



## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА/STRUCTURAL MECHANICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.71.2>

EDN: OOOJHX

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Научная статья

Нестеренко И.С.<sup>1</sup>, Нестеренко Г.А.<sup>2</sup> \*<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-4749-010X;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1528-4627;<sup>1,2</sup> Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

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

**Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы проектирования грузоподъемных механизмов на базе транспортных средств высокой проходимости. Необходимость применения таких устройств обусловлена требованиями обеспечения мобильных погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки грузов в районы, не имеющие сети автомобильных дорог и дорог с твердым покрытием.

В работе было рассмотрено базовое шасси и краново-манипуляторная установка, а также предложена модификация для увеличения эффективности использования такого устройства в различных сферах его применения. Представлены расчеты коэффициентов устойчивости для предложенной краново-манипуляторной установки, что позволит определить дальнейшую перспективу для реализации данной разработки.

**Ключевые слова:** колесные машины, краново-манипуляторное устройство, модернизация, грузовой транспорт, мобильное грузоподъемное оборудование.

**A STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING A PORTABLE LIFTING APPLIANCE DURING CONSTRUCTION WORK**

Research article

Nesterenko I.S.<sup>1</sup>, Nesterenko G.A.<sup>2</sup> \*<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-4749-010X;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1528-4627;<sup>1,2</sup> Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

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

**Abstract**

The article examines the design of lifting mechanisms based on off-road vehicles. The need for such devices arises from the requirements for mobile loading and unloading operations and the transport of goods to areas lacking a network of motorways and paved roads.

The work examined the basic chassis and the crane-manipulator unit, and suggested modifications to enhance the efficiency of such a device across various fields of application. Calculations of the stability coefficients for the proposed crane-manipulator unit are presented, which will help determine the future prospects for implementing this design.

**Keywords:** wheeled vehicles, crane-manipulator units, modernisation, freight transport, portable lifting appliances.

**Введение**

Краново-манипуляторные установки, размещенные на транспортных средствах, играют большую роль в решении вопросов при транспортировке строительных материалов и являются частью общей логистической и строительной инфраструктуры. Данная техника применяется в различных отраслях, таких как строительная, энергетическая, логистическая и т.д. Большие возможности, по сравнению с обычными кранами, позволяют использовать данный вид техники для небольших по объему работ (например, в индивидуальном строительстве, малоэтажном строительстве и т.д.) [1], [2].

Для обеспечения мобильности при погрузке, транспортировке и последующей разгрузке материалов оптимально подходит краново-манипуляторное устройство (КМУ). Краново-манипуляторное устройство является агрегатом, который можно устанавливать на колесное, гусеничное транспортное средство или использовать его автономно. Данное устройство предназначено для выполнения погрузочно-разгрузочных или монтажно-строительных работ с применением различного навесного оборудования, который обеспечивает проведение различных видов работ.

**Методы и принципы исследования**

При проектировании машины с грузоподъемным устройством в первую очередь необходимо определиться с типом самого манипулятора. По типам КМУ делятся на два типа: Z-образные, работа такого типа КМУ осуществляется посредством выдвигания секций стрелы, данный тип КМУ отличается большей мобильностью, удобством и компактностью в рабочих процессах; L-образные, у которых телескопическая стрела крана-манипулятора с тросовой подвеской крюка располагается над крышей кабины грузовика, такие типы краново-манипуляторных установок могут справляться с небольшим по габаритам, но тяжелым грузом.

Быстрое развитие конструкций установок с краном-манипулятором открывает большие перспективы для повышения эффективности выполнения погрузочно-разгрузочных и строительных работ [3]. В качестве одного из вариантов модернизации краново-манипуляторной установки предлагается усовершенствовать универсальное крепление на конце стрелы с возможностью применения различного навесного оборудования, например, захвата, крана, грейфера, монтажной корзины, бура или устройства для обрезки веток [4], [5], [6].

Стандартные краново-манипуляторные устройства выполняют однотипные действия, например, функцию погрузки-разгрузки, либо другие действия. Модернизированная краново-манипуляторная установка позволяет выполнять больший спектр работ из-за возможности замены навесного оборудования на конце стрелы. Таким образом, посредством одной единицы техники можно будет выполнить монтаж электрического столба с использованием бура и дальнейшей его установкой с помощью крюка, а также и протяжкой электропроводов с помощью монтажной корзины. Замена различного вида оборудования позволяет сделать данное КМУ многофункциональным. Для этого следует выбрать оптимальную краново-манипуляторную установку и рассчитать коэффициент устойчивости.

### Основные результаты

В качестве базового автомобиля предложено выбрать автомобиль Урал-4320, который имеет колесную формулу 6х6 и является транспортным средством высокой проходимости. Эти его особенности позволяют обеспечить строительные площадки в районах со слабо развитой дорожной сетью. В данной машине установлен двигатель ЯМЗ-65654-01 мощностью 169,2 кВт с крутящим моментом 883 Н\*м. Длина автомобиля составляет 7590 мм, ширина 2500 мм, а высота 2805 мм. Используется дизельное топливо.

Учитывая габаритные размеры базового автомобиля Урал-4320 и его грузоподъемность, была выбрана краново-манипуляторная установка АНТ 7.5-2.

Данная модель выполнена из конструкционной низколегированной стали 09Г2С с грузовым моментом 7,50 тм, максимальной грузоподъемностью 3000 кг и максимальным вылетом стрелы 6,8 м. Максимальная высота подъема составляет 8 м, а опускания 5 м. В транспортном положении габариты составляют 2370х730х1700 мм.

Грузоподъемное оборудование является объектом повышенной опасности и риском для здоровья человека.

Именно поэтому стоит уделить большое внимание на соблюдение все требований безопасности труда, а также и к эксплуатации подъемно-разгрузочных машин для большего обеспечения безопасности работника и окружающих его лиц.

Каждый объект, относящийся к сфере грузоподъемного оборудования, попадает в сферу нормативного регулирования, на протяжении всего своего жизненного цикла до момента списания.

Расчет на устойчивость [7] подразумевает определить опасные участки, где машина при использовании краново-манипуляторной установки может привести к опрокидыванию. Для этого требуется определить коэффициент устойчивости [8], [9].

Коэффициент устойчивости определяется по формуле [10]:

$$K_y = M_{уд} / M_{оп} \quad (1)$$

где:  $M_{уд}$  — момент относительно стороны опрокидывания, которая ориентирована на удержание машины в равновесии;

$M_{оп}$  — момент относительно стороны опрокидывания, которая ориентирована на опрокидывание машины.

Для того чтобы обеспечить все требования ПБ 10-257-98, следует выполнять следующее условие [11]:

$$K_y \geq 1,15 \quad (2)$$

Рассмотрим наиболее опасные, с точки зрения нагрузок, расчетные схемы. Для этого воспользуемся грузовысотной характеристикой краново-манипуляторного устройства АНТ 7.5-2 (Рис. 1).

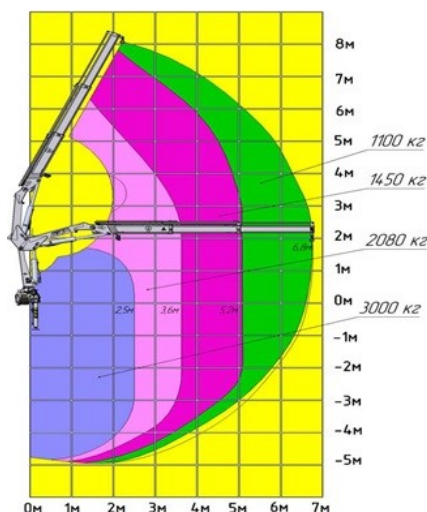


Рисунок 1 - Грузовысотная характеристика краново-манипуляторного устройства АНТ 7.5-2

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.71.2.1>

Исходные данные для расчета устойчивости автомобиля Урал-4320 оснащенного краново-манипуляторной установкой АНТ 7.5-2 представлены в таблице 1 [12].

Таблица 1 - Характеристики краново-манипуляторной установки АНТ 7.5-2

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.71.2.2>

Параметр	Обозначение	Величина в кН
Вес шасси	Мш	81,9135
Вес краново-манипуляторной установки	Мкму	8,829
Вес надрамника	Мр	3,7278
Вес платформы	Мбп	10,9872
Мах грузоподъемность КМУ	Н1	29,43
Грузоподъемность КМУ на вылете 3,6 м	Н2	20,4048
Грузоподъемность КМУ на мах вылете	Н2	10,791
Нагрузка, приведенная к оголовку стрелы	Мстр	13,2435

В работе были проведены расчеты коэффициента устойчивости для позиции №1 при вылете стрелы краново-манипуляторной установки 6,8 м в отношении стороны АБ (Рис. 2).

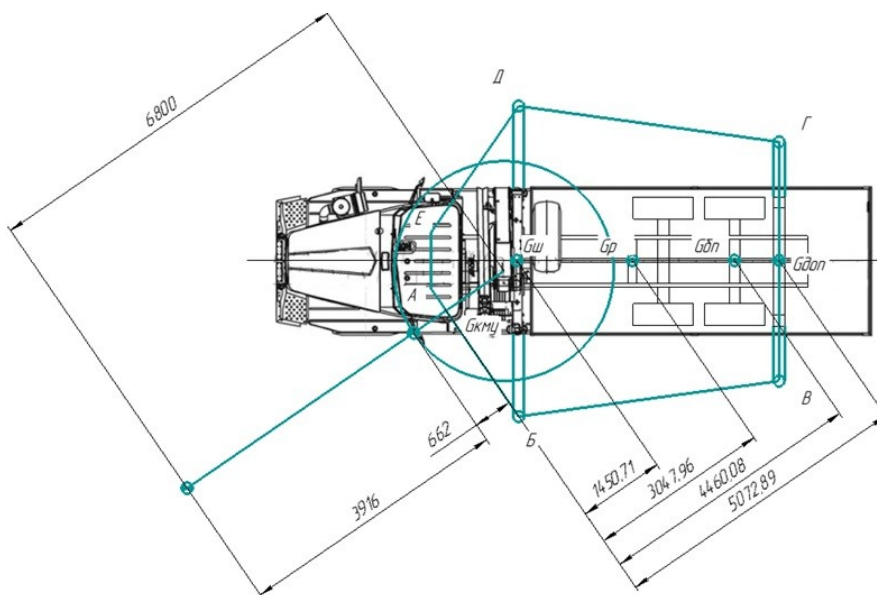


Рисунок 2 - Схема расположения для позиции №1 при определении устойчивости при вылете 6800 мм относительно ребра АБ краново-манипуляторной установки АНТ 7.5-2

DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.71.2.3>

Проведенные расчеты показали, что  $M_{оп} = 58 \text{ кН*м}$ , а  $M_{уд} = 208 \text{ кН*м}$ . Таким образом, условие (2) будет выполнено ( $3,6 \geq 1,15$ ), что свидетельствует о том, что в таком положении при максимально-допустимой нагрузке система будет работоспособной.

Также рассчитан коэффициент устойчивости для позиции №2 при вылете стрелы краново-манипуляторной установки 6,8 м в отношении стороны БВ (Рис. 3).

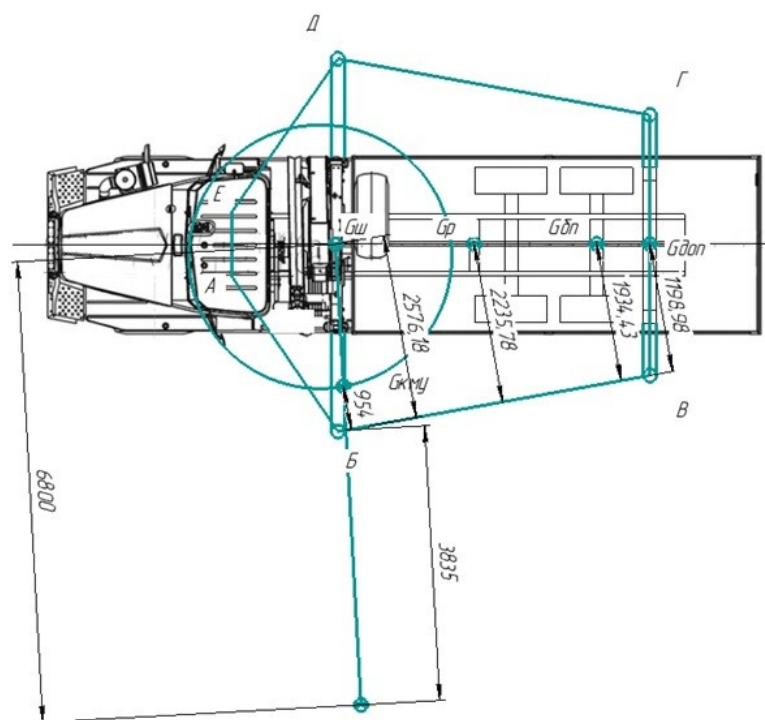


Рисунок 3 - Схема расположения для позиции №2 при определении устойчивости при вылете 6800 мм относительно центра в сторону ребра БВ краново-манипуляторной установки АНТ 7.5-2  
DOI: <https://doi.org/10.60797/mca.2026.71.2.4>

Проведенные расчеты показали, что  $M_{оп} = 58 \text{ кН*м}$ , а  $M_{уд} = 265 \text{ кН*м}$ . Таким образом, условие (2) будет выполнено ( $4,6 \geq 1,15$ ), что свидетельствует о том, что в таком положении при максимально-допустимой нагрузке система будет работоспособной.

Полученные данные соответствуют нормативным. Машина в положениях №1 и 2 имеет хорошую устойчивость и может выполнять различные виды работ.

### Заключение

Проведенными исследованиями доказана возможность создания краново-манипуляторной установки на базе автомобиля высокой проходимости Урал-4320. По полученным данным можно сделать вывод, что данная конструкция имеет большой запас по коэффициенту устойчивости и может применяться в различных видах работ [13], [14], [15]. Также на нее можно установить и другие виды краново-манипуляторных устройств с более высокими характеристиками по грузоподъемности.

Данная модель краново-манипуляторной установки удовлетворяет всем требованиям и может быть использована для дальнейшей модернизации КМУ с возможностью смены навесного оборудования. Также появляется возможность использовать одну единицу техники вместо двух, так как данное модернизированное краново-манипуляторное устройство может заменить КМУ, которые могут выполнять только одно действие с одной единицей навесного оборудования.

### 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. Воробьев А.С. Актуальность использования машины разграждения на базе автомобиля ГАЗ 33027 / А.С. Воробьев, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Тенденции развития науки и образования. — 2022. — № 89-1. — С. 80–81. — DOI: 10.18411/trnio-09-2022-21. — EDN: ULGIYF.
2. Нестеренко И.С. О целесообразности перевода парка автомобилей на газодизельное топливо / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко, В.С. Талызин // Автомобильная промышленность. — 2023. — № 2. — С. 20–21. — EDN: NGURBD.



3. Магомадов И.З. Применения автотранспортных средств с гидроманипуляторами / И.З. Магомадов, Х.Х. Аптаев // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. — 2013. — № 12-13. — С. 45–48. — EDN: TPZDHP.
4. Мехонин О.Н. Обоснование изменения методики расчета грузовой устойчивости автомобильных грузоподъемных кранов и кранов-манипуляторов на основе анализа регламентирующих нормативных документов / О.Н. Мехонин, К.Г. Пугин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. — 2020. — Т. 17. — № 3 (73). — С. 328–339. — DOI: 10.26518/2071-7296-2020-17-3-328-339. — EDN: GOLCAV.
5. Петров А.А. Подвижные ремонтные мастерские: тенденции развития / А.А. Петров, А.Ю. Шенбергер, Е.В. Щеглов // Специальная техника и технологии транспорта. — 2021. — № 11. — С. 126–135. — EDN: UVNKWB.
6. Аль-Шуайли А. Роботизированная рука перемещения объектов для промышленного применения / А. Аль-Шуайли // Cifra. Машиностроение. — 2025. — № 2 (7). — DOI: 10.60797/ENGIN.2025.7.1. — EDN: SXKNDQ.
7. 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.
8. 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. — EDN: KMIPKR.
9. 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. — EDN: SJSHNN.
10. Щеткин Р.В. Основные проблемы сертификации автомобильных кранов-манипуляторов и пути их решения при организации серийного производства / Р.В. Щеткин // Вестник ПГТУ. — 2010. — № 2. — С. 46–60.
11. 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.
12. Щеткин Р.В. Расчет и испытания на грузovou устойчивость автомобильного крана-манипулятора с КМУ РК 3002К на шасси КАМАЗ 43118-0003078-46 / Р.В. Щеткин, Л.В. Янковский, А.Г. Тюзюльбаев // Техническое регулирование в транспортном строительстве. — 2017. — № 5 (25). — С. 28–35. — EDN: YOUMOW.
13. Мехонин О.Н. Влияние расположения ребер опрокидывания автомобильного крана-манипулятора на значение коэффициента грузовой устойчивости / О.Н. Мезонин, К.Г. Пугин // Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы междунар. студенческой науч.-практ. конф., г. Рязань, 20 февраля 2019 г. — Рязань: Изд-во РГАУ, 2019. — С. 48–53.
14. Коробейников А.В. Расчет устойчивости автомобильного крана манипулятора Kanglim 1256G-2 на шасси КАМАЗ 43118 / А.В. Коробейников // Nauka-Rastudent.ru. — 2017. — № 1. — С. 47. — EDN: XREQAJ.
15. 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.

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

1. Vorobyov A.S. Aktual'nost' ispol'zovaniya mashiny razgrazhdeniya na baze avtomobilya GAZ 33027 [The relevance of using a clearance machine based on the GAZ 33027 vehicle] / A.S. Vorobyov, G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the Development of Science and Education]. — 2022. — № 89-1. — P. 80–81. — DOI: 10.18411/trnio-09-2022-21. — EDN: ULGIYF. [in Russian]
2. Nesterenko I.S. O celesoobraznosti perevoda parka avtomobilej na gazodizel'noe toplivo [On the expediency of converting the fleet of vehicles to gas-diesel fuel] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko, V.S. Talyzin // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automobile Industry]. — 2023. — № 2. — P. 20–21. — EDN: NGURBD. [in Russian]
3. Magomadov I.Z. Primeneniya avtotransportnyh sredstv s gidromanipulyatorami [Application of motor vehicles with hydraulic manipulators] / I.Z. Magomadov, Kh.Kh. Aptayev // Trudy Groznenskogo gosudarstvennogo neftyanogo tekhnicheskogo universiteta im. akademika M.D. Millionshchikova [Proceedings of the Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov]. — 2013. — № 12-13. — P. 45–48. — EDN: TPZDHP. [in Russian]
4. Mekhonin O.N. Obosnovanie izmeneniya metodiki rascheta gruzovoy ustojchivosti avtomobil'nyh gruzopod'emnyh kranov i kranov-manipulyatorov na osnove analiza reglamentiruyushchih normativnyh dokumentov [Justification of the Change in the Methodology for Calculating the Cargo Stability of Automotive Cranes and Manipulator Cranes Based on the Analysis of Regulatory Documents] / O.N. Mekhonin, K.G. Pugin // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta [Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University]. — 2020. — Vol. 17. — № 3 (73). — P. 328–339. — DOI: 10.26518/2071-7296-2020-17-3-328-339. — EDN: GOLCAV. [in Russian]
5. Petrov A.A. Podvizhnye remontnye masterskie: tendencii razvitiya [Mobile Repair Workshops: Development Trends] / A.A. Petrov, A.Yu. Shenberger, E.V. Shcheglov // Special'naya tekhnika i tekhnologii transporta [Special Equipment and Transport Technologies]. — 2021. — № 11. — P. 126–135. — EDN: UVNKWB. [in Russian]
6. Al-Shuaili A. Robotizirovannaya ruka peremeshcheniya ob'ektov dlya promyshlennogo primeneniya [Robotic arm for moving objects for industrial applications] / A. Al-Shuaili // Cifra. Mashinostroenie [Cifra. Mechanical Engineering]. — 2025. — № 2 (7). — DOI: 10.60797/ENGIN.2025.7.1. — EDN: SXKNDQ. [in Russian]
7. Lysenko E.A. Razbornaya platforma dlya ekspluatatsii transportnyh sredstv v slozhnyh dorozhnykh usloviyah [Disassemblable platform for the operation of vehicles in difficult road conditions] / E.A. Lysenko, G.A. Nesterenko, I. S.



- Nesterenko // *Avtomobil'naya promyshlennost'* [Automotive industry]. — 2022. — № 7. — P. 13–15. — EDN: YYLOHF. [in Russian]
8. Nesterenko I.S. Povyshenie ekspluatatsionnykh svoystv fermerskogo avtomobilya [Improving the Performance of a Farm Vehicle] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2024. — № 3 (43). — DOI: 10.23649/JAE.2024.43.7. — EDN: KMIPKR. [in Russian]
9. Nesterenko G.A. Mashina razgrazhdeniya na baze avtomobilya GAZ 33027 [Demolition Machine Based on the GAZ 33027 Car] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, A.S. Vorobyov // *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in Science and Education]. — 2023. — № 93-9. — P. 109–111. — DOI: 10.18411/trnio-01-2023-464. — EDN: SJSHNN. [in Russian]
10. Shchetkin R.V. Osnovnye problemy sertifikatsii avtomobil'nykh kranov-manipulyatorov i puti ih resheniya pri organizatsii serijnogo proizvodstva [The main problems of certification of automobile cranes-manipulators and ways to solve them when organizing mass production] / R.V. Shchetkin // *Vestnik PGTU* [Bulletin of OSTTU]. — 2010. — № 2. — P. 46–60. [in Russian]
11. Nesterenko G.A. Sovremennyye processy razrabotki i ispytaniy transportnykh sredstv s ispol'zovaniem tekhnologii tryokhmernoy 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]
12. Shchetkin R.V. Raschet i ispytaniya na gruzovuyu ustojchivost' avtomobil'nogo krana-manipulyatora s KMU RK 3002K na shassi KAMAZ 43118-0003078-46 [Calculation and Testing of the Cargo Stability of a Manipulator Crane with the RK 3002K Cranes on the KAMAZ 43118-0003078-46 Chassis] / R.V. Shchetkin, L.V. Yankovsky, A.G. Tyuzulbaev // *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve* [Technical Regulation in Transport Construction]. — 2017. — № 5 (25). — P. 28–35. — EDN: YOUMOW. [in Russian]
13. Mekhonin O.N. Vliyaniye raspolozheniya reber oprokidyvaniya avtomobil'nogo krana-manipulyatora na znachenie koeffitsienta gruzovoy ustojchivosti [Influence of the Location of the Tipping Edges of a Manipulator Crane on the Value of the Cargo Stability Coefficient] / O.N. Mezonin, K.G. Pugin // *Aktual'nye voprosy primeneniya inzhenernoj nauki: Materialy mezhdunar. studencheskoj nauch.-prakt. konf., g. Ryazan', 20 fevralya 2019 g* [Current Issues in the Application of Engineering Science: Proceedings of the International Student Scientific and Practical Conference, Ryazan, February 20, 2019]. — Ryazan: RSAU Publishing House, 2019. — P. 48–53. [in Russian]
14. Korobeynikov A.V. Raschet ustojchivosti avtomobil'nogo krana manipulyatora Kanglim 1256G-2 na shassi KAMAZ 43118 [Calculation of the Stability of the Kanglim 1256G-2 Manipulator Crane on the KAMAZ 43118 Chassis] / A.V. Korobeynikov // *Nauka-Rastudent.ru*. — 2017. — № 1. — P. 47. — EDN: XREQAJ. [in Russian]
15. Nesterenko G.A. Proekt transportiruyushchego avtomobilya dlya remonta tekhniki v polevykh usloviyakh [Project of a Transport Vehicle for Repairing Equipment in the Field] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // *Avtomobil'naya promyshlennost'* [Automobile Industry]. — 2023. — № 4. — P. 4–6. — EDN: NMLKHJ. [in Russian]