



ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА/TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.75.5>**EDN: DFFRSG****К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Научная статья

Нестеренко Г.А.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-1528-4627;¹ Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nga112001[at]list.ru)

Предложена: 30.06.2026; Принята: 24.07.2026; Опубликовано: 21.08.2026

Аннотация

Развитие автономных комплексов, выполняющих операции в труднодоступных условиях, — это востребованное направление. Наличие специальной техники позволяют повысить эффективность проведения работ в труднодоступной местности. В работе отражены тенденции применения беспилотных транспортных средств. Предложен подход к использованию специализированных комплексов в строительной отрасли.

Для разработки и моделирования машин, входящих в комплекс, было использовано программное обеспечение «КОМПАС 3D». На основе преимуществ и недостатков аналогичных средств специального назначения предлагаются пути модернизации конструкции техники.

Приведены практические рекомендации по внедрению средств автономного пилотирования при проведении строительных работ.

Ключевые слова: строительная техника, наземная беспилотная техника, дистанционное управление, электродвигатель, расчёт тягово-сцепных характеристик, моделирование.

ON THE INTRODUCTION OF AUTOMATED SYSTEMS IN CONSTRUCTION WORK

Research article

Nesterenko G.A.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-1528-4627;¹ Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

Suggested: 30.06.2026; Accepted: 24.07.2026; Published: 21.08.2026

Abstract

The development of autonomous systems capable of operating in hard-to-reach environments is a high-demand area. The use of specialised equipment makes it possible to improve the efficiency of work carried out in inaccessible areas. This paper examines trends in the use of unmanned vehicles. An approach to the use of specialised systems in the construction industry is suggested.

‘KOMPAS 3D’ software was used to design and model the machines forming the complex. Based on the advantages and disadvantages of similar specialised tools, ways of modernising the design of the machinery are proposed.

Practical recommendations are given on the implementation of autonomous piloting systems during construction work.

Keywords: construction equipment, unmanned ground vehicles, remote control, electric motor, calculation of traction and adhesion characteristics, modelling.

Введение

При проведении строительных работ вне населенных пунктов, например, при прокладке нефте и газопроводов, строительстве новых объектов вне городской среды, разработке новых месторождений и т. д., возникает сложность, которая заключается в отсутствии коммуникации с внешним миром. Сама сложность заключается не столько в большой удалённости, сколько в проблемах, возникающих при передвижении по просёлочной местности. Протяжённость таких путей может измеряться от нескольких десятков километров до нескольких сотен километров [1], [2], [3].

При таких условиях сложно оценить эффективность применения общепринятой специализированной техники для строительных работ. Вследствие чего возникает потребность оборудовать строительные площадки центрами базирования техники специального назначения. Возведение и снабжение центров для каждой строительной площадки приведёт к значительным расходам ресурсов. Для оптимизации затрачиваемых материальных ресурсов предлагается внедрение автономной технологической техники и комплексов.

Развитие автономных транспортных средств и комплексов, выполняющих операции в сложных условиях, — это востребованное направление [4], [5]. Наличие специальной техники для обеспечения строительных работ позволяют повысить эффективность и безопасность их выполнения. Выполненные разработки позволяют лучшим образом адаптироваться к нестандартным ситуациям таким образом, чтобы выполнить работы качественно и в заданные сроки.

Целью работы является проведение исследований возможности применения транспортных средств специального назначения роботизированного типа для использования в строительной отрасли.

Методы и принципы исследования

При детальном изучении внутреннего строения современной специализированной техники можно обнаружить обилие электронных компонентов и высокотехнологического оборудования. Функционал у каждого из узлов или агрегатов может отличаться, но в совокупности их прямое назначение — обеспечить лучшие условия работоспособности машины. Из чего следует, что уровень современного обеспечения транспортных средств специального назначения в значительной степени влияет на его функциональность. Поэтому возникает потребность в исследовании инновационных технологических решений.

Постепенная модернизация машин и комплексов служит для расширения границ их применения. Так, из наиболее востребованных развивающихся технологий выделяют средства дистанционного управления. Отличительной особенностью удалённого способа пилотирования можно выделить обширную вариативность применения и мобильность в действиях. Данную модель управления можно интегрировать в различные области, связанных с использованием транспортных средств. В случаях с повышенной опасностью, требуется применять технику дистанционного управления. В частности, для подобных условий предусматривается технология удалённого пилотирования.

Внедрение автономной техники и комплексов дистанционного пилотирования в строительной отрасли будет одним из способов решения проблемы безопасности и точности позиционирования. Идея заключается в размещении единого пункта базирования комплекса в равноудалённой близости от нескольких точек приложения. Механизация трудового процесса способствует разгрузки мощностей предприятий и обеспечит благоприятные условия безопасности жизнедеятельности. В состав комплекса входит базовая машина для обеспечения телекоммуникации, связи и управления над пилотируемыми машинами. В связке с основной техникой следует машина сопровождения с краново-манипуляторной установкой, основной функцией которой является перемещение крупногабаритных объектов.

Рабочий процесс выстраивается таким образом, чтобы управление комплексом осуществлялось из единой базы. Для обеспечения и поддержания непрерывной работы в зоне проведения работ задействуется телекоммуникационная станция транслирования сигнала связи от центра управления непосредственно к комплексу.

Основные результаты

Для разработки и моделирования строительной машины было использовано программное обеспечение «КОМПАС 3D» [6]. Разработанный прототип представляет универсальную платформу, разработанную специально для внедрения модуля с дистанционным управлением непосредственно в конструкцию кабины водителя. Техническое оснащение в качестве камер кругового обзора обеспечивает наблюдение за передвижением техники без необходимости сопровождающего члена экипажа. Средства наружного наблюдения могут служить для обнаружения объектов даже в условиях затруднённой видимости на местности. Результаты моделирования изображены в графическом виде на рисунке 1.

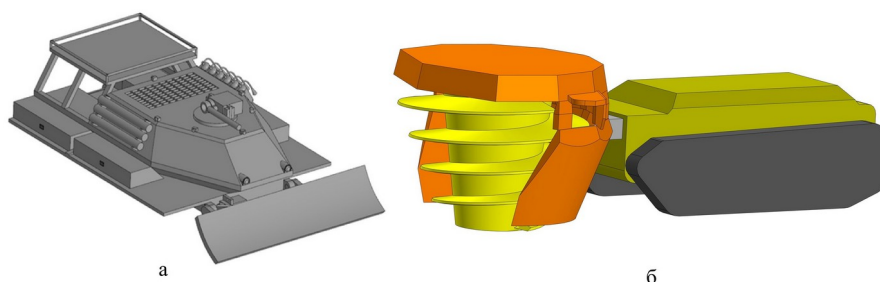


Рисунок 1 - Прототипы строительных машин входящих в роботизированный комплекс:

а – машина разграждения; б – машина для прокладки траншейных путей

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.75.5.1>

В одном из предыдущих исследований [7] приводились результаты сравнения разных типов двигателей, где были выявлены достоинства и недостатки двигателя внутреннего сгорания и электрической силовой установки (рис. 2).

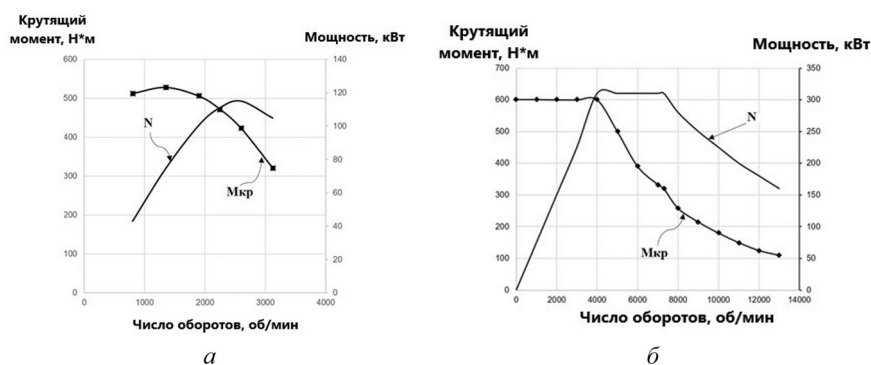


Рисунок 2 - Графики внешней скоростной характеристики:

а – дизельного двигателя; б – электрического двигателя

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.75.5.2>

Из графиков можно видеть расхождение зависимости мощности от крутящего момента. Поэтому от выбранного типа двигателя зависит определённый стиль управления техникой. Для более манёвренного и скоростного варианта передвижения электрическая компоновка двигателя будет более предпочтительной. Однако в условиях экстремальной эксплуатации электродвигатель может испытывать некоторые трудности с запасом хода, что может привести к его неработоспособности. Вследствие чего следует позаботиться над продолжительностью работы электрической силовой установки. В качестве модернизации тяговых характеристик специализированной техники возможна интеграция нескольких типов двигателей одновременно. Данная модель силовой установки называется гибридной, которая позволяет повысить автономность работы установки. Посредством смены режима работы силовой установки на двигатель внутреннего сгорания происходит процесс рекуперации.

Внедрение шасси гусеничного типа обеспечат повышенную проходимость на затрудненных участках пересеченной местности из-за большей площади контакта с грунтом. В сравнении с колесной базой оказывают меньшее давление на почву и не испытывают трудностей с тяговыми качествами [8]. Большой дорожный просвет, а также низкий центр тяжести в совокупности являются неотъемлемыми показателями в холмистой и горных местностях.

Обсуждение

Особенностью техники специального назначения можно выделить принцип двойного назначения [9], [10]. Возможность видоизменять конструкцию открывает новые возможности для современного потребителя. Посредством установки соответствующего навесного оборудования получится внедрить технику практически в любую структуру строительной отрасли. Таким образом, универсальная инженерная машина придёт на смену устаревшей технике и обеспечит лучшие условия работоспособности. Так, например, машина может использоваться в качестве тягача на смену тракторам, для приведения в действие разнообразного оборудования. При помощи установленного отвала появляется возможность для взаимодействия с различными типами препятствий и их перемещения. Функция дистанционного управления обеспечит возможность автоматизировать технологические процессы, а также контролировать обстановку на расстоянии.

Заключение

Полученный результат представляет уникальную разработку автономного multifunctional комплекса. Основной задачей комплекса является обеспечение проведения строительных работ. В перечень комплекса входят несколько специализированных средств, способных решить ряд важных задач: обеспечение связи в труднодоступных условиях, проведение землеустроительных работ, устранение препятствий в зоне проведения работ, расширение логистических систем. В совокупности комплекс предназначен для обеспечения работ на местах строительства, в труднодоступных местах (месторождениях, местах прокладки трубопроводных магистралей и т.д.) где отсутствуют общественные и экономические блага. Вследствие чего принесёт большой вклад в развитие строительной отрасли в целом.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Колесников К.А. Способы повышение надежности строительно-дорожной техники для эксплуатации при низких температурах / К.А. Колесников // Проблемы функционирования систем транспорта: Материалы



Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 07–08 декабря 2023 года. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. — С. 123–125. — EDN: ALGWHT.

2. Оспанов Б.Т. Использование передвижной базовой станции в Арктике / Б.Т. Оспанов // Нефтегазовый терминал: Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию ТИУ. В 2-х томах, Тюмень, 04–05 июня 2024 года. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. — С. 101–105. — EDN: BUIJBR.

3. Оспанов Б.Т. Модернизация передвижной базовой станции для работы в полярных условиях / Б.Т. Оспанов // Динамика развития системы военного образования: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Омск, 14 марта 2025 года. — Омск: Омский государственный технический университет, 2025. — С. 1100–1103. — EDN: JMWPYV.

4. Chibikova T.V. Application of Machine Learning Methods to Process Lidar Data in Autonomous Driving Systems / T.V. Chibikova, G.A. Nesterenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2025. — Vol. 54. — № S1. — P. S79–S89. — DOI: 10.1134/S1052618825701201. — EDN: OGPHCW.

5. Chibikova T.V. Typology of Neural Networks Used in Designing Autonomous Driving Systems for Electric Transport / T.V. Chibikova, G.A. Nesterenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2025. — Vol. 54. — № 7. — P. 803–811. — DOI: 10.1134/S1052618825700487. — EDN: SAAPOU.

6. Нестеренко Г.А. Современные процессы разработки и испытаний транспортных средств с использованием технологии трёхмерной печати / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко, К.О. Чернуха // Автомобильная промышленность. — 2024. — № 10. — С. 37–39. — EDN: FNEOWZ.

7. Гладков С.Д. Мобильный комплекс пожаротушения / С.Д. Гладков, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Тракторы и сельхозмашины. — 2026. — Т. 93. — № 1. — С. 133–142. — DOI: 10.17816/0321-4443-639961. — EDN: JDEYEX.

8. Лысенко Е.А. Разборная платформа для эксплуатации транспортных средств в сложных дорожных условиях / Е.А. Лысенко, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2022. — № 7. — С. 13–15. — EDN: YYLOHF.

9. Хряков Д.А. Повышение эффективности КМУ при проведении коммунальных работ / Д.А. Хряков // Безопасность городской среды : Материалы XII Международной научно-практической конференции, Омск, 16 ноября 2024 года. — Омск: Омский государственный технический университет, 2025. — С. 189–191. — EDN: ZHLOYT.

10. Хряков Д.А. Модернизация краново-манипуляторного устройства для обеспечения эффективности строительства автомобильных дорог / Д.А. Хряков // Дорожная наука - дорожной отрасли: Материалы региональной научно-практической конференции, Тюмень, 26 апреля 2024 года. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. — С. 65–68. — EDN: LFCIXR.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kolesnikov K.A. Sposoby povyshenie nadezhnosti stroitel'no-dorozhnoj tekhniki dlya ekspluatatsii pri nizkikh temperaturah [Methods of Increasing the Reliability of Construction and Road Machinery for Operation at Low Temperatures] / K.A. Kolesnikov // Problemy funkcionirovaniya sistem transporta [Problems of Transport Systems Functioning]: Materials of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists, Tyumen, December 7–8, 2023. — Tyumen: Tyumen Industrial University, 2024. — P. 123–125. — EDN: ALGWHT. [in Russian]

2. Ospanov B.T. Ispol'zovanie peredvizhnoj bazovoj stancii v Arktike [Use of a mobile base station in the Arctic] / B.T. Ospanov // Neftegazovyy terminal [Oil and Gas Terminal]: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 60th anniversary of TIU. In 2 volumes, Tyumen, June 4–5, 2024. — Tyumen: Tyumen Industrial University, 2024. — P. 101–105. — EDN: BUIJBR. [in Russian]

3. Ospanov B.T. Modernizatsiya peredvizhnoj bazovoj stancii dlya raboty v polyarnykh usloviyakh [Modernization of a Mobile Base Station for Use in Polar Conditions] / B.T. Ospanov // Dinamika razvitiya sistemy voennogo obrazovaniya : Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, Omsk, 14 marta 2025 goda [Dynamics of the Development of the Military Education System: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Omsk, March 14, 2025]. — Omsk: Omsk State Technical University, 2025. — P. 1100–1103. — EDN: JMWPYV. [in Russian]

4. Chibikova T.V. Application of Machine Learning Methods to Process Lidar Data in Autonomous Driving Systems / T.V. Chibikova, G.A. Nesterenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2025. — Vol. 54. — № S1. — P. S79–S89. — DOI: 10.1134/S1052618825701201. — EDN: OGPHCW.

5. Chibikova T.V. Typology of Neural Networks Used in Designing Autonomous Driving Systems for Electric Transport / T.V. Chibikova, G.A. Nesterenko // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2025. — Vol. 54. — № 7. — P. 803–811. — DOI: 10.1134/S1052618825700487. — EDN: SAAPOU.

6. Nesterenko G.A. Sovremennyye processy razrabotki i ispytaniy transportnykh sredstv s ispol'zovaniem tekhnologii tryohmornoj pechati [Modern processes of vehicle development and testing using 3D printing technology] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, K.O. Chernukha // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automobile Industry]. — 2024. — № 10. — P. 37–39. — EDN: FNEOWZ. [in Russian]

7. Gladkov S.D. Mobil'nyy kompleks pozharotusheniya [Mobile Fire Fighting Complex] / S.D. Gladkov, G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Traktory i sel'hozmashiny [Tractors and Agricultural Machinery]. — 2026. — Vol. 93. — № 1. — Pp. 133–142. — DOI: 10.17816/0321-4443-639961. — EDN: JDEYEX. [in Russian]



8. Lysenko E.A. Razbornaya platforma dlya ekspluatacii transportnyh sredstv v slozhnyh dorozhnyh usloviyah [A collapsible platform for operating vehicles in difficult road conditions] / E.A. Lysenko, G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // *Avtomobil'naya promyshlennost'* [Automobile Industry]. — 2022. — № 7. — P. 13–15. — EDN: YYLOHF. [in Russian]
9. Khryakov D.A. Povyshenie effektivnosti KМУ pri provedenii kommunal'nyh rabot [Improving the Efficiency of Municipal Services] / D.A. Khryakov // *Bezopasnost' gorodskoj sredy* [Urban Environment Safety]: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference, Omsk, November 16, 2024. — Omsk: Omsk State Technical University, 2025. — P. 189–191. — EDN: ZHLOYT. [in Russian]
10. Khryakov D.A. Modernizatsiya kranovo-manipulyatornogo ustrojstva dlya obespecheniya effektivnosti stroitel'stva avtomobil'nyh dorog [Modernization of a Crane-Manipulator Device to Ensure the Efficiency of Road Construction] / D.A. Khryakov // *Dorozhnaya nauka - dorozhnoj otrasl'* [Road Science for the Road Industry]: Proceedings of the Regional Scientific and Practical Conference, Tyumen, April 26, 2024. — Tyumen: Tyumen Industrial University, 2024. — P. 65–68. — EDN: LFCIXR. [in Russian]