

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА/TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.70.5>

EDN: GVYLWA

ПОВЫШЕНИЕ КОМФОРТА В ПЕРЕДВИЖНОМ МЕДИЦИНСКОМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Научная статья

Кучерявый З.В.¹, Нестеренко Г.А.^{2,*}, Нестеренко И.С.³²ORCID : 0000-0003-1528-4627;³ORCID : 0000-0003-4749-010X;^{1,2,3} Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

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

Предложена: 04.04.2026; Принята: 29.05.2026; Опубликовано: 19.06.2026

Аннотация

В статье рассматривается передвижной медицинский комплекс на базе автомобиля УРАЛ-4320, предназначенный для оказания медицинской помощи населению в сельской и удаленной местности. Раскрыта актуальность разработки в связи с низкой доступностью стационарных медицинских учреждений, недостатком квалифицированных кадров и диагностического оборудования в сельских районах. Приведены статистические данные успешной эксплуатации мобильных диагностических пунктов. Основное внимание уделено модернизации подвески шасси базового автомобиля УРАЛ-4320 для обеспечения сохранности медицинского оборудования при движении по бездорожью. Выполнены расчеты упругой характеристики подвески, статического и динамического прогиба, жесткости пружин и числа витков. Результаты расчетов подтверждают пригодность спроектированной подвески для эксплуатации медицинского комплекса.

Ключевые слова: медицинский комплекс, сельская местность, медицинское оборудование, мобильный центр, медицинские услуги.

IMPROVING COMFORT IN A MOBILE MEDICAL UNIT FOR RURAL AREAS

Research article

Kucheryavyy Z.V.¹, Nesterenko G.A.^{2,*}, Nesterenko I.S.³²ORCID : 0000-0003-1528-4627;³ORCID : 0000-0003-4749-010X;^{1,2,3} Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

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

Suggested: 04.04.2026; Accepted: 29.05.2026; Published: 19.06.2026

Abstract

The article examines a mobile medical unit based on the Ural-4320 vehicle, designed to provide medical care to the population in rural and remote areas. The relevance of this development is highlighted in light of the limited access to inpatient medical facilities, the shortage of qualified staff and diagnostic equipment in rural areas. Statistical data on the successful operation of mobile diagnostic units are presented. The main focus is on the modernisation of the chassis suspension of the Ural-4320 base vehicle to ensure the safety of medical equipment when travelling off-road. Calculations have been carried out for the suspension's elastic characteristics, static and dynamic deflection, spring stiffness and number of coils. The results of the calculations confirm the suitability of the designed suspension for use in the medical complex.

Keywords: medical complex, rural area, medical equipment, mobile centre, medical services.

Введение

Современное общество сталкивается с рядом серьезных проблем в области здравоохранения, особенно в контексте обеспечения доступности медицинских услуг для населения страны. Одним из наиболее острых вопросов, требующих незамедлительного решения, является проблема медицинского обслуживания в сельских и удаленных районах. Несмотря на значительные достижения в области медицины и технологий, многие жители этих территорий по-прежнему сталкиваются с трудностями в получении качественной медицинской помощи. Отсутствие специализированных медицинских учреждений, недостаток квалифицированного персонала и ограниченный доступ к современным диагностическим технологиям создают значительные барьеры для своевременного выявления и лечения заболеваний.

В связи с этим передвижной медицинский комплекс для помощи в сельской местности представляет собой актуальное и необходимое решение, способное существенно улучшить ситуацию.

Методы и принципы исследования

Мобильные диагностические центры уже зарекомендовали себя как эффективный инструмент для преодоления географических и социальных барьеров в здравоохранении [1], [2].

По данным на 01.12.2025 год на примере населенного пункта Нарьян-Мар:

1. Запланированные выезды передвижного медицинского пункта согласно утвержденному плану – по итогам года — 40 выездов.
2. Действительное количество выполненных выездов – по итогам года — 59 выездов.
3. Периоды простоя, поломки, время на ремонт — нет.
4. Количество посещений при выездах мобильного пункта – по итогам года — 932 человека
5. Выполненные медицинские осмотры и осмотры в рамках диспансеризации взрослого населения – по итогам года — 282 человека

Мобильные центры способны предоставлять широкий спектр диагностических услуг, включая лабораторные исследования, ультразвуковую диагностику, кардиограмму и другие процедуры, что делает их незаменимыми в борьбе с распространением заболеваний и повышением уровня здоровья населения [3], [4]. Исходя из вышеперечисленного медицинский модуль мобильного диагностического центра должен быть оснащен такими аппаратами как: аппарат УЗИ, аппарат ИВЛ, электрокардиограф, портативный рентген аппарат с защитой от излучения, медицинским набором для сбора и исследования анализов.

В условиях ограниченного финансирования здравоохранения в России и нехватки средств на развитие инфраструктуры, важно продумать каждый аспект, чтобы проект оказался не только социально значимым, но и экономически целесообразным. Ввод в эксплуатацию мобильного медицинского центра позволит сократить сроки и финансы на постройки специализированных медицинских учреждений в сельской местности.

Создание медицинского комплекса — это не просто внедрение новых технологий, но и комплексный подход к решению проблемы доступности медицинских услуг в удаленных районах страны. С помощью данного проекта появляется возможность не только улучшить качество медицинского обслуживания, но и повысить уровень здоровья населения, что в итоге приведет к улучшению социальных и экономических условий жизни в сельской местности.

Создание мобильного диагностического центра на базе автомобиля УРАЛ-4320 представляет собой комплексный проект, направленный на улучшение доступности медицинской помощи в отдаленных и сельских районах [5], [6]. Населенные пункты находятся вдали от дорог с твердым покрытием, поэтому требуется использовать автомобиль с колесной формулой 4x4 или 6x6 [7]. Автомобиль УРАЛ-4320 является автомобилем отечественного производства с колесной формулой 6x6 что делает его основным претендентом для базового шасси медицинского комплекса. Автомобиль имеет мощный двигатель 240 лошадиных сил, что обеспечивает достаточную тягу для перевозки оборудования и медицинского персонала. Двигатель работает на дизельном топливе, что является важным преимуществом в условиях ограниченного доступа к автозаправкам в отдаленных районах. Дизельные двигатели, как правило, более экономичны и имеют больший запас хода. Система охлаждения двигателя спроектирована таким образом, чтобы предотвращать перегрев даже при длительной работе в условиях высоких температур, что так же важно для надежности работы всего комплекса.

Основное внимание в проекте мобильного медицинского комплекса уделяется модернизации подвески, для улучшения плавности хода, чтобы сохранить в целостности медицинское оборудование, расположенное в медицинском модуле автомобиля. Для проектируемого мобильного диагностического центра необходима надежная мягкая подвеска, которая способна компенсировать неровности дорожного покрытия, для этой цели подходит модернизированная пружинная зависимая подвеска [8], [9], [10], [11], [12]. Такая модификация позволит существенно повысить уровень удобства перевозки дорогостоящего оборудования, снизить затраты на эксплуатацию и обеспечить необходимые показатели надежности и грузоподъемности.

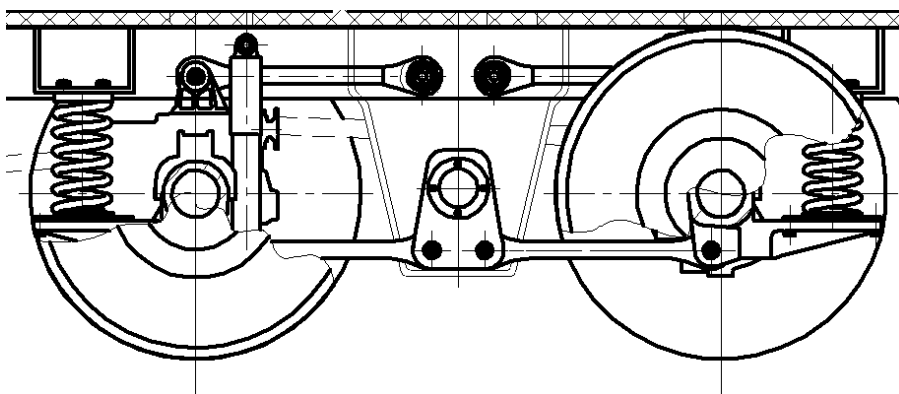


Рисунок 1 - Общий вид модернизированной задней тележки автомобиля Урал – 4320

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.70.5.1>

Для проектирования пружинной подвески необходимо рассчитать упругую характеристику подвески. Для этого необходимо найти статический прогиб подвески (мм):

$$F_{cm} = (g)/(4*\pi^2*v^2) \quad (1)$$

где v — частота собственных колебаний поддрессоренных масс, для грузовых автомобилей $v = 1,5$ Гц.

Кроме статического прогиба необходимо найти усилие на упругом элементе при статическом прогибе на одно колесо:

$$P_{ст} = (G_a)/6 \quad (2)$$

где G_a — вес полностью снаряжённого автомобиля с полезной нагрузкой, включая медицинский модуль и оборудование, Н.

Для нахождения динамической нагрузки и динамического прогиба пружины используется соотношение:

$$F_d = F_{cm} \quad (3)$$

Динамический прогиб пружины (мм):

$$P_d = P_{ст} * K_d \quad (4)$$

где K_d — 2,5 коэффициент для грузовых автомобилей класса Урал-4320.

Из справочных данных полный ход подвески для грузового автомобиля применяется: $F_n = 160$ мм.

По полученным данным был построен график упругой характеристики подвески (рис. 2).

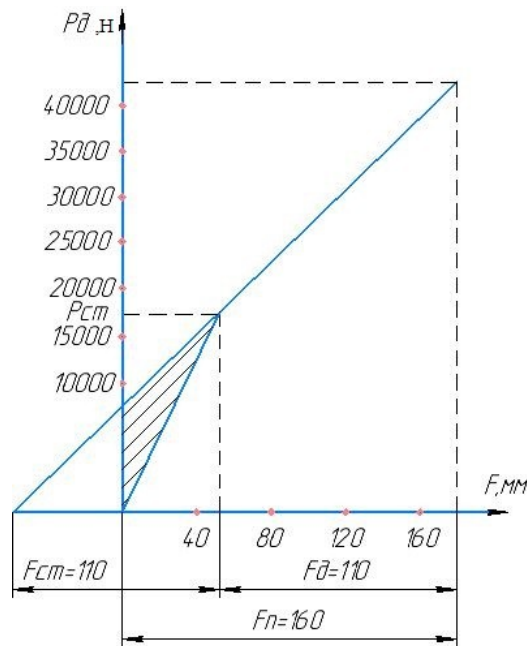


Рисунок 2 - Упругая характеристика подвески

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.70.5.2>

Полученная характеристика позволяет сделать вывод, что жёсткость подвески является постоянной во всём рабочем диапазоне хода. Это свойственно пружинным подвескам без дополнительных упругих элементов (например, без резиновых буферов, работающих в основном режиме).

Имея рассчитанные выше данные, можно рассчитать жёсткость пружины, для этого используется формула:

$$c = (P_{ст}) / (F_{cm}) \quad (5)$$

где c — жёсткость пружины, (кН/м).

Конструкция пружинной подвески обеспечивает равенство перемещений между пружинной и колесом, следовательно, можно сделать вывод, что жёсткость пружины равна жёсткости подвески.

Жёсткость подвески рассчитывается с использованием формулы:

$$C = (G * d^4) / (8 * n * D^3) \quad (6)$$

где G — модуль сдвига, для стали ($7,85 * 10^4$ МПа);

n — число рабочих витков пружины;

d — диаметр проволоки из которой изготовлена пружина ($d=25$ мм);

D — средний диаметр витка пружины ($D=145$ мм).

Из предыдущей формулы можно найти число рабочих витков пружины:

$$n = (G * d^4) / (8 * C * D^3) \quad (7)$$

Примем число рабочих витков как $n = 7$.

Общее количество витков $n + 2 = 9$ витков.

Из полученных данных рассчитывается напряжение цилиндрической пружины:

$$\tau_{пр} = (8 * P_d * D) / (\pi * d^3) \leq [\tau] \quad (8)$$

где $\tau_{пр} = 912$ МПа, данное значение находится в пределах допустимого диапазона, $[\tau] = 800 \dots 1000$ МПа.

Основные результаты

Обоснован выбор оптимальной конструкции подвески — модернизированная пружинная зависимая подвеска, обеспечивающая компромисс между грузоподъемностью, надежностью и плавностью хода

Построена упругая характеристика модернизированной подвески автомобиля УРАЛ-4320, которая показывает пригодность использования автомобиля по бездорожью.



Получены численные параметры подвески:

- статический прогиб — 0,110 мм;
- динамический прогиб — 110 мм;
- полный ход подвески — 160 мм;
- жесткость пружины — 156,3 кН/м;
- число рабочих витков пружины — 7 (общее — 9);
- расчетное напряжение в пружине не превышает допустимого (800–1000 МПа).

Заключение

В работе обоснована модернизация подвески передвижного медицинского комплекса на базе УРАЛ-4320. Результаты расчетов показывают, что предложенная пружинная подвеска обеспечивает необходимые показатели жесткости, динамической устойчивости и плавности хода. Это позволяет сохранить дорогостоящее диагностическое оборудование от вибрации при эксплуатации на некачественных дорогах сельской местности.

Анализ статистических данных 2024 года показывают высокий спрос на работу мобильных медицинских комплексов. Таким образом, реализация проекта не только решает социальную задачу повышения доступности медицины на селе, но и экономически целесообразна, так как требует модернизации базового автомобиля УРАЛ-4320 вместо строительства стационарных учреждений.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Journal of Agriculture and Environment.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.70.5.3>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Community of Reviewers of the Journal of Agriculture and Environment.

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.70.5.3>

Список литературы / References

1. Патент на полезную модель № 39108 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 3/14, А61G 10/00. мобильный медицинский комплекс : № 2004111463/22 : заявл. 20.04.2004 : опубл. 20.07.2004 / А. А. Шадрухин ; заявитель Закрытое акционерное общество "Радиян". — EDN NRJGLR.
2. Патент на полезную модель № 100896 U1 Российская Федерация, МПК А61В 8/00, В60Р 3/00. Мобильный диагностический комплекс "Тиробус" : № 2010121903/14 : заявл. 20.05.2010 : опубл. 10.01.2011 / А. Н. Бубнов, Ю. Н. Федотов, И. В. Слепцов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное учреждение "Северо-Западный окружной медицинский центр Минздравсоцразвития". — EDN IVTCAB.
3. Абдуллабеков Р.Н. Передвижные медицинские комплексы в России / Р.Н. Абдуллабеков, В.Е. Федорчук, Т.В. Минникова // Медицинские технологии. Оценка и выбор. — 2021. — № 3(43). — С. 45–52. — DOI: 10.17116/medtech20214303145. — EDN JZQWOP.
4. Кучерявый З.В. Передвижная медицинская станция / З.В. Кучерявый, И.С. Нестеренко // Cifra. Машиностроение. — 2023. — № 1(1). — DOI: 10.18454/ENGIN.2023.1.5. — EDN KTPDWC.
5. Кучерявый З.В. Спасательная-эвакуационная машина двойного назначения на базе автомобиля Урал-4320 / З.В. Кучерявый // Динамика развития системы военного образования : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Омск, 14 марта 2025 года. — Омск : Омский государственный технический университет, 2025. — С. 1001–1003. — EDN SAZOML.
6. Цапов В.Ю. Актуальность использования аварийно-спасательной машины на базе УАЗ 3303 / В.Ю. Цапов, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Тенденции развития науки и образования. — 2022. — № 88-1. — С. 34–36. — DOI: 10.18411/trnio-08-2022-09. — EDN MSXMIZ.
7. Нестеренко Г.А. Проект транспортирующего автомобиля для ремонта техники в полевых условиях / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2023. — № 4. — С. 4–6. — EDN NMLKHJ.
8. Трофимов А. Внедрение системы управляемых стабилизаторов в подвеску грузовых автомобилей повышенной проходимости / А. Трофимов // Cifra. Машиностроение. — 2024. — № 3(4). — DOI: 10.60797/ENGIN.2024.4.5. — EDN AYENMT.
9. Нестеренко И.С. Повышение эксплуатационных свойств фермерского автомобиля / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — № 3(43). — DOI: 10.23649/JAE.2024.43.7.
10. Молоццо А.А. Подвеска автомобиля как колебательное звено системы автоматического регулирования / А.А. Молоццо, В.В. Соколянский // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. — 2022. — № 1(11). — С. 213–216.
11. Нестеренко Г.А. Проект универсального транспортровщика на базе автомобиля высокой проходимости / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2026. — № 1. — С. 8–11. — DOI: 10.36652/0005-2337/2025-01-08-11.
12. Нестеренко Г.А. Машина разграждения на базе автомобиля ГАЗ 33027 / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко, А.С. Воробьев // Тенденции развития науки и образования. — 2023. — № 93-9. — С. 109–111. — DOI: 10.18411/trnio-01-2023-464.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Patent na poleznuyu model' № 39108 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK B60P 3/14, A61G 10/00. mobil'nyj medicinskij kompleks [Utility Model Patent No. 39108 U1, Russian Federation, IPC B60P 3/14, A61G 10/00. Mobile Medical Complex]: No. 2004111463/22, filed on April 20, 2004, published on July 20, 2004 / A. A. Shadruxhin, applicant: Radian Closed Joint-Stock Company. — EDN NRJGLR. [in Russian]
2. Patent na poleznuyu model' № 100896 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A61B 8/00, B60P 3/00. Mobil'nyj diagnosticheskij kompleks "Tirobus" [Utility Model Patent No. 100896 U1, Russian Federation, IPC A61B 8/00, B60P 3/00. Mobile Diagnostic Complex "Tirobus"] : No. 2010121903/14 : applied for on 20.05.2010 : published on 10.01.2011 / A. N. Bubnov, Yu. N. Fedotov, I. V. Sleptsov [et al.] ; applicant: Federal State Institution "North-Western District Medical Center of the Ministry of Health and Social Development". — EDN IVTCAB. [in Russian]
3. Abdullabekov R.N. Peredvizhnye medicinskie komplekсы v Rossii [Mobile Medical Complexes in Russia] / R.N. Abdullabekov, V.E. Fedorchuk, T.V. Minnikova // Medicinskie tekhnologii. Ocenka i vybor [Medical Technologies. Evaluation and Selection]. — 2021. — No. 3(43). — P. 45–52. — DOI: 10.17116/medtech20214303145. — EDN JZQWOP. [in Russian]
4. Kucheryavy Z.V. Peredvizhnaya medicinskaya stanciya [Mobile Medical Station] / Z.V. Kucheryavy, I.S. Nesterenko // Cifra. Mashinostroenie [Cifra. Mechanical Engineering]. — 2023. — No. 1(1). — DOI: 10.18454/ENGIN.2023.1.5. — EDN KTPDWC [in Russian]
5. Kucheryavy Z.V. Spasatel'naya-evakuacionnaya mashina dvojnogo naznacheniya na baze avtomobilya Ural-4320 [Rescue and Evacuation Vehicle of Dual Purpose Based on the Ural-4320 Car] / Z.V. Kucheryavy // Dinamika razvitiya sistemy voennogo obrazovaniya [Dynamics of the Military Education System Development] : Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Omsk, March 14, 2025. — Omsk : Omsk State Technical University, 2025. — P. 1001–1003. — EDN SAZOML. [in Russian]
6. Tsapov V.Yu. Aktual'nost' ispol'zovaniya avarijno-spasatel'noj mashiny na baze UAZ 3303 [The relevance of using an emergency rescue vehicle based on the UAZ 3303] / V.Yu. Tsapov, G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the Development of Science and Education]. — 2022. — No. 88-1. — P. 34–36. — DOI: 10.18411/trnio-08-2022-09. — EDN MSXMIZ. [in Russian]
7. Nesterenko G.A. Proekt transportiruyushchego avtomobilya dlya remonta tekhniki v polevyh usloviyah [Project of a Transport Vehicle for Repairing Equipment in Field Conditions] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automobile Industry]. — 2023. — No. 4. — P. 4–6. — EDN NMLKHJ. [in Russian]
8. Trofimov A. Vnedrenie sistemy upravlyaemyh stabilizatorov v podvesku gruzovyh avtomobilej povyshennoj prohodimosti [Implementation of a Controlled Stabilizer System in the Suspension of All-Terrain Trucks] / A. Trofimov // Cifra. Mashinostroenie [Cifra. Mechanical Engineering]. — 2024. — No. 3(4). — DOI: 10.60797/ENGIN.2024.4.5. — EDN AYEhMT. [in Russian]
9. Nesterenko I.S. Povyshenie ekspluatatsionnyh svoystv fermerskogo avtomobilya [Improving the Performance of a Farm Vehicle] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — No. 3(43). — DOI: 10.23649/JAE.2024.43.7. [in Russian]
10. Molotsilo A.A. Podveska avtomobilya kak kolebatel'noe zveno sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya [Car suspension as an oscillatory link in an automatic control system] / A.A. Molotsilo, V.V. Sokolyansky // Pozharnaya i tekhnosfernaya bezopasnost': problemy i puti sovershenstvovaniya [Fire and Technosphere Safety: Problems and Ways of Improvement]. — 2022. — No. 1(11). — P. 213–216. [in Russian]
11. Nesterenko G.A. Proekt universal'nogo transportrovshchika na baze avtomobilya vysokoj prohodimosti [The project of a universal transporter based on a high-mobility vehicle] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automobile Industry]. — 2026. — No. 1. — Pp. 8–11. — DOI: 10.36652/0005-2337/2025-01-08-11. [in Russian]
12. Nesterenko G.A. Mashina razgrazhdeniya na baze avtomobilya GAZ 33027 [Demarcation Machine Based on the GAZ 33027 Car] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, A.S. Vorobyov // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the Development of Science and Education]. — 2023. — No. 93-9. — P. 109–111. — DOI: 10.18411/trnio-01-2023-464. [in Russian]