

Пространственные несущие системы каркасной схемы для технологических надстроек сельскохозяйственного назначения

Three-dimensional supporting systems of frame construction for technological superstructures of agricultural purposes

А. С. ШКЕЛЬ¹, канд. техн. наук
Д. А. ЗАГАРИН², канд. техн. наук
М. А. КОЗЛОВСКАЯ³, канд. техн. наук
Т. Д. ДЗОЦЕНИДЗЕ³, д-р техн. наук

¹ Московский технологический университет,
Москва, Россия, shkel-as@yandex.ru

² Центр испытаний "НАМИ", пос. Автополигон,
Московская обл., Россия, zagarin@autorc.ru

³ Российский государственный аграрный
университет — МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия, dtengiz@yandex.ru

A. S. SHKEL¹, PhD in Engineering
D. A. ZAGARIN², PhD in Engineering
M. A. KOZLOVSKAYA³, PhD in Engineering
T. D. DZOTSENIDZE³, DSc in Engineering

¹ Moscow Technological University, Moscow,
Russia, shkel-as@yandex.ru

² NAMI's Testing Centre, Avtopolygon, Moscow
region, Russia, zagarin@autorc.ru

³ Russian State Agrarian University — Moscow
K. A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow,
Russia, dtengiz@yandex.ru

Для создания нового поколения транспортно-технологических машин и транспортных средств сельскохозяйственного назначения использован модульный принцип проектирования с применением пространственных несущих систем каркасной схемы. Конструкционные решения реализованы и внедрены в производство в виде полноприводного автомобильного шасси Урал-432065 со сменными технологическими надстройками. Разработано приспособление для снятия сменных технологических надстроек с шасси автомобиля и установки на опоры для хранения. Выбрана пространственная несущая конструкция в виде сварного каркаса из стальных труб, приспособленная для установки на технологические надстройки и унифицированная по установочным местам на раме автомобиля. Проведены расчеты на прочность, выбраны профили конструктивных элементов и способ их изготовления. По разработанной конструкторской документации изготовлены опытные образцы приспособлений и установлены на надстройки: на разбрасыватель твердых минеральных удобрений — с помощью резьбовых соединений; на надстройку для транспортировки и внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений — приварены к несущим силовым частям цистерны. Компьютерное моделирование функционала сменных технологических надстроек позволило оценить эффективность принятых конструктивных решений, а результаты проведенных испытаний подтвердили данные аналитических исследований. В результате обеспечивается выполнение транспортных и транспортно-технологических работ как на дорогах общего пользования, так и в полевых условиях с соблюдением экологических и агротехнических требований. При наличии в хозяйстве нескольких технологических надстроек возможно использование одного автомобильного шасси, что сократит простои техники и снизит влияние фактора сезонности работ.

Ключевые слова: транспортное средство сельскохозяйственного назначения; несущая система; каркасная схема; сменные технологические надстройки; приспособление для установки.

New generation of transport and technological vehicles and agricultural transport means has been developed, based on the principle of design modularity with application of three-dimensional supporting systems of frame construction. Design decisions were implemented and introduced as the Ural-432065 all-wheel vehicle chassis with replaceable technological superstructures. A device for removing of replaceable technological superstructures from vehicle chassis and for their installing on support for storage was also developed. Three-dimensional supporting construction in the form of weld-fabricated steel pipe frame was selected. It was adapted for installation on technological superstructures and unified for

bracketry on vehicle frame. Strength calculations were carried out. Sections of structural elements and method of their manufacturing were selected. Prototypes of devices were made on the basis of developed design documentation and installed on the superstructures: on the distributor of solid mineral fertilizers by means of threaded assembly; on the superstructure for hauling and subsoil fertilizing of liquid fertilizer organics by welding to load-carrying parts of the tanker. Computer simulation of the functional of replaceable technological superstructures allowed to estimate the efficiency of design decisions. Test results confirmed the data of analytical studies. Consequently, transport and process operations are implemented, both on open roads and in the field with satisfying of environmental and agrotechnical requirements. If there are several technological superstructures in the farm, it is possible to use only one vehicle chassis, which reduces the dead time and the impact of seasonality works factor.

Keywords: agricultural transport means; supporting system; frame construction; replaceable technological superstructures; device for installation.

Введение

Создание нового поколения транспортно-технологических машин и транспортных средств с.-х. назначения связано с необходимостью решения целого комплекса проблем конструкционного характера, которые определяются агротехническими требованиями к специализированным машинам, предназначенным для работы в поле в составе технологических комплексов.

Одна из задач заключается в обеспечении эффективного соотношения полной массы машин и полезной нагрузки. Поскольку речь идет о металлоемких конструкциях, важно обеспечить требуемый уровень надежности при снижении массовых показателей самих агрегатов. Исходя из требований технологичности производства выбран модульный принцип проектирования с применением пространственных несущих систем каркасной схемы. Такие конструкционные решения реализованы [1–3] и внедрены в производство. При этом предполагается использование современных достижений черной металлургии по созданию профилей и листового проката высокого качества [4–5].

Для решения транспортно-технологических проблем разработана концепция создания специализированного

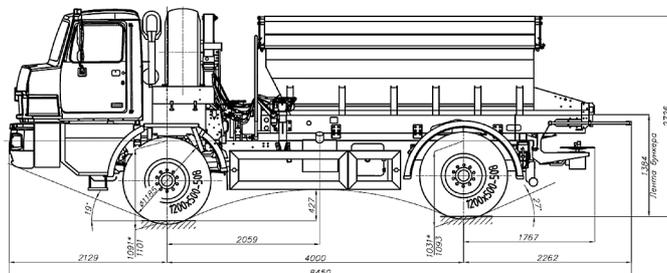
автомобильного шасси и сменных технологических надстроек к нему. В результате проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ создано полноприводное автомобильное шасси Урал-432065, предсерийные образцы которого собраны на главном конвейере ОАО "Автомобильный завод "УРАЛ" в ноябре 2012 г. [6–7].

Цель исследования

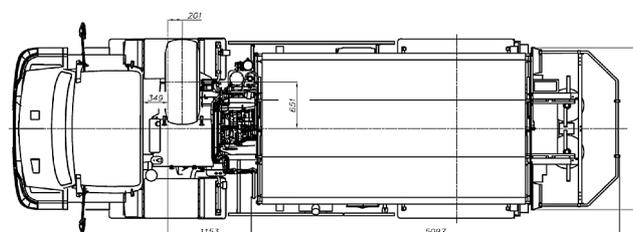
С появлением автомобильного шасси-носителя соответствующего класса стало возможным обосновать технические и технологические параметры сменных технологических надстроек с.-х. назначения, предназначенных для использования в составе указанного шасси. Впоследствии две транспортно-технологические машины из семейства сменных технологических надстроек были построены (рис. 1, 2) и исследованы [8–11].

Материалы и методы

Разработано приспособление для снятия сменных технологических надстроек с шасси автомобиля и установки на опоры для хранения. В результате сравнительных исследований выбрана пространственная несущая



а)



б)



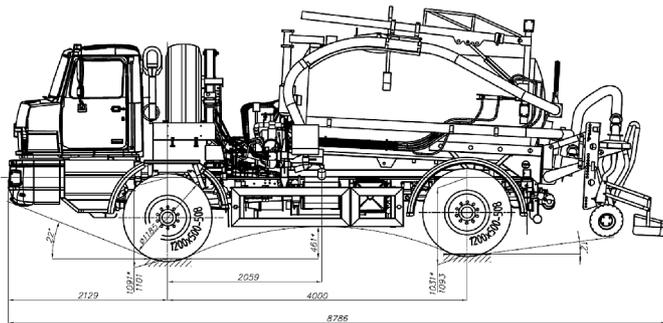
в)



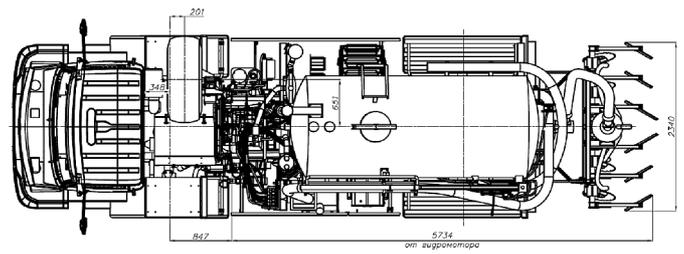
з)

Рис. 1. Шасси Урал-432065 с агрегатом СТА-5ТМ:

а, б — габаритная схема, вид сбоку и сверху; в, з — общий вид спереди и сзади, 3/4



а)



б)



в)



з)

Рис. 2. Шасси Урал-432065 с агрегатом СТА-5ЖО:

а, б — габаритная схема, вид сбоку и сверху; в, з — общий вид спереди и сзади, 3/4

конструкция в виде сварного каркаса из стальных труб, приспособленная для установки на технологические надстройки и унифицированная по установочным местам на раме автомобиля (рис. 3, 4). Установочные элементы выполнены в виде пространственной трубчатой конструкции, позволяющей создать прочное и относительно легкое изделие. Имеются отличия между установочными кронштейнами для размещения в зависимости от конкретной комплектации.

Проведены расчеты на прочность, выбраны профили конструктивных элементов и способ их изготовления. По разработанной конструкторской документации изготовлены опытные образцы приспособлений и установлены на надстройку: на разбрасыватель твердых минеральных удобрений СТА-5ТМ — с помощью резьбовых соединений; на надстройку для транспортировки и внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений СТА-5ЖО — приварены к несущим силовым частям цистерны. В результате получены прочные и относительно легкие сварные конструкции, имеющие унифицированные места присоединения подъемных механизмов для снятия и хранения надстроек.

Установка и снятие технологических надстроек осуществляются с помощью унифицированных подъемных механизмов, или технологических опор подвижного типа, которые могут использоваться для хранения снятых с шасси надстроек (рис. 5). В качестве подъемного механизма опор выбрана схема: грузовой винт, гайка и пара конических шестерен. Такое выполнение позволяет реализовать механизм закрытого типа, что обеспечивает

долговечность и возможность открытого хранения в различных климатических зонах.

Быстросъемные фиксаторы в снятом положении остаются прикрепленными к раме шасси автомобиля, что обеспечивает их сохранность. Водитель при установке сменной технологической надстройки на шасси освещает рабочую зону дополнительным светом и, ориен-

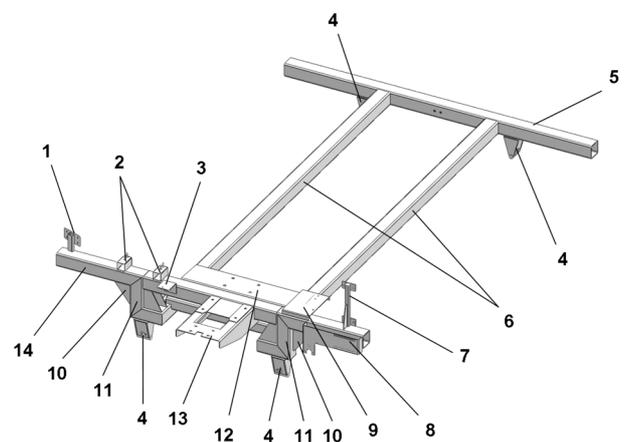


Рис. 3. Пространственная несущая система каркасной схемы для технологической надстройки СТА-5ЖО:

1—3, 7—9, 13 — кронштейны для крепления узлов; 4 — опора рамы; 5 — поперечная задняя труба; 6 — продольная труба; 10 — усилитель; 11 — вертикальная стойка; 12 — поперечина крепления цистерны; 14 — поперечная передняя труба

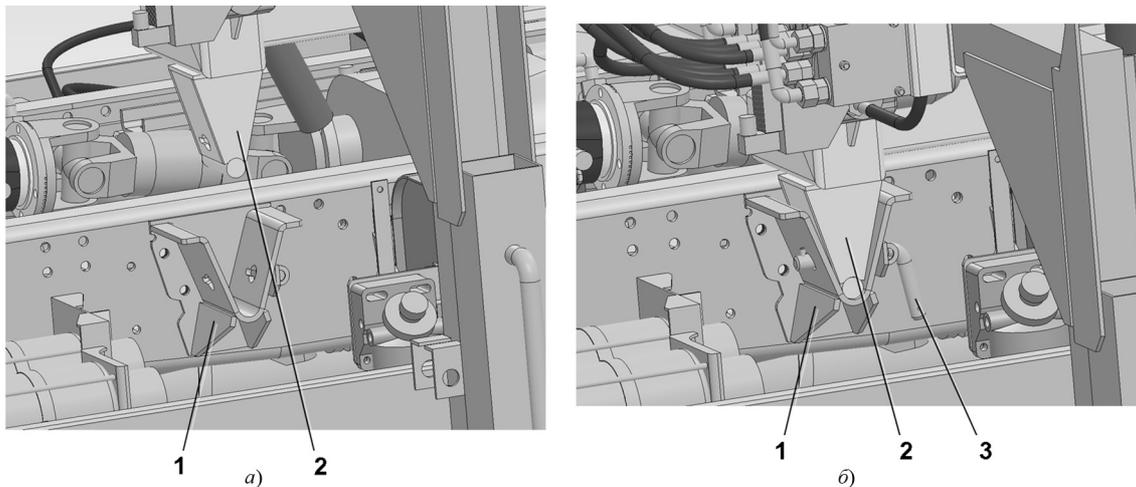


Рис. 4. Универсальный механизм установки до сборки (а) и в сборе (б):

1 — кронштейн опоры; 2 — опора; 3 — фиксатор

тируясь на светоотражающие наклейки, легко выровни-
вает опоры относительно кронштейнов, после чего
опускает силовые технологические опоры (подставки).
Смена одной надстройки занимает не более 40 мин.

Результаты

Компьютерное моделирование функционала смен-
ных технологических надстроек позволило оценить
эффективность принятых конструкционных решений
(рис. 6). Данные аналитических исследований подтве-
ждены результатами проведенных испытаний (рис. 7).

Выводы

Обоснованы конструкционные и технологические па-
раметры и разработаны пространственные несущие сис-
темы каркасной схемы для технологических надстроек
с.-х. назначения на базе специализированного полнопри-
водного автомобильного шасси. Сменные технологиче-
ские надстройки СТА-5ТМ для внесения твердых мине-
ральных удобрений и СТА-5ЖО для транспортировки и
внутрипочвенного внесения жидких органических удоб-
рений крепятся к трубчатым стальным каркасам, снаб-
жены универсальными узлами крепления и механизма-
ми подъема-опускания и хранения (технологическими
опорами). Технологические опоры выполнены подвиж-
ными, универсальными и могут быть применены вне за-
висимости от назначения технологической надстройки.

Апробация опытных несущих систем и механизма в
виде предварительной проверки на функционал пол-
ностью подтвердила правильность принятых решений.

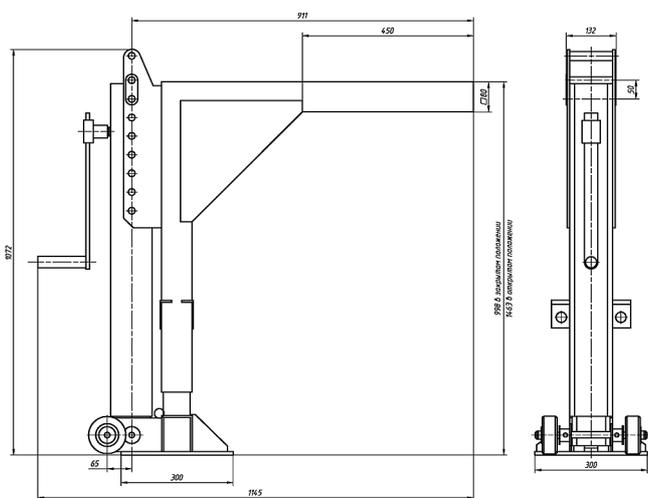


Рис. 5. Технологическая силовая опора (подставка)

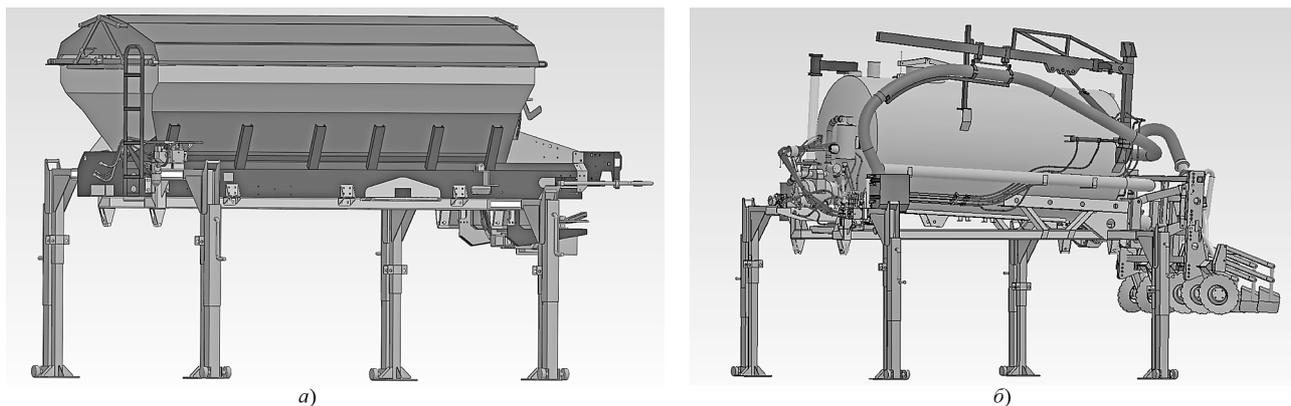


Рис. 6. Компьютерное моделирование надстроек СТА-5ТМ (а) и СТА-5ЖО (б) на технологических опорах (стойках)



а)



б)

Рис. 7. Проверка технологии снятия и установки на шасси надстроек СТА-5ТМ (а) и СТА-5ЖО (б)

В результате обеспечивается выполнение транспортных и транспортно-технологических работ как на дорогах общего пользования, так и в полевых условиях с соблюдением экологических и агротехнических требований. При наличии в хозяйстве нескольких технологических надстроек возможно использование одного автомобильного шасси, что сократит простои техники и снизит влияние фактора сезонности работ. Кроме того, при таком подходе на таможенной территории России формируется не менее 70 % фактической себестоимости продукции в стоимостном выражении, что способствует успешной реализации мероприятий по импортозамещению.

Литература и источники

1. Дзотсенидзе Т. Д., Пономарев А. К., Ульянов О. В. и др. Верхняя надстройка каркасно-панельной конструкции для гусеничных тракторов // Тракторы и сельхозмашины. 2011, № 10. С. 11—13.
2. Дзотсенидзе Т. Д., Козловская М. А., Ильин В. М. О концепции создания пространственных систем каркасно-панельной конструкции семейства тракторов ХТЗ // Тракторы и сельхозмашины. 2012, № 1. С. 13—16.
3. Загарин Д. А., Дзотсенидзе Т. Д., Козловская М. А. Конструктивные и технологические особенности пространственных систем каркасно-панельной схемы тракторов и автомобилей // Тракторы и сельхозмашины. 2014, № 11. С. 10—14.
4. Дзотсенидзе Т. Д., Козловская М. А., Загарин Д. А. и др. Автомобильный транспорт для малых форм хозяйствования. Конструкция и особенности эксплуатации: Монография. М.: Metallurgizdat, 2011. 288 с.
5. Dzotsenidze T. D., Zagarin D. A., Kozlovskaya M. A. Use of profiled tubes to create three-dimensional frame-and-panel systems for tractors and automobiles // Metallurgist. November 2014, vol. 58, iss. 7—8, pp. 717—723. DOI 10.1007/s11015-014-9983-2.
6. Дзотсенидзе Т. Д., Галкин С. Н., Левшин А. Г. и др. Специализированный автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения: Монография. М.: ООО "НИИКА", Metallurgizdat, 2013. 368 с.
7. Измайлов А. Ю., Евтушенко Н. Е., Дзотсенидзе Т. Д. и др. Инновационное развитие транспортной сферы агропромышленного комплекса. М.: ВИМ, 2011. 232 с.
8. Дзотсенидзе Т. Д., Галкин С. Н., Левшин А. Г. и др. К вопросу о создании технологических адаптеров сельскохозяйственного назначения на шасси автомобиля Урал-432065 // Технология колесных и гусеничных машин — Technology of wheeled and tracked machines. 2012, № 3. С. 30—38.
9. Загарин Д. А., Шкель А. С., Козловская М. А. и др. Некоторые аспекты создания специализированного транспорта сельскохозяйственного назначения // Технология колесных и гусеничных машин — Technology of wheeled and tracked machines. 2015, № 6. С. 6—12.
10. Шкель А. С., Загарин Д. А., Козловская М. А. и др. Новое семейство технологических надстроек для АПК на базе специализированного автомобиля сельскохозяйственного назначения // Технология колесных и гусеничных машин — Technology of wheeled and tracked machines. 2015, № 6. С. 12—19.

11. Шкель А. С. Анализ отечественного и зарубежного опыта применения сменных технологических надстроек на базе шасси грузовых автомобилей сельскохозяйственного назначения // Труды НАМИ. 2016, № 264. С. 117—131.

References

1. Dzotsenidze T. D., Ponomarev A. K., Ul'yanov O. V., Kozlovskaya M. A., Il'in V. M. Developing a new frame-panel superstructure for caterpillar tractors. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2011, no. 10, pp. 11—13 (in Russ.).
2. Dzotsenidze T. D., Kozlovskaya M. A., Il'in V. M. On the concept of creating the three-dimensional systems of frame-panel constructions for Kharkov Tractor Plant tractor line. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2012, no. 1, pp. 13—16 (in Russ.).
3. Zagarin D. A., Dzotsenidze T. D., Kozlovskaya M. A. Design and technological features of three-dimensional systems of frame-panel construction of tractors and cars. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2014, no. 11, pp. 10—14 (in Russ.).
4. Dzotsenidze T. D., Kozlovskaya M. A., Zagarin D. A., Zhuravlev A. V., Kabanin P. A. *Avtomobil'nyy transport dlya malyykh form khozyaystvovaniya. Konstruktsiya i osobennosti ekspluatatsii* [Automobile transport for small business. Structure and maintenance peculiarities]. Moscow, Metallurgizdat Publ., 2011, 288 p. (in Russ.).
5. Dzotsenidze T. D., Zagarin D. A., Kozlovskaya M. A. Use of profiled tubes to create three-dimensional frame-and-panel systems for tractors and automobiles. *Metallurgist*, November 2014, vol. 58, iss. 7—8, pp. 717—723. DOI 10.1007/s11015-014-9983-2.
6. Dzotsenidze T. D., Galkin S. N., Levshin A. G., Kozlovskaya M. A., Sorokin V. N., Sereda P. V. *Spetsializirovanny avtomobil'nyy transport sel'khoz'ystvennogo naznacheniya* [Specialized motor transport for agricultural use]. Moscow, NIKA, LLC, Metallurgizdat Publ., 2013, 368 p. (in Russ.).
7. Izmaylov A. Yu., Evtushenkov N. E., Dzotsenidze T. D., Levshin A. G., Galkin S. N. *Innovatsionnoe razvitiye transportnoy sfery agropromyshlennogo kompleksa* [Innovative transport development of agricultural sector]. Moscow, All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization Publ., 2011, 232 p. (in Russ.).
8. Dzotsenidze T. D., Galkin S. N., Levshin A. G., Loginov K. Yu. On designing farm-purpose replacement technological adapters for Ural-432065 chassis. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin* [Technology of wheeled and tracked machines], 2012, no. 3, pp. 30—38 (in Russ.).
9. Zagarin D. A., Shkel' A. S., Kozlovskaya M. A., Dzotsenidze T. D. Some aspects of specialized agricultural vehicles creation. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin* [Technology of wheeled and tracked machines], 2015, no. 6, pp. 6—12 (in Russ.).
10. Shkel' A. S., Zagarin D. A., Kozlovskaya M. A., Dzotsenidze T. D., Merkulov A. V. The development of a new family of technological superstructures for agriculture on the basis of a specialized agricultural vehicle. *Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin* [Technology of wheeled and tracked machines], 2015, no. 6, pp. 12—19 (in Russ.).
11. Shkel' A. S. The analysis of domestic and foreign operational experience of the replaceable technological superstructures on the basis of a specialized agricultural vehicle. *Trudy NAMI*, 2016, no. 264, pp. 117—131 (in Russ.).