Уровень 4: высокоавтоматизированные БНТС, способные решать практически любую задачу без активного участия оператора.

6. Уровень 5: полностью автономные устройства, полностью исключаящие вмешательство человека.

По типу движителя.

1. Колесные: классические транспортные средства, легко передвигающиеся по твердой поверхности.

2. Гусеничные: максимальная проходимость по мягкому покрытию, бездорожью, болотистым местам, снегу, грязи и воде.

3. Шагающие: уникальная конструкция, высокоэффективная на сложных участках с множеством препятствий и неровным ландшафтом.

4. Гибридные: совмещение нескольких типов движителей для улучшения общей эффективности.

По способу управления и связи.

1. Проводное управление: стабильная связь, но ограниченная зона охвата.

2. Беспроводное управление: современный способ управления через радиочастотные, спутниковые и мобильные сети, обеспечивающий большую свободу передвижения. Также существуют самоорганизующиеся сети (ad hoc), которые формируются временно.

По типу остова.

1. Рамные: классическая конструкция с отдельной рамой, высокая прочность.

2. Полурамные: компромисс между рамными и безрамными конструкциями.

3. Безрамные: самонесущий кузов, легкий вес.

4. Сочлененные: конструкция из нескольких частей, высокая проходимость и маневренность.

Предложенная комплексная классификация БНТС представлена в графическом виде на рис. 2.

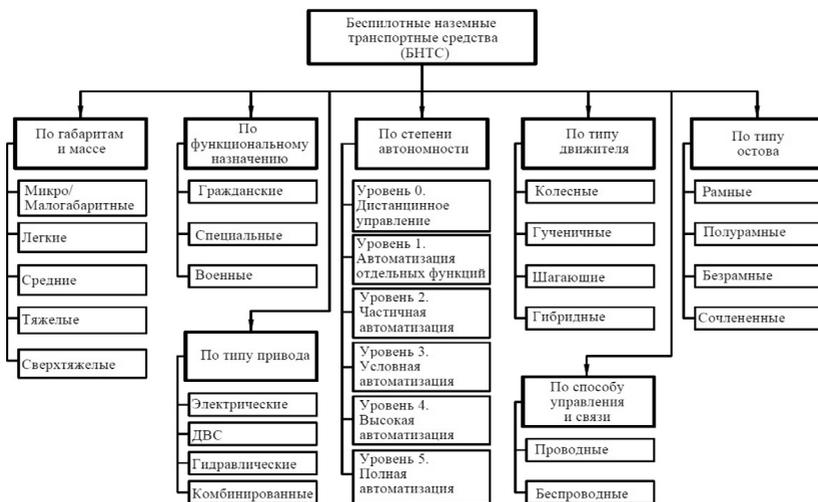


Рис. 2. Классификация БНТС

Таким образом, данная классификация отражает полный спектр возможных категорий и все значимые аспекты функционирова-

ния беспилотных наземных транспортных средств, что позволяет выбирать оптимальное решение для различных задач и условий эксплуатации.

Результаты и обсуждения

Полученные результаты позволили разработать комплексную классификацию беспилотных наземных транспортных средств, охватывающую важнейшие аспекты их функционирования. Выделение базовых групп по размерам, назначению, степени автономности, типу двигателя и другим характеристикам позволяет эффективно выбирать и оценивать возможности БНТС для конкретных задач и условий эксплуатации. Данная классификация систематизирует существующие подходы и стандарты, предлагая универсальный инструментарий для инженеров, исследователей и отраслевых специалистов.

Проведённый анализ выявил взаимосвязь классификации БНТС с техническими характеристиками аналогичных систем, таких как тракторы. Подобный подход позволил расширить и углубить понимание особенностей беспилотных транспортных средств, сформулировав общие категории и рекомендации по применению. Результаты продемонстрировали, что заимствование проверенных принципов классификации и их адаптация к новым реалиям беспилотных технологий способствует повышению эффективности и информативности разработки и эксплуатации БНТС.

Используя данную классификацию, можно обоснованно выбирать тип БНТС для определённой задачи. Например, в нефтегазовой отрасли для обслуживания и охраны протяженных трубопроводных трасс оптимальным выбором будут гусеничные БНТС с двигателем внутреннего сгорания, характеризующиеся высокой проходимостью и устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям, а для использования в производственных помещениях целесообразны колесные БНТС с электроприводом, обеспечивающие точность и чистоту работы.

Практическая ценность полученных выводов заключается в создании инструмента, облегчающего выбор оптимального решения для различных отраслей экономики и социальных задач. Установленные классификации помогают стандартизировать подходы к сертификации и оценке беспилотных систем, формировать государственные нормы и требования, стимулируя развитие отечественных технологий и адаптацию зарубежных решений.

Однако, остается открытым вопрос о будущем развитии и интеграции технологий, что требует дальнейшей проработки аспектов взаимодействия беспилотных транспортных средств с окружающей средой и другими участниками дорожного движения. Таким образом, предлагаемая комплексная классификация БНТС выступает отправной точкой для последующих исследований и практических инициатив.

Выводы

Разработанная классификация беспилотных наземных транспортных средств представляет собой эффективный инструмент для выбора оптимального варианта транспортного средства в зависимости от поставленных задач и условий эксплуатации. Предлагаемая методика объединяет классификационные признаки, такие как габариты, назначение, степень автономности, тип двигателя и привода, а также конструктивные особенности, формируя ясную структуру и руководство для пользователей и разработчиков.

Установленная взаимосвязь между классификацией БНТС и традиционными подходами к тракторной технике подтверждает возможность заимствования проверенных принципов, что ускоряет внедрение новых технологий и формирование нормативно-правовой базы. Дальнейшие исследования и практические приложения могут быть сосредоточены на совершенствовании интеграции беспилотных решений в инфраструктуру городов и регионов, повышении уровня безопасности и комфорта для участников дорожного движения.

Таким образом, настоящая работа закладывает фундамент для последующего продвижения беспилотных технологий в России и за рубежом, выступая важной составляющей процесса цифровизации транспортной отрасли и устойчивого развития экономики.

Список литературы

1. Мэн, Ц. (2025). История развития и анализ технологии беспилотных автомобилей. *Молодой учёный*, 7(558), 26–30. Получено с <https://moluch.ru/archive/558/122638> (дата обращения: 03.09.2025). EDN: <https://elibrary.ru/GWXKHT>
2. Что такое беспилотные автомобили и как они работают [Электронный ресурс]. Получено с <https://www.autonews.ru/news/683084189a7947636f99ac46> (дата обращения: 05.09.2025).
3. Телетанки СССР во Второй мировой войне [Электронный ресурс]. Получено с <https://topwar.ru/2181-teletanki-sssr-vo-2-j-mirovoj.html> (дата обращения: 03.09.2025).
4. Жмудь, В. А. (2021). Перспективы развития беспилотных наземных транспортных средств. *Автоматика и программная инженерия*, 4(38), 17. EDN: <https://elibrary.ru/PNHUDO>
5. Лапин, Ю. А. (2025). Развитие технологий беспилотного наземного транспорта. *Евразийский научный журнал*, 10, 112–118. Получено с <https://journalpro.ru/pdf-article/?id=13979> (дата обращения: 21.10.2025).
6. Беспилотные автомобили в России: где ездят, сколько стоят, зачем нужны [Электронный ресурс]. Получено с <https://avtocod.ru/blog/post/bespilotnye-avtomobili-v-rossii-gde-ezdyat-skolko-stoyat-zachem-nuzhny> (дата обращения: 03.09.2025).
7. Алексеев, С. А. (2018). Перспективы внедрения и использования инновационных интеллектуальных технологий в современных транспортных системах. *International Journal of Open Information Technologies*, 6(6), 38–43. EDN: <https://elibrary.ru/UQXOKN>
8. Андреев, Н. А. (2023). Перспективы применения беспилотного транспорта в России. *Отходы и ресурсы*, 10(1). Получено с <https://>

- resources.today/PDF/42ECOR123.pdf (дата обращения: 13.09.2025).
<https://doi.org/10.15862/42ECOR123>. EDN: <https://elibrary.ru/QIUGFB>
9. Беспилотный транспорт: развитие технологий на земле, воде и в воздухе [Электронный ресурс]. Получено с https://www.gtlk.ru/press_goom/drone/ (дата обращения: 13.09.2025).
 10. Свищёва, И. В., & Лапинский, М. Н. (2022). Беспилотный личный транспорт в России. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 11-2(74), 142–145. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2022-11-2-142-145>. EDN: <https://elibrary.ru/GZOFHH>
 11. Минтранс России приступил к реализации проекта беспилотных грузоперевозок по трассе М-11 «Нева» [Электронный ресурс]. Получено с <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/9940> (дата обращения: 13.09.2025).
 12. Бесчеловечная езда: когда автомобили в России станут полностью автономными [Электронный ресурс]. Получено с <https://profile.ru/cars/beschelovechnaya-ezda-kogda-avtomobili-v-rossii-stanut-polnostju-avtonomnymi-1680627/> (дата обращения: 17.09.2025).
 13. Российская Федерация. (2023). *Распоряжение Правительства РФ от 03.11.2023 № 3097-р (ред. от 21.10.2024) «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года»* [Электронный ресурс]. Получено с <https://legalacts.ru/doc/gasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-03112023-n-3097-r-ob-utverzhenii/> (дата обращения: 17.09.2025).
 14. Самая большая площадь культивации трактором мощностью до 450 л. с. с системой автовождения [Электронный ресурс]. Получено с <https://rostselmash.com/company/rostselmash-book-of-records/samaya-bolshaya-ploshchad-kultivatsii-traktorom-moshchnostyu-do-450-l-s-s-sistemoy-avtoupavljeniya/?ysclid=mgeqoyu7fa203938791> (дата обращения: 17.09.2025).
 15. Родичев, В. А., & Родичева, Г. И. (1982). *Тракторы и автомобили: учебник для сельских техникумов*. Москва: Высшая школа, 320 с.

16. Котович, С. В. (2021). *Двигатели специальных транспортных средств: учебное пособие в 3 ч. Ч. II*. Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 184 с. EDN: <https://elibrary.ru/NLUULT>
17. Скотников, В. А., Машенский, А. А., & Солонский, А. С. (1986). *Основы теории и расчёта трактора и автомобиля*. Москва: Агропромиздат, 383 с.
18. Shamsutdinov, D., Nizamutdinov, M., Zinnatullin, V., et al. (2022). Accessing a vehicle's environmental indicators during technical inspection. В *X International Scientific Siberian Transport Forum — TransSiberia 2022* (Novosibirsk, 02–05 March 2022, pp. 1049–1054). Novosibirsk: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1002/sim.7992>. EDN: <https://elibrary.ru/LONBJG>
19. Society of Automotive Engineers. (2018). *SAE J3016-2018: Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (35 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.
20. Society of Automotive Engineers. (2016). *SAE J2944: Recommended practice for testing and measuring performance metrics of automated driving systems* (60 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.
21. Society of Automotive Engineers. (2021). *SAE J3016-2021: Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (41 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.
22. Society of Automotive Engineers. (2016). *SAE J3061: Guidelines for cybersecurity engineering for electronic architectures in passenger cars* (128 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.

References

1. Meng, C. (2025). History of development and analysis of unmanned vehicle technology. *Young Scientist*, 7(558), 26–30. Retrieved from: <https://moluch.ru/archive/558/122638> (Accessed: September 3, 2025). EDN: <https://elibrary.ru/GWXKHT>
2. What are unmanned vehicles and how do they work [Online resource]. Retrieved from: <https://www.autonews.ru/news/683084189a-7947636f99ac46> (Accessed: September 5, 2025).

3. Soviet remote-controlled tanks in World War II [Online resource]. Retrieved from: <https://topwar.ru/2181-teletanki-sssr-vo-2-j-mirovoj.html> (Accessed: September 3, 2025).
4. Zhmud, V. A. (2021). Prospects for the development of unmanned ground vehicles. *Automation and Software Engineering*, 4(38), 17. EDN: <https://elibrary.ru/PNHUDO>
5. Lapin, Yu. A. (2025). Development of unmanned ground transport technologies. *Eurasian Scientific Journal*, (10), 112–118. Retrieved from: <https://journalpro.ru/pdf-article/?id=13979> (Accessed: October 21, 2025).
6. Unmanned vehicles in Russia: where they operate, how much they cost, and why they are needed [Online resource]. Retrieved from: <https://avtocod.ru/blog/post/bespilotnye-avtomobili-v-rossii-gde-ezdyat-skolko-stoyat-zachem-nuzhny> (Accessed: September 3, 2025).
7. Alekseev, S. A. (2018). Prospects for implementing and using innovative intelligent technologies in modern transport systems. *International Journal of Open Information Technologies*, 6(6), 38–43. EDN: <https://elibrary.ru/UQXOKN>
8. Andreev, N. A. (2023). Prospects for using unmanned transport in Russia. *Waste and Resources*, 10(1). Retrieved from: <https://resources.today/PDF/42ECOR123.pdf> (Accessed: September 13, 2025). <https://doi.org/10.15862/42ECOR123>. EDN: <https://elibrary.ru/QIUGFB>
9. Unmanned transport: technology development on land, water, and in the air [Online resource]. Retrieved from: https://www.gtlk.ru/press_room/drone/ (Accessed: September 13, 2025).
10. Svishcheva, I. V., & Lapinsky, M. N. (2022). Unmanned personal transport in Russia. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 11-2(74), 142–145. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2022-11-2-142-145>. EDN: <https://elibrary.ru/GZOFHH>
11. The Russian Ministry of Transport has launched an unmanned freight transportation project on the M-11 “Neva” highway [Online resource]. Retrieved from: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/9940> (Accessed: September 13, 2025).

12. Driverless driving: when will cars in Russia become fully autonomous [Online resource]. Retrieved from: <https://profile.ru/cars/beschelovechnaya-ezda-kogda-avtomobili-v-rossii-stanut-polnost-ju-avtonomnymi-1680627/> (Accessed: September 17, 2025).
13. Russian Federation. (2023). *Order of the Government of the Russian Federation No. 3097-r dated November 3, 2023 (as amended on October 21, 2024) "On approval of the strategic direction in the field of digital transformation of the transport industry of the Russian Federation until 2030"* [Online resource]. Retrieved from: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-03112023-n-3097-r-ob-utverzhenii/> (Accessed: September 17, 2025).
14. Largest cultivation area using a tractor with up to 450 hp and an autosteering system [Online resource]. Retrieved from: <https://rostselmash.com/company/rostselmash-book-of-records/samaya-bolshaya-ploshchad-kul-tivatsii-traktorom-moshchnostyu-do-450-l-s-s-sistemoy-avtouppravleniya/?ysclid=mgeqoyu7fa203938791> (Accessed: September 17, 2025).
15. Rodichev, V. A., & Rodicheva, G. I. (1982). *Tractors and cars: textbook for agricultural technical schools*. Moscow: Vysshaya Shkola, 320 p.
16. Kotovich, S. V. (2021). *Propulsion systems of special vehicles: study guide in 3 parts. Part II*. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), 184 p. EDN: <https://elibrary.ru/NLUULT>
17. Skotnikov, V. A., Mashchensky, A. A., & Solonsky, A. S. (1986). *Fundamentals of theory and calculation of tractors and cars*. Moscow: Agropromizdat, 383 p.
18. Shamsutdinov, D., Nizamutdinov, M., Zinnatullin, V., et al. (2022). Accessing a vehicle's environmental indicators during technical inspection. In *X International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2022* (Novosibirsk, March 2–5, 2022, pp. 1049–1054). Novosibirsk: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1002/sim.7992>. EDN: <https://elibrary.ru/LONBJG>
19. Society of Automotive Engineers. (2018). *SAE J3016-2018: Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (35 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.

20. Society of Automotive Engineers. (2016). *SAE J2944: Recommended practice for testing and measuring performance metrics of automated driving systems* (60 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.
21. Society of Automotive Engineers. (2021). *SAE J3016-2021: Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles* (41 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.
22. Society of Automotive Engineers. (2016). *SAE J3061: Guidelines for cybersecurity engineering for electronic architectures in passenger cars* (128 p.). Warrendale, PA, USA: SAE.

ВКЛАД АВТОРОВ

Низамутдинов М.Х.: научное руководство, обработка результатов, формирование выводов.

Иванова О.В.: концептуальное редактирование, написание и перевод текста.

Шамсутдинов Д.М.: сбор и аналитическая обработка нормативных документов.

Набиев Р.И.: графическое представление результатов исследования.

Махмутов Ю.М.: сбор данных и подготовка начального варианта статьи.

Алексеев А.В.: разработка методологии, научное редактирование текста.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Malik Kh. Nizamutdinov: scientific supervision, processing and formulation of the results.

Olga V. Ivanova: conceptual editing, writing and translation of the text.

Danir M. Shamsutdinov: collection and analytical processing of regulatory documents.

Rifkat I. Nabiev: graphical representation of research results.

Yunir M. Makhmutov: data collection and drafting.

Aleksey V. Alekseev: development of methodology, editing of the text.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Низамутдинов Малик Халилович, доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат технических наук

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Российская Федерация

nizmal@mail.ru

Иванова Ольга Владимировна, доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Российская Федерация

olgachemist@mail.ru

Шамсутдинов Данир Миниахатович, доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат физико-математических наук

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450062, Российская Федерация

danir@mail.ru

Набиев Рифкат Ильшатович, доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат педагогических наук

Уфимский государственный нефтяной технический университет

*ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан,
450062, Российская Федерация
dizain55@yandex.ru*

Махмутов Юнир Мидхатович, доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат педагогических наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет
*ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан,
450062, Российская Федерация
yunir_maxmutov@mail.ru*

Алексеев Алексей Викторович, начальник УТТиСТ ООО «Газпром трансгаз Уфа», доцент кафедры «Эксплуатация наземного транспорта в нефтегазовой промышленности и строительстве», кандидат технических наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
*ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан,
450062, Российская Федерация
utt-aalekseev@ufa-tr.gazprom.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Malik Kh. Nizamutdinov, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate of Technical Science
Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation
nizmal@mail.ru
SPIN-code: 7729-9170
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9447-6126>
ResearcherID: KIK-7379-2024

Olga V. Ivanova, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate of Technical Science, Associate Professor
Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation
olgachemist@mail.ru
SPIN-code: 1380-7421
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6678-8369>
ResearcherID: S-4929-2017
Scopus AuthorID: 57195293974

Danir M. Shamsutdinov, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate Of Physical and Mathematical Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation
danir@mail.ru
SPIN-code: 1334-8596
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4981-3698>
ResearcherID: IQR-7200-2023
Scopus AuthorID: 6507089452

Rifkat I. Nabiev, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate of Pedagogical Science
Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation
dizain55@yandex.ru
SPIN-code: 4883-7004
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0920-6780>

ResearcherID: ACQ-3678-2022

Scopus AuthorID: 56154833900

Yunir M. Makhmutov, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate of Pedagogical Science, Associate Professor

Ufa State Petroleum Technological University

1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation

yunir_maxmutov@mail.ru

SPIN-code: 8274-2319

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2575-7195>

ResearcherID: OAJ-6058-2025

Aleksey V. Alekseev, Head of the Department of Technological Transport and Special Equipment, Gazprom Transgaz Ufa, Assistant Professor, Department of Operation of Ground Transport in Oil, Gas, and Construction Industry, Candidate of Technical Science

Ufa State Petroleum Technological University

1, Kosmonavtov Str., Ufa, 450062, Bashkortostan, Russian Federation

utt-aalekseev@ufa-tr.gazprom.ru

SPIN-code: 8137-3019

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7063-5640>

Поступила 20.10.2025

После рецензирования 05.11.2025

Принята 22.11.2025

Received 20.10.2025

Revised 05.11.2025

Accepted 22.11.2025