

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И КОМПЛЕКСЫ / GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MEANS AND COMPLEXES

DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5>

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЯЕМЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ В ПОДВЕСКУ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Научная статья

Трофимов А.^{1,*}

¹ Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (arturpeshehod[at]gmail.com)

Аннотация

В статье рассматривается проблема совершенствования подвески грузовых автомобилей повышенной проходимости, а именно уменьшение поперечных кренов автомобиля и повышение безопасности движения на высоких скоростях. В качестве решения предлагается внедрить систему управляемых стабилизаторов поперечной устойчивости, которая позволит улучшить управляемость автомобиля на высоких скоростях без ухудшения внедорожных характеристик. В статье описано общее устройство, рассмотрен принцип работы системы во всех режимах. Обозначены тип и конфигурация ходовой части грузового автомобиля, подходящего для внедрения в его подвеску предложенной системы. Перечислены как преимущества активных стабилизаторов, в сравнении с пассивными, так и трудности при реализации системы на конкретных транспортных средствах.

Ключевые слова: автомобиль, подвеска, повышение проходимости, бездорожье, стабилизатор.

IMPLEMENTATION OF CONTROLLED STABILIZER SYSTEM IN THE SUSPENSION OF CROSS-COUNTRY TRUCKS

Research article

Trofimov A.^{1,*}

¹ Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (arturpeshehod[at]gmail.com)

Abstract

The article examines the problem of improving the suspension of cross-country trucks, namely, reducing the transverse rolls of the vehicle and improving the safety of driving at high speeds. As a solution, it is proposed to introduce a system of controlled transverse stability stabilizers, which will improve vehicle controllability at high speeds without deterioration of off-road characteristics. The work describes the general device, considers the principle of operation of the system in all modes. The type and configuration of the chassis of a lorry suitable for the introduction of the proposed system into its suspension are outlined. Both advantages of active stabilizers in comparison with passive stabilizers and difficulties in implementation of the system on specific vehicles are listed.

Keywords: car, suspension, improving cross-country ability, off-road, stabilizer.

Введение

Грузовые автомобили повышенной проходимости широко распространены во многих сферах экономики. Высокая проходимость позволяет им доставлять оборудование и грузы по труднодоступной местности в тяжелых климатических условиях. Однако ввиду конструктивных особенностей подвески и колёс показатели устойчивости и управляемости не позволяют безопасно двигаться на высоких скоростях. Сеть качественных асфальтированных дорог постоянно расширяется и грузовые автомобили повышенной проходимости всё чаще передвигаются не только по пересечённой местности, но и по асфальтированным дорогам, развивая при этом высокие скорости. В определенных условиях пересечённая местность занимает небольшой участок от всего пути. Поэтому проблема совершенствования подвески автомобилей повышенной проходимости актуальна.

Основная часть

На рисунке 1 изображена передняя подвеска автомобиля Урал. Она обладает большим ходом, что обеспечивает высокую проходимость. Но у такой конструкции есть и недостаток – большие поперечные крены при движении по дорогам с высокими скоростями, особенно при полной полезной загрузке. Для борьбы с кренами на многих дорожных автомобилях применяются стабилизаторы поперечной устойчивости. Грузовые автомобили повышенной проходимости обладают большой полной массой и высоким центром тяжести, поэтому устанавливаемый на них стабилизатор должен обладать высокой жесткостью, что сократит ход подвесок и сильно снизит проходимость.

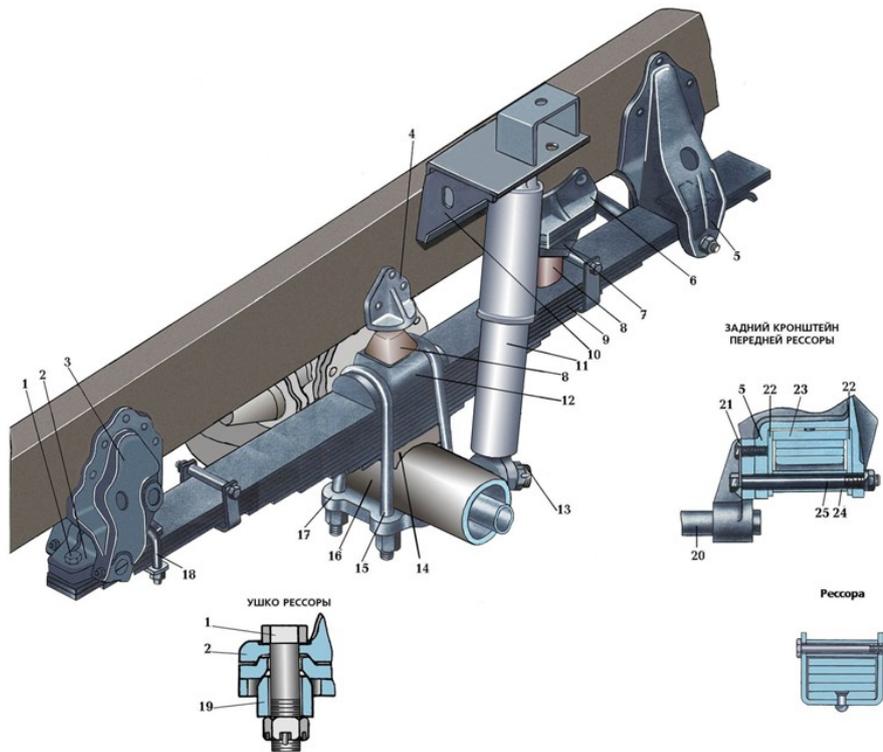


Рисунок 1 - Передняя подвеска автомобиля Урал:

1 - болт ушка передней рессоры; 2 - ушко передней рессоры; 3 - левый передний кронштейн; 4 - кронштейн буфера; 5 - задний кронштейн передней рессоры; 6 - кронштейн дополнительного буфера; 7 - обойма дополнительного буфера; 8 - буфер; 9 - передняя рессора; 10 - верхний кронштейн амортизатора; 11 - гидравлический амортизатор; 12 - накладка передней рессоры; 13 - нижний кронштейн амортизатора; 14 - подушка передней рессоры; 15 - стремянка рессоры; 16 - передний мост; 17 - хомут крепления; 18 - стремянка ушка рессоры; 19 - втулка; 20 - стяжка задних кронштейнов; 21 - пластина; 22 - вкладыши; 23 - верхний вкладыш; 24 - распорная втулка; 25 - болт; 26 - корпус клапана
 DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.1>

Этот недостаток можно рассмотреть на примере автомобиля Mercedes-benz Zetros 4x4, который является аналогом отечественного Урал-43206. В подвеске Mercedes-benz Zetros устанавливаются стабилизаторы поперечной устойчивости. На рисунке 2 можно увидеть хода задней подвески автомобиля при проезде неровностей. Стабилизатор обладает настолько высокой жесткостью, что задний мост почти не отклонился от нормального положения. Заднее правое колесо потеряло контакт с поверхностью, этим объясняется ухудшение проходимости автомобиля с жестким стабилизатором.



Рисунок 2 - Ход задней подвески Mercedes-Benz Zetros

DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.2>

Для решения этой проблемы предлагается внедрить управляемые стабилизаторы поперечной устойчивости. Их главная особенность – наличие двух режимов работы:

- 1) стабилизатор работает (Движение по ровной дороге);
- 2) стабилизатор выключен (Движение по пересечённой местности).

2.1. Общее устройство системы

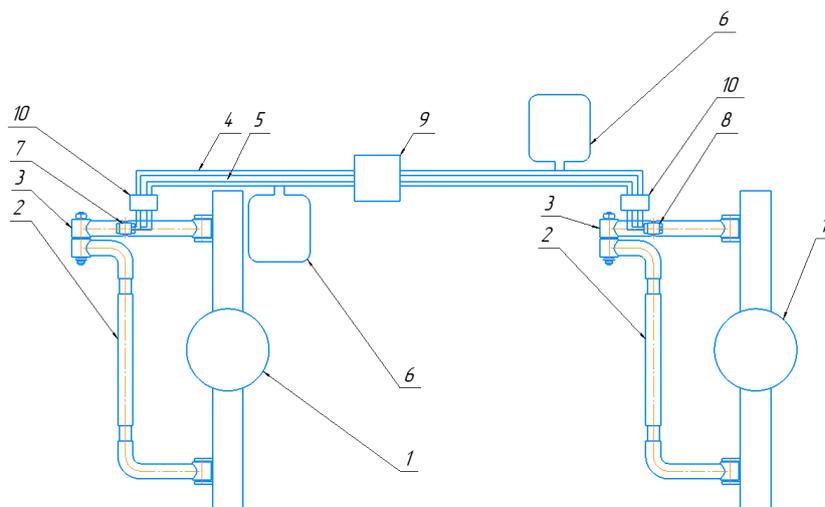


Рисунок 3 - Устройство системы:

- 1 - передний и задний мосты; 2 - передний и задний стабилизаторы; 3 - тяга стабилизаторов; 4 - трубопровод верхних полостей цилиндров; 5 - трубопровод нижних полостей цилиндров; 6 - гидроаккумуляторы; 7 - передний гидроцилиндр; 8 - задний гидроцилиндр; 9 - клапанное устройство; 10 - аварийные клапаны

DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.3>

В качестве аналога, была взята система управляемой стабилизации подвески KDSS, применяемая на легковых внедорожных автомобилях марки Toyota. Она была адаптирована для применения в подвеске тяжелых грузовых автомобилей, для чего были переработаны стабилизаторы, клапанный блок с гидроаккумуляторами. Надежность системы была повышена путем установки аварийных клапанов, и дополнительного режима работы, который отсутствовал в прототипе.

2.2. Принцип работы системы

В конструкции применяется стабилизатор поперечной устойчивости торсионного типа. Скручиваясь, он создает момент сопротивления крену грузового автомобиля. Для обеспечения выключения стабилизатора при определенных режимах движения, он выполняется из двух частей – стабилизатора 2 (рис. 3), который через две стойки 1 (рис. 4) соединяется с рамой и правым кронштейном моста, и подвижной тяги 3, которая соединяется с рамой через гидравлический цилиндр может перемещаться относительно стабилизатора 2. Подвижная тяга 3 также крепится к левому кронштейну моста.

В нормальном состоянии цилиндр зафиксирован в таком положении, что его длина соответствует длине стоек. Тяга 3 будет заблокирована со стабилизатором 2 и начнет передавать на него скручивающий момент при возникновении крена.

Если гидроцилиндр будет перемещаться, то исчезнет опора тяги 3, она перестанет передавать скручивающий момент на стабилизатор 2, который будет исключен из работы подвески.

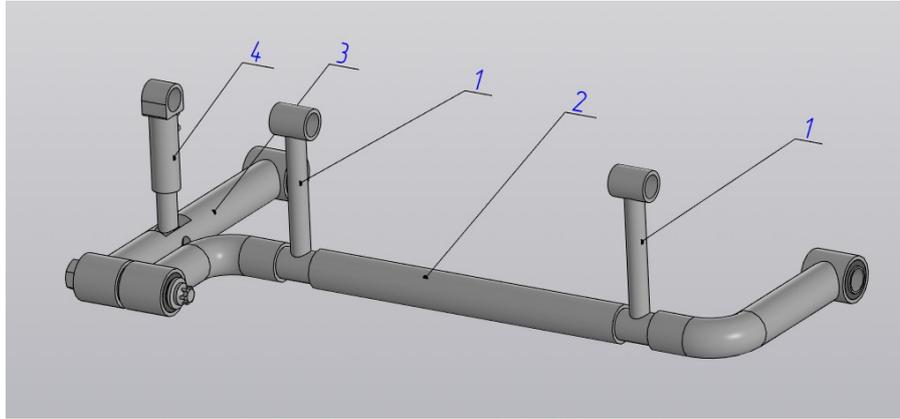


Рисунок 4 - Общий вид стабилизатора с гидроцилиндром:
 1 - стойки крепления к раме; 2 - стабилизатор; 3 - подвижная тяга стабилизатора; 4 - гидроцилиндр
 DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.4>

2.3. Работа системы

1. При движении по ровной поверхности. Гидравлические цилиндры находятся в заблокированном состоянии, так как верхние и нижние полости цилиндров передней и задней оси соединены попарно. При такой конструкции возможно только взаимное перемещение обоих цилиндров в противофазе, то есть когда передний цилиндр движется вверх, задний будет двигаться вниз и наоборот. Когда автомобиль движется по ровной поверхности такое перемещение цилиндров невозможно, и система будет находиться в заблокированном состоянии. Цилиндры же будут выполнять роль третьей неподвижной опоры для стабилизаторов.

Таким образом система будет обеспечивать стандартную работу СПУ, уменьшая поперечные крены автомобиля.

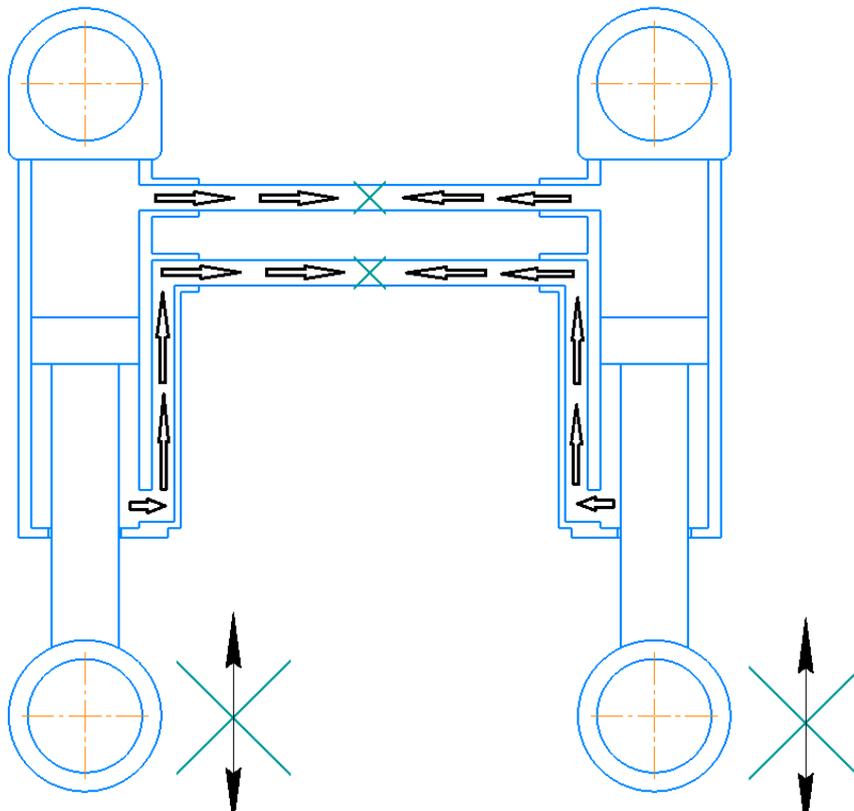


Рисунок 5 - Работа системы при движении по ровной поверхности
 DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.5>

2. При движении по пересеченной местности. Подвески автомобиля начинают перемещаться, обеспечивая взаимное перемещение цилиндров. Цилиндры перестают выполнять функцию неподвижных опор и стабилизатор размыкается на две части.

Таким образом, СПУ не уменьшает хода подвесок и обеспечивает лучшую плавность движения и проходимость на пересеченной местности.

Стоит отметить, что при сжатии переднего цилиндра, например, при наезде на кочку, задний цилиндр будет стремиться выдвинуться, тем самым увеличивая статический ход задней подвески. Заднее колесо будет прижиматься к поверхности. Данная особенность облегчает движение авто при диагональном вывешивании колес при отсутствии блокировок дифференциалов.

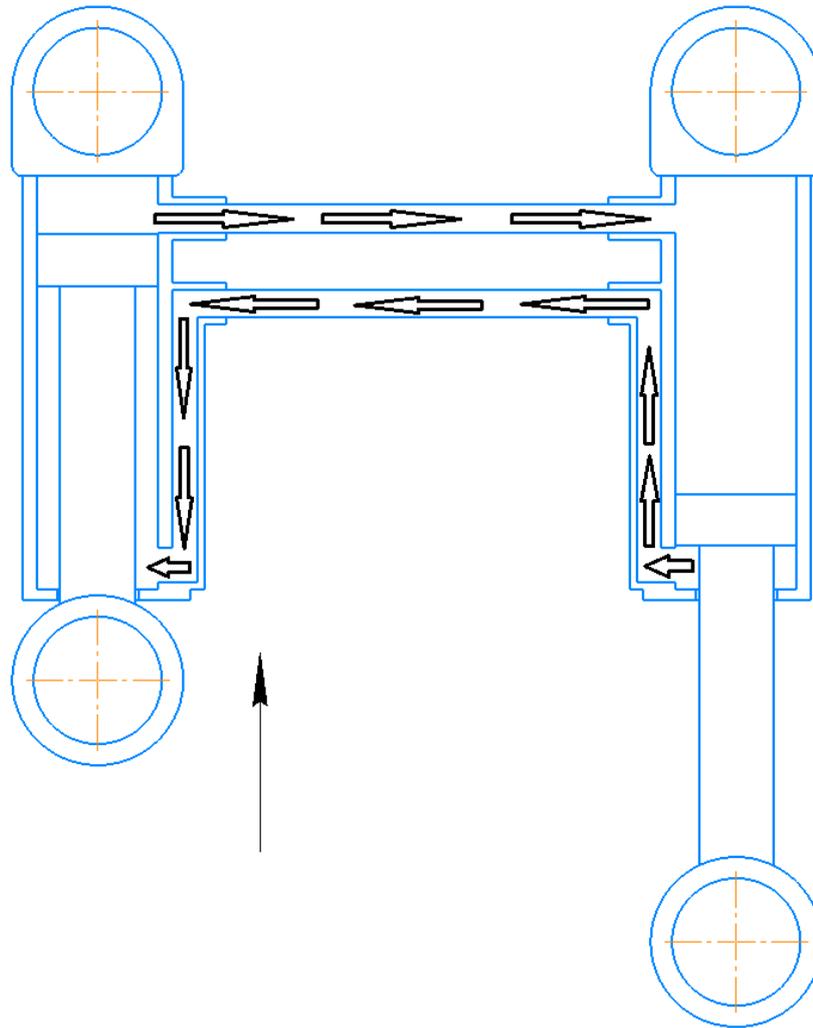


Рисунок 6 - Работа системы при движении по неровной поверхности
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.6>

3. Также система может позволить полностью разблокировать стабилизаторы, для этого в клапанном блоке 9 (рис. 3) открывается канал, соединяющий трубопроводы 4 и 5 между собой. Теперь жидкость в каждом цилиндре может перетекать между верхней и нижней полостью независимо от взаимного перемещения цилиндров. Этот режим может использоваться при проведении ремонтных работ с ходовой частью, или при долгом движении по пересеченной местности с крупными неровностями, чтобы снять нагрузку с гидравлической части системы.

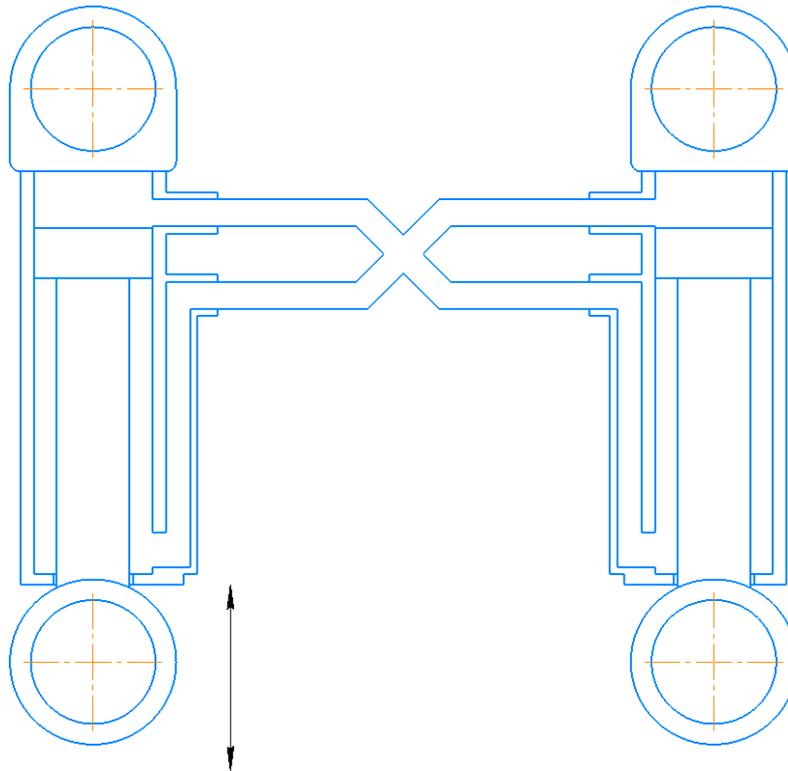


Рисунок 7 - Работа системы в разблокированном состоянии
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2024.4.5.7>

При изменении температуры окружающей среды жидкость расширяется и сжимается, это влияет на рабочее давление в системе, которое должно оставаться постоянным определенной величины. Для поддержания постоянного давления гидравлической жидкости в системе имеются два гидроаккумулятора 6 (рис. 3), они также выполняют функцию демпфирования при резком повышении давления в гидроцилиндрах, например, при наезде на крупную неровность.

Немаловажным достоинством системы является отсутствие в конструкции электрических и электронных управляющих систем. Активация работы стабилизатора управляется механически на основе кинематики работы подвески. Это сильно увеличивает надежность системы и ремонтпригодность системы, а отсутствие электронных систем управления упрощает её внедрение в конструкцию подвесок грузовых автомобилей.

Заключение

Внедрение системы управляемых гидравлических СПУ в подвеску грузовых автомобилей повышенной проходимости позволит увеличить характеристики устойчивости, безопасность, среднюю скорость при движении по дорогам с асфальтовым покрытием. При этом не влияя на проходимость автомобиля. Однако применение системы предложенной конструкции возможно только на грузовых автомобилях повышенной проходимости в двухосном исполнении, так как не решен вопрос реализации стабилизатора поперечной устойчивости для задней балансирной тележки. Наиболее подходящие базовые автомобили для внедрения предложенной системы – это автомобили с колесной формулой 4x4 и полной массой от 3 до 12 тонн. Например: Урал-43206, Камаз-4326, ГАЗ-3308. Для более тяжелых трёхосных грузовых автомобилей, таких как Урал-4320-31, Камаз-5350 будет разумно внедрить упрощённый вариант конструкции, с одним стабилизатором на передней оси.

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. Васильченков В.Ф. Военные автомобили. Конструкция и расчет / В.Ф. Васильченков — Рыбинск: РДП, 1997. — 400 с.
2. Автомобили Урал-4320-10, Урал-4320-31 и их модификации: руководство по эксплуатации. — Миасс: АЗ Урал, 2003. — С. 68-74.

3. Нестеренко Г.А. Модернизация автомобиля «Ниссан Лаурель С33» для участия в соревнованиях по «дрифту» / Г.А. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2023. — №9. — С. 13-15.
4. Колесников К.А. Встроенная система управления состоянием военных колесных транспортных средств / К.А. Колесников // Динамика развития системы военного образования: материалы VI Международной научно-практической конференции. — Омск: Омский государственный технический университет, 2024. — С. 662-664.
5. Достовалов С.А. Влияние модернизации на технические характеристики автомобиля такси / С.А. Достовалов // Вопросы современной науки: новые достижения. — Нефтекамск: Мир науки, 2024. — С. 13-16.
6. Талызин В.С. Модернизация двигателя автомобиля УАЗ-452 / В.С. Талызин, Г.А. Нестеренко // Транспортные системы: безопасность, новые технологии, экология. — Якутск: Якутский институт водного транспорта, 2023. — С. 258-262.
7. Крузе А.А. Модернизация подвески транспортного средства специального назначения / А.А. Крузе, Г.А. Нестеренко // Транспортные системы: безопасность, новые технологии, экология. — Якутск: Якутский институт водного транспорта, 2023. — С. 246-252.
8. Нестеренко Г.А. К вопросу обеспечения комфорта в специализированном автомобиле на базе автомобиля ГАЗ-27527 / Г.А. Нестеренко, С.А. Железняк // Современные инновации. — 2016. — №12(14). — С. 30-33.
9. Нестеренко Г.А. Обоснование оснащения специализированного охотничьего автомобиля на базе автомобиля "Соболь" / Г.А. Нестеренко, М.В. Корабельников // Высшая школа. — 2016. — №9-2. — С. 108-109.
10. Нестеренко Г.А. Оснащение специализированного автомобиля для рыбной ловли на базе автомобиля ГАЗ-27527 / Г.А. Нестеренко, С.А. Железняк // Высшая школа. — 2016. — №9-1. — С. 137-138.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vasil'chenkov V.F. Voennye avtomobili. Konstruktsiya i raschet [Military vehicles. Design and calculation] / V.F. Vasil'chenkov — Rybinsk: RDP, 1997. — 400 p. [in Russian]
2. Avtomobili Ural-4320-10, Ural-4320-31 i ih modifikacii [Cars Ural-4320-10, Ural-4320-31 and their modifications]: Manual. — Miass: AZ Ural, 2003. — P. 68-74. [in Russian]
3. Nesterenko G.A. Modernizaciya avtomobilya «Nissan Laurel' S33» dlya uchastiya v sorevnovaniyah po «driftu» [Modernization of the Nissan Laurel C33 car for participation in drift competitions] / G.A. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automotive Industry]. — 2023. — №9. — P. 13-15. [in Russian]
4. Kolesnikov K.A. Vstroennaya sistema upravleniya sostoyaniem voennyh kolesnyh transportnyh sredstv [Built-in control system for the state of military wheeled vehicles] / K.A. Kolesnikov // Dinamika razvitiya sistemy voennogo obrazovaniya [Dynamics of development of the military education system]: materials of the VI International Scientific and Practical Conference. — Омск: Омск State Technical University, 2024. — P. 662-664. [in Russian]
5. Dostovalov S.A. Vliyaniye modernizacii na tekhnicheskie harakteristiki avtomobilya taksi [the influence of modernization on the technical characteristics of a taxi car] / S.A. Dostovalov // Voprosy sovremennoj nauki: novye dostizheniya [Issues of modern science: new achievements]. — Neftkamsk: World of Science, 2024. — P. 13-16. [in Russian]
6. Talyzin V.S. Modernizaciya dvizhitelya avtomobilya UAZ-452 [Modernization of the UAZ-452 vehicle propulsion] / V.S. Talyzin, G.A. Nesterenko // Transportnye sistemy: bezopasnost', novye tekhnologii, ekologiya [Transport systems: safety, new technologies, ecology]. — Yakutsk: Yakut Institute of Water Transport, 2023. — P. 258-262. [in Russian]
7. Kruse A.A. Modernizaciya podveski transportnogo sredstva special'nogo naznacheniya [Modernization of the suspension of a special-purpose vehicle] / A.A. Kruse, G.A. Nesterenko // Transportnye sistemy: bezopasnost', novye tekhnologii, ekologiya [Transport systems: safety, new technologies, ecology]. — Yakutsk: Yakut Institute of Water Transport, 2023. — P. 246-252. [in Russian]
8. Nesterenko G.A. K voprosu obespecheniya komforta v specializirovannom avtomobile na baze avtomobilya GAZ-27527 [On the issue of ensuring comfort in a specialized vehicle based on the GAZ-27527] / G.A. Nesterenko, S.A. Zheleznyak // Sovremennye innovacii [Modern innovations]. — 2016. — №12(14). — P. 30-33. [in Russian]
9. Nesterenko G.A. Obosnovanie osnashcheniya specializirovannogo ohotnich'ego avtomobilya na baze avtomobilya "Sobol'" [Justification for equipping a specialized hunting vehicle based on the Sobol car] / G.A. Nesterenko, M.V. Korabelnikov // Vysshaya shkola [Higher School]. — 2016. — №9-2. — P. 108-109. [in Russian]
10. Nesterenko G.A. Osnashchenie specializirovannogo avtomobilya dlya rybnoj lovli na baze avtomobilya GAZ-27527 [Equipment of a specialized vehicle for fishing based on the GAZ-27527 car] / G.A. Nesterenko, S.A. Zheleznyak // Vysshaya shkola [Higher school]. — 2016. — №9-1. — P. 137-138. [in Russian]