

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-303

УДК 338.47



Научная статья | Логистические транспортные системы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ В ДОСТАВКЕ МЕТАЛЛОПРОКАТА И ПРОБЛЕМЫ С НАВИГАЦИЕЙ

А.И. Изотов

В статье представлен комплексный анализ использования беспилотных автомобильных транспортных средств в логистических процессах с особым акцентом на транспортировку металлопроката. Рассмотрены ключевые аспекты интеграции и эксплуатации БАТС, включая их экономическую эффективность, безопасность и экологическую устойчивость. Обсуждаются актуальные проблемы и разработанные решения, связанные с безопасностью транспортировки металлопроката, включая методы крепления грузов и учет сил инерции. Подробно рассмотрены современные технологии навигации и системы обеспечения безопасности, такие как LiDAR и радары, применяемые в беспилотных автомобилях. Также представлены данные о российских компаниях, ведущих разработку и внедрение БАТС, таких как Evocargo, КамАЗ, СберАвтоТех и Starline, их достижения и перспективы развития в данной области.

Цель – исследовать текущее состояние и перспективы использования беспилотных транспортных средств в логистике, особенно для перевозки металлопроката.

Методы. Анализ нормативных документов и стандартов, изучение практического опыта и кейсов, сравнительный анализ навигационных технологий, теоретический анализ и обобщение.

Результаты. Для успешной интеграции беспилотных транспортных средств в доставку металлопроката рекомендуется

запуск пилотных проектов на ключевых маршрутах, развитие инфраструктуры зарядных и заправочных станций, создание нормативной базы и сотрудничество с отраслевыми партнерами.

Область применения. *Результаты полезны для субъектов, занимающихся логистикой и транспортировкой металлопроката. Интеграция беспилотных транспортных средств может повысить эффективность и безопасность доставки, снизить выбросы CO₂, что важно для устойчивого развития и снижения затрат.*

Ключевые слова: *беспилотная транспортная техника; доставка металлопроката; проблемы с навигацией; логистика*

Для цитирования. *Изотов А.И. Использование беспилотной транспортной техники в доставке металлопроката и проблемы с навигацией // International Journal of Advanced Studies. 2024. Т. 14, № 3. С. 43-61. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-303*

Original article | Logistic Transport Systems

USE OF UNMANNED TRANSPORTATION VEHICLES IN DELIVERY OF ROLLED METAL PRODUCTS AND NAVIGATION PROBLEMS

A.I. Izotov

The article offers a comprehensive analysis of unmanned automotive vehicles in logistics, focusing particularly on the transportation of rolled steel products. It discusses key aspects of integrating and operating UAVs, highlighting their economic efficiency, safety, and environmental sustainability. Current safety issues in transporting rolled steel, including cargo securing methods and inertial force considerations, are thoroughly examined. Detailed insights into modern navigation technologies and safety systems

like LiDAR and radars applied in unmanned vehicles are provided. Additionally, the article presents data on leading Russian companies in UAV development and implementation, such as Evocargo, KamAZ, SberAutoTech, and Starline, detailing their achievements and prospects in this field.

Purpose. An investigation into the present status and future prospects of employing unmanned vehicles in logistics, with a specific focus on transporting rolled steel products.

Methodology. Conducting an analysis of regulatory documents and standards, examining practical experience and case studies, performing a comparative analysis of navigation technologies, and engaging in theoretical analysis and synthesis.

Results. For successful integration of unmanned vehicles into the delivery of rolled steel products, it is recommended to launch pilot projects on key routes, develop infrastructure for charging and refueling stations, establish regulatory frameworks, and collaborate with industry partners.

Practical implications. The results are advantageous for entities engaged in the logistics and transportation of rolled steel products. Integrating unmanned vehicles can enhance delivery efficiency and safety, as well as reduce CO₂ emissions, which are critical for sustainable development and cost reduction.

Keywords: unmanned transportation equipment; delivery of rolled metal products; navigation problems; logistics

For citation. Izotov A.I. Use of Unmanned Transportation Vehicles in Delivery of Rolled Metal Products and Navigation Problems. *International Journal of Advanced Studies*, 2024, vol. 14, no. 3, pp. 43-61. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-3-303

В 2021 году стало известно о создании проекта «Беспилотные логистические коридоры». Этот проект представляет собой одну из инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года, утвержденных правительством страны.

Главной целью проекта является практическая интеграция технологий беспилотного транспорта для усиления коммерческого сектора. В рамках его реализации планируется модернизация дорожной инфраструктуры в соответствии с требованиями для беспилотного транспорта. Первый этап подготовки автомобильных дорог и запуска беспилотных грузовиков по трассе М-11 «Нева» был осуществлен в июне 2023 года. К 2030 году предполагается освоение порядка 20 тыс. километров дорог в России, а также международных транспортных маршрутов беспилотным автотранспортом [8; 17; 22].

В условиях активного внедрения беспилотного автотранспорта в логистические процессы возникает необходимость рассмотрения вопросов транспортировки металлопроката в переменных условиях. Также важно оценить текущий уровень развития современных навигационных систем, способных обеспечить безопасное передвижение грузовых автотранспортных средств в условиях сложного дорожного движения и различных погодных условий.

Беспилотное транспортное средство (БТС) – это транспортное средство, функционирующее без вмешательства человека, то есть в беспилотном режиме, для перемещения товаров и грузов. Данное понятие включает высоко- и полностью автоматизированные транспортные средства, которые могут управляться дистанционно с помощью команд внешнего оператора [13, с. 127-129].

Использование БТС в логистике направлено на повышение экономической эффективности, улучшение скорости доставки, сокращение аварийности, а также на снижение экономических и социально-общественных издержек, связанных с дорожно-транспортными происшествиями. Общая классификация БТС, представлена на рисунке 1.

Под беспилотным автомобильным транспортным средством (БАТС) понимается транспортное средство, которое может дви-

гаться по дорогам общего пользования без вмешательства человека, используя технологии искусственного интеллекта, навигации и связи для оценки дорожной обстановки и взаимодействия с другими транспортными средствами и дорожной инфраструктурой [3, с. 1043]. В таблице 1 представлен отечественный опыт использования БАТС в логистике.



Рис. 1. Классификация БТС.

Составлено автором на основе источников [1, 2, 4]

Таблица 1.

Современный уровень интеграции БАТС в российской логистике

Компания	Характеристика использования БАТС в логистике
Evocargo	Первое официальное представление грузовика EVO-1 состоялось в 2020 году, когда данный автомобиль прошел испытания на участке умной дороги ЦКАД. Модель EVO-1 оснащена комбинированной системой питания, позволяющей функционировать как от электрического аккумулятора, так и от водородных топливных элементов. Полный заряд батареи обеспечивает пробег до 250 километров, тогда как заправка водородом позволяет увеличить этот показатель до 650-750 километров. Для полноценной эксплуатации грузовиков необходимо создание сети заправочных станций вдоль маршрутов. Грузовики Evocargo движутся со скоростью до 20 км/ч, при этом их грузоподъемность составляет 2 тонны. По утверждению экспертов компании, использование автономных грузовиков способно сократить расходы на транспортировку на 45%, а также снизить выбросы CO ₂ . В настоящее время сервис Evocargo функционирует на промышленных объектах таких компаний, как Татнефть, Газпром нефть, Сибур, Wildberries, Почта России, Марвел-Логистика, сеть магазинов SPAR и Русклимат [23, 24, 27].
КамАЗ	В июне 2023 года на трассе М-11 «Нева», соединяющей Москву и Санкт-Петербург, были запущены первые три беспилотных грузовика КамАЗ. В июле того же года количество беспилотных грузовиков увеличилось в два раза. Согласно официальной информации, пять машин выполняют перевозку коммерческих грузов, в то время как на шестой машине проводится технологическая отработка с целью повышения качества беспилотных грузоперевозок. По данным на ноябрь 2023 года, беспилотные грузовики КамАЗ перевезли более 10 тыс. тонн грузов и преодолели более 560 тыс. километров. Главным стратегическим партнером КамАЗ по беспилотным перевозкам выступает сеть розничных магазинов «Магнит» [10, 11, 14].
СберАвтоТех	В конце июня 2023 года компании СберАвтоТех и Globaltruck осуществили запуск беспилотных грузовых автомобилей на трассе М-11 «Нева». Для мониторинга корректности работы автотранспорта в кабине предусмотрено присутствие водителя-испытателя. В линейке беспилотных автомобильных транспортных средств (БАТС) СберАвтоТех представлены как грузовые и легковые автомобили, так и флипы для полностью автономного вождения, в которых отсутствует кабина водителя. Все перечисленные машины проходят три этапа тестирования: в симуляторе, имитирующем различные дорожные ситуации, на полигоне, где отрабатываются различные опасные обстоятельства, и в городской среде в условиях интенсивного движения [19, 20].
Starline	В июне 2023 года было проведено тестирование еще одного российского грузового автомобиля, разработанного производителем Starline. Беспилотный тягач проследовал по маршруту Санкт-Петербург — Москва, преодолев расстояние в 684 километра. В ходе тестирования автомобиль двигался со средней скоростью 65 км/ч [9].

Анализ представленных данных по использованию БАТС различными российскими компаниями свидетельствует о значительных успехах в интеграции автономных технологий в логистический сектор и, в частности, в коммерческие перевозки. К основным преимуществам использования беспилотных автомобильных транспортных средств (БАТС) относятся:

- значительное сокращение сроков доставки грузов, достигаемое в 2,5 раза по сравнению с традиционными автомобилями. Это обусловлено отсутствием необходимости делать перерывы, которые обязательны по законодательству для водителей после 8 часов непрерывного вождения. В отличие от водителей, беспилотные автомобили способны осуществлять постоянное движение на протяжении 21-22 часов [12];

- обеспечение безопасности на дорогах реализуется за счет исключения неблагоприятного человеческого фактора, поскольку машина, в отличие от человека, не испытывает усталость и сонливость во время длительной поездки, не отвлекается на различные факторы, такие как разговоры по телефону, рекламные щиты или красивый пейзаж, и не нарушает правила дорожного движения. Также БАТС обладают радаром, лидарами и камерами, которые помогают им анализировать дорожное движение в режиме реального времени и прогнозировать аварийные ситуации. В случае совершения чрезвычайных происшествий на дорогах машина осведомлена, какие действия необходимо предпринять для минимизации последствий автокатастрофы [20; 22];

- БАТС помогает сократить выбросы CO_2 посредством использования энергосберегающих технологий, а также за счет оптимизации маршрутов, уменьшая время, проводимое в пути, и, как следствие, расход топлива [22; 23];

- экономическая эффективность от интеграции БАТС в целом достигается путем снижения аварийности на дорогах, отсутствия необходимости длительных остановок и экономии топлива.

Развитие БАТС в России имеет благоприятные перспективы. В обозримом будущем ожидается добавление новых маршрутов беспилотных грузоперевозок на трассах М-12 «Восток», соединяющей Москву и Казань, и М-4 «Дон», соединяющей Москву с южными регионами России [16; 21; 25]. На сегодняшний день ключевыми направлениями прогресса в области БАТС являются удешевление оборудования, разработка законодательства для беспилотного транспорта и создание нормативной базы [18].

Согласно ГОСТ 26653-2015, металлопрокат (рельсы, прутки, профильный прокат, трубы диаметром до 350 мм и др.) должен предъявляться к перевозке в пакетах [6]. ГОСТ 7566-2018 указывает, что металлопродукция может быть транспортирована всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта, и нормативными документами на погрузку и крепление грузов. При транспортировке металлопродукции необходимо учитывать требования по допустимой удельной нагрузке на настил грузового помещения транспортного средства [7].

Общие правила для транспортировки металлопроката автотранспортом можно сформулировать следующим образом:

1. Размещение и крепление груза. Груз необходимо равномерно распределить в кузове автомобиля, избегая сосредоточения массы в одной области. Перевозка должна осуществляться в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

2. Учет сил инерции. Во время движения груз испытывает силу инерции, что следует учитывать при транспортировке. В зависимости от условий движения грузового автотранспорта силы инерции могут варьироваться от 20% до 80% от веса груза, учитывая неровности дороги, резкое торможение, ускорение и повороты.

3. Учет марок автотранспорта. Расположение крепежных колец внутри кузова может варьироваться в зависимости от производителя, что затрудняет разработку унифицированного крепления. Поэтому необходимо подбирать крепежные средства индивидуально, исходя из конструктивных особенностей кузова автотранспорта.

4. Методы крепления металлопроката на автотранспорте: блокировка груза - необходимо учитывать прочность бортов кузова; крепление растяжками - растяжки должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать нагрузку при движении; прижатие к полу - груз должен быть прочно прикреплен к полу крепежными ремнями, чтобы исключить его смещение; комбинированный способ предусматривает использование ремней в сочетании с ковриками против скольжения.

5. Использование ложементов. Применение специализированных ложементов, которые препятствуют смещению металлопроката [5, с. 89; 90].

Обеспечение безопасности транспортировки металлопроката автотранспортом представляет собой сложную инженерную задачу из-за необходимости равномерного распределения и надежного крепления груза, учета сил инерции в различных условиях движения, а также адаптации крепежных средств к конструктивным особенностям различных моделей транспортных средств. Соблюдение этих правил требует тщательного подхода и использования специализированных методов и средств крепления, чтобы предотвратить смещение и повреждение груза.

К средствам, помогающим беспилотному автотранспорту осуществлять навигацию, относятся, технические решения представленные в таблице 2.

Рассмотрение актуальных научно-практических исследований по изучению навигации беспилотных транспортных средств помогают более глубокому пониманию проблем, с которыми могут столкнуться БАТС в реальных условиях.

Эксперимент по изучению навигации автономного транспортного средства был направлен на улучшение алгоритмов навигации через параллельное обучение нейронных сетей. Он включал три исследования: на CPU с OpenMP, на одном GPU и на двух GPU. В первом случае точность составила 96%, но обучение заняло больше времени по сравнению с GPU. Во втором случае использование CUDA на одном GPU значительно увеличило скорость прогнозирования. В

третьем случае применение PyTorch DDP на двух GPU ещё больше сократило время выполнения прогнозов. Эксперимент выявил следующие недостатки системы навигации: OpenMP на CPU улучшает скорость обучения, но уступает GPU; PyTorch DDP для параллельного обучения на нескольких GPU требует сложной настройки и синхронизации; эффективность зависит от конфигурации оборудования; нейронные сети испытывают трудности с точным прогнозированием при изменении освещения и погодных условий [27].

Таблица 2.

Средства навигации беспилотного автомобиля

№	Аппаратное средство	Характеристика
1.	LiDAR (Light Detection and Ranging)	При поддержке лазерных импульсов система помогает автомобилю создавать 3D-карту окружающей среды, что позволяет идентифицировать препятствия на пути и своевременно их обходить. Система обладает высокой стоимостью и технической сложностью, но отличается высокой точностью генерируемых результатов.
2.	Радар	Технология распознавания объектов посредством радара основана на использовании радиоволн для измерения скорости и расстояния до объектов. Радар способен работать при любых погодных условиях, однако точность обнаружения ниже по сравнению с LiDAR.
3.	Камеры	С помощью камер система получает информацию в виде фото и видео обработка которой посредством машинного обучения и искусственного интеллекта в режиме реального времени позволяет распознавать участников дорожного движения и дорожные знаки.
4.	Ультразвуковые датчики	Используют звуковые волны для измерения расстояния до ближайших объектов. Эффективны на малых расстояниях и при низких скоростях.
5.	GPS (Глобальная система позиционирования)	Точно определяют место расположение автомобиля с помощью спутниковой связи, что позволяет автомобилю осуществлять маневры в дорожном пространстве.

Составлено автором на основе источника [15, с. 173, 174].

Эксперимент по навигации автономного транспортного средства включал ключевые компоненты: камера для захвата данных о дороге, OpenCV для идентификации полос и вычисления отклонения, IR сенсоры для измерения расстояния до объектов, а также специализированная платформа для обработки данных и управления движением. Результаты показали высокую точность обнаружения полос, зависящую от частоты кадров. Интеграция OpenCV и Python позволила эффективно обрабатывать визуальные данные в реальном времени. Недостатки включают ограниченную производительность при низкой частоте кадров и высокой скорости движения, зависимость от визуальных данных, необходимость доработки для работы в условиях интенсивного движения, изменяющихся погодных условий и сложных дорожных сценариев, а также ограниченную масштабируемость системы [26].

Третий проанализированный эксперимент по изучению навигации автономного транспортного средства был проведен с использованием системы INS/TZV/NHC (Inertial Navigation System/Total Zero Velocity/Non-Holonomic Constraint). К главным недостаткам системы относятся чувствительность к вибрациям, из-за которой она может неверно трактовать колебания неподвижного транспортного средства как движение. Медленная коррекция ошибок гироскопа по сравнению с акселерометром может со временем привести к ухудшению точности системы навигации [29].

Перспективы развития навигационных систем для автономных транспортных средств включают оптимизацию параллельного обучения нейронных сетей и усовершенствование алгоритмов синхронизации. Повышение устойчивости к изменениям освещения и погодных условий также является ключевой задачей. Важно совершенствовать обработку визуальных данных для обеспечения эффективной работы в сложных дорожных условиях. Решение проблемы чувствительности к вибрациям и ускорение коррекции ошибок гироскопа могут существенно повысить точность и надежность навигационных систем.

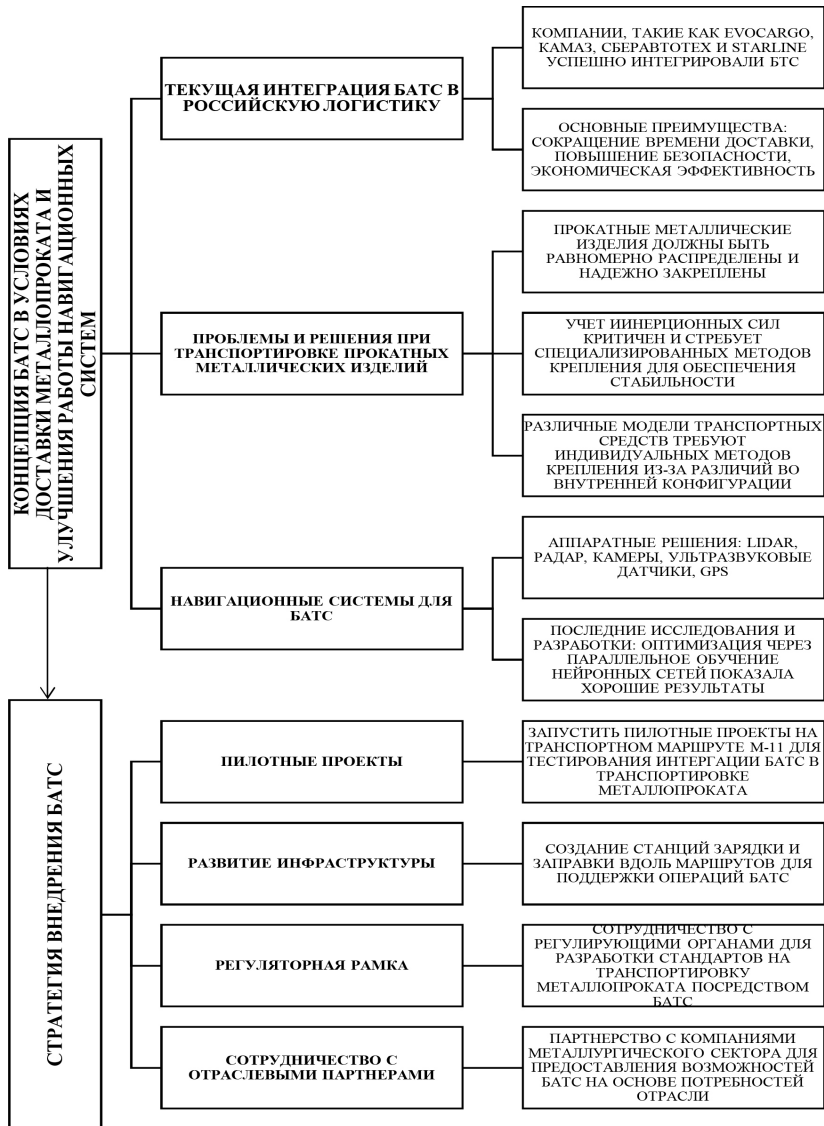


Рис. 2. Концепции применения БАТС для повышения эффективности перевозки и доставки металлопроката в условиях улучшения работы навигационных систем

Для разработки концепции применения БАТС с целью повышения эффективности транспортировки и доставки прокатных металлических изделий необходимо рассмотреть следующие ключевые аспекты на основе данных, полученных в ходе настоящего исследования, представленные на рисунке 2. В контексте исследования интеграции беспилотных автомобильных транспортных средств (БАТС) в российскую логистику, компании Evocargo, КамАЗ, СберАвтоТех и Starline демонстрируют значительные достижения и потенциал. Использование БАТС позволяет значительно сократить сроки доставки грузов, обеспечить безопасность на дорогах, снизить выбросы CO₂ и достичь экономической эффективности. Развитие навигационных систем, таких как LiDAR, радары, камеры, ультразвуковые датчики и GPS, играет ключевую роль в повышении точности и надежности автономных транспортных решений.

Список литературы

1. Акопов А. С. Улучшение маневренности беспилотных транспортных средств при различных конфигурациях дорожной сети / А. С. Акопов, Л. А. Бекларян // Искусственные общества. 2021. Т. 16, № 3. С. 1-21.
2. Ананенко А. О. Основные направления совершенствования правового регулирования использования беспилотных транспортных средств // Транспортное право и безопасность. 2020. № 2(34). С. 76-83.
3. Быков Н. В. Моделирование кластерного движения беспилотных транспортных средств в гетерогенном транспортном потоке // Компьютерные исследования и моделирование. 2022. Т. 14, №5. С. 1041–1058.
4. Вассуф Я. Развитие беспилотных транспортных средств: проблемы экономики, управления, математического моделирования / Я. Вассуф, А. И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 191. С. 115-137.

5. Ворожун И. А. Обеспечение безопасной перевозки металлопродукта на автомобильном транспорте // Проблемы безопасности на транспорте. 2017. С. 89-90.
6. ГОСТ 26653-2015 Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования // Интернет и Право [сайт]: internet-law.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Vsxyz> (дата обращения: 13.07.2024)
7. ГОСТ 7566-2018 Металлопродукция. Правила приемки, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение // Интернет и Право [сайт]: internet-law.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3VsynD> (дата обращения: 13.07.2024)
8. Дан старт движению беспилотных грузовиков по трассе М-11 «Нева» // Министерство транспорта Российской Федерации [сайт]: mintrans.gov.ru. 2021. URL: <https://clck.ru/3Vshao> (дата обращения: 13.07.2024)
9. Для беспилотной дружбы нет преград: беспилотный тягач Starline выехал из Москвы в Петербург, преодолев 684 км в беспилотном режиме // Starline - Беспилотный автомобиль [сайт]: smartcar.starline.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Br4sm> (дата обращения: 13.07.2024)
10. КамАЗ запустил по трассе М-11 еще три беспилотных грузовика // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3VqkoP> (дата обращения: 13.07.2024)
11. Камазовские беспилотники перевезли между Москвой и Питером свыше 10 тыс. тонн груза // Вести КАМАЗа [сайт]: vestikamaza.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Vqmzv> (дата обращения: 13.07.2024)
12. Конструктор «КамАЗа» рассказал о преимуществах беспилотных автомобилей // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Br4yM> (дата обращения: 13.07.2024)
13. Кочои С. М. Уголовно-правовые риски использования беспилотных транспортных средств // Актуальные проблемы российского права. 2021. Т. 16, № 7(128). С. 125-135.
14. «Магнит» и «Камаз» запустили грузоперевозки беспилотным транспортом по трассе М-11 // Искусственный интеллект Российской Федерации [сайт]: ai.gov.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3VqzNq> (дата обращения: 11.07.2024)

15. Мержанов А. А. аппаратные средства беспилотного автомобиля / А. А. Мержанов, А. С. Руднев // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 1-2(88). С. 172-175.
16. Минтранс проработает расширение сети беспилотных грузоперевозок // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2024. URL: <https://clck.ru/3BstLW> (дата обращения: 13.07.2024)
17. Минтранс России приступил к реализации проекта беспилотных грузоперевозок по трассе М-11 «Нева» // Министерство транспорта Российской Федерации [сайт]: mintrans.gov.ru. 2021. URL: <https://clck.ru/3BshWv> (дата обращения: 13.07.2024)
18. На ПМЭФ определили перспективы развития проекта «Беспилотные логистические коридоры» // Министерство транспорта Российской Федерации [сайт]: mintrans.gov.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BstyU> (дата обращения: 13.07.2024)
19. По М-11 запустили грузовые беспилотные перевозки // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bqw7g> (дата обращения: 13.07.2024)
20. СберАвтоТех // SberAutoTech [сайт]: sberautotech.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bqu7k> (дата обращения: 13.07.2024)
21. Сеть платных дорог России. Трасса М-12 «Восток» // Автодор [сайт]: avtodor-tr.ru. 2024. URL: <https://clck.ru/3BstcA> (дата обр.: 13.07.2024)
22. Робофуры в деле: в России создаются беспилотные логистические коридоры // Национальные проекты России [сайт]: национальные-проекты.рф. 2021. URL: <https://clck.ru/3BshNA> (дата обр.: 13.07.2024)
23. Российский беспилотник с возможностью заправки водородом проехал по ЦКАД // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2020. URL: <https://clck.ru/3BqWMk> (дата обращения: 13.07.2024)
24. «Татнефть» начнет использовать беспилотные легкие грузовики Evocargo // Интерфакс [сайт]: interfax.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BqXMA> (дата обращения: 13.07.2024)
25. Трассу М-12 технически оборудуют для движения по ней беспилотников // РИА Новости [сайт]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BstUP> (дата обращения: 13.07.2024)

26. Dubey Y. An Artificial Intelligence Based Autonomous Road Lane Detection and Navigation System for Vehicles / Y. Dubey, Y. Tarte, N. Talatule [и др.] // Preprints.org. 2024. <https://doi.org/10.20944/preprints202406.0350.v1>
27. Evocargo // Evocargo [сайт]: evocargo.com. 2024. URL: <https://clck.ru/3VqYHX> (дата обращения: 11.07.2024)
28. Mochurad L. Parallel and distributed computing technologies for autonomous vehicle navigation / L. Mochurad, M. Mamchur // Radio Electronics Computer Science Control. 2023. No 3. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2023-4-11>
29. Yu P. An Improved Autonomous Inertial-Based Integrated Navigation Scheme Based on Vehicle Motion Recognition / P. Yu, W. Wei, J. Li [и др.] // IEEE Access. 2023. Vol. 11. P. 104806-104816. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3318548>

References

1. Akopov A. S. Improvement of maneuverability of unmanned vehicles at different configurations of the road network / A. S. Akopov, L. A. Beklarian. *Artificial Societies*, 2021, vol. 16, no. 3, pp. 1-21.
2. Ananenko A. O. Main directions of improving the legal regulation of the use of unmanned vehicles. *Transport Law and Safety*, 2020, no. 2(34), pp. 76-83.
3. Bykov N. V. Modeling of cluster motion of unmanned vehicles in heterogeneous traffic flow. *Computer Research and Modeling*, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 1041-1058.
4. Wassouf Ya. Development of unmanned vehicles: problems of economics, management, mathematical modeling / J. Wassouf, A. I. Orlov. *Polythematical network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 2023, no. 191, pp. 115-137.
5. Vorozhun I. A. Ensuring safe transportation of rolled metal products on road transport. *Problems of safety in transport*, 2017, pp. 89-90.
6. GOST 26653-2015 Preparation of general cargo for transportation. General requirements. *Internet and Law* [website]: internet-law.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bsxyz> (accessed 13.07.2024)

7. GOST 7566-2018 Metal products. Rules of acceptance, marking, packaging, transportation and storage. *Internet and Law* [website]: internet-law.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BsynD> (accessed 13.07.2024)
8. The start of the movement of unmanned trucks on the highway M-11 “Neva”. *Ministry of Transport of the Russian Federation* [website]: mintrans.gov.ru. 2021. URL: <https://clck.ru/3Bshao> (accessed 13.07.2024)
9. There are no barriers for unmanned friendship: an unmanned Starline tractor-trailer left Moscow for St. Petersburg, having covered 684 km in unmanned mode. *Starline - Unmanned Car* [website]: smartcar.starline.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Br4sm> (accessed 13.07.2024)
10. KamAZ launched three more unmanned trucks along the M-11 highway. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BqkoP> (accessed 13.07.2024)
11. Kamaz drones transported over 10 thousand tons of cargo between Moscow and St. Petersburg. *Vesti KAMAZ* [website]: vestikamaza.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bqmvz> (accessed 13.07.2024)
12. KAMAZ designer told about the advantages of unmanned vehicles. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Br4yM> (accessed 13.07.2024)
13. Kochoi S. M. Criminal-legal risks of using unmanned vehicles. *Actual problems of Russian law*, 2021, vol. 16, no. 7(128), pp. 125-135.
14. “Magnit” and ‘Kamaz’ launched cargo transportation by unmanned vehicles along the highway M-11. *Artificial Intelligence of the Russian Federation* [site]: ai.gov.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BqzNq> (accessed 11.07.2024)
15. Merzhanov A. A. Hardware of an unmanned car / A. A. Merzhanov, A. S. Rudnev. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2024, no. 1-2(88), pp. 172-175.
16. Ministry of Transport will work out the expansion of the network of unmanned trucking. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2024. URL: <https://clck.ru/3BstLW> (accessed 13.07.2024).
17. Ministry of Transport of Russia has launched the project of unmanned cargo transportation along the M-11 highway “Neva”. *Ministry of*

- Transport of the Russian Federation* [website]: mintrans.gov.ru. 2021. URL: <https://clck.ru/3BshWv> (accessed 13.07.2024).
18. At SPIEF the prospects for the development of the project “Unmanned logistics corridors”. *Ministry of Transport of the Russian Federation* [website]: mintrans.gov.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BstyU> (accessed 13.07.2024)
 19. Cargo unmanned transportation was launched along M-11. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bqw7g> (accessed 13.07.2024)
 20. SberAutoTech. *SberAutoTech* [website]: sberautotech.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3Bqy7k> (accessed 13.07.2024)
 21. Network of toll roads in Russia. Highway M-12 “Vostok”. *Avtodor* [website]: avtodor-tr.ru. 2024. URL: <https://clck.ru/3BstcA> (accessed 13.07.2024)
 22. Robofurs in action: unmanned logistics corridors are being created in Russia. *National Projects of Russia* [website]: национальныепроекты.рф. 2021. URL: <https://clck.ru/3BshNA> (accessed 13.07.2024)
 23. Russian drone with the possibility of hydrogen refueling drove along the Central Ring Road. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2020. URL: <https://clck.ru/3BqWMk> (accessed 13.07.2024)
 24. “Tatneft” will start using unmanned light trucks Evocargo. *Interfax* [website]: interfax.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BqXMA> (accessed 13.07.2024)
 25. M-12 highway will be technically equipped for drone traffic. *RIA Novosti* [website]: ria.ru. 2023. URL: <https://clck.ru/3BstUP> (accessed 13.07.2024)
 26. Dubey Y. An Artificial Intelligence Based Autonomous Road Lane Detection and Navigation System for Vehicles / Y. Dubey, Y. Tarte, N. Talatule [et al.]. *Preprints.org*. 2024. <https://doi.org/10.20944/preprints202406.0350.v1>
 27. Evocargo. *Evocargo* [website]: evocargo.com. 2024. URL: <https://clck.ru/3BqYHX> (accessed 11.07.2024)
 28. Mochurad L. Parallel and distributed computing technologies for autonomous vehicle navigation / L. Mochurad, M. Mamchur. *Ra-*

dio Electronics Computer Science Control, 2023, no 3. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2023-4-11>

29. Yu P. An Improved Autonomous Inertial-Based Integrated Navigation Scheme Based on Vehicle Motion Recognition / P. Yu, W. Wei, J. Li [et al.]. *IEEE Access*, 2023, vol. 11, pp. 104806-104816. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3318548>

ДАНИЕ ОБ АВТОРЕ

Изотов Антон Игоревич, специалист по логистике

*ООО «УВМ-Сталь, филиал в г. Санкт-Петербург
пр. Измайловский , 2Л, г. Санкт-Петербург, Российская
Федерация
478717@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Anton I. Izotov, Logistics Specialist

*UVM-Steel LLC, branch in Saint Petersburg
2L, Izmailovsky Ave., St. Petersburg, Russian Federation
478717@mail.ru
SPIN-code: 7829-6966
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1745-3192>
ResearcherID: KTK-5571-2024*

Поступила 15.08.2024

После рецензирования 10.09.2024

Принята 20.09.2024

Received 15.08.2024

Revised 10.09.2024

Accepted 20.09.2024