

Научная статья
УДК 629.331
doi: 10.46684/2687-1033.2025.2.216-221
EDN FNMRRТ

Организация движения городского наземного транспорта с использованием перспективных беспилотных технологий

Н.Д. Крутиков¹, А.А. Воронов^{2✉}

^{1,2} Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия

¹ nikiton2015@gmail.com

² voronov.a@mail.ru✉

АННОТАЦИЯ

В мире активно идут испытания высокоавтоматизированных транспортных средств (ТС) с разными уровнями автономности и сферой применения. В том числе в городском общественном транспорте стали тестироваться беспилотные ТС. Сейчас разработчики активно анализируют ошибки и проблемы, возникающие в процессе тестирования автоматизированных ТС, отлаживают программные модули управления автотранспортом, усовершенствуют камеры, лидары и другие устройства, отвечающие за безопасность движения. Помимо развития автономности и безопасности транспорта стоит также обращать внимание на развитие средств организации движения.

На данный момент в России работают обычные центры управления движением, в которых руководят процессом организации перевозок диспетчеры. Из городского общественного транспорта тестируется пока что трамвай, городская электричка и такси в беспилотных режимах, но в ближайшем будущем в автоматизированной эксплуатации будут и другие виды транспорта.

Рассмотрены проблемы эксплуатации автоматизированных ТС, текущие системы помощи в организации движения городского транспорта, предложена автоматизированная система организации движения общественного транспорта, которая будет автономно без вмешательства человека организовывать движение, нивелируя трудности процесса эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств.

Ключевые слова: высокоавтоматизированное транспортное средство; модуль управления беспилотным транспортом; искусственный интеллект; SAE; цифровая связь; наземный транспорт; диспетчерский центр управления движением

Для цитирования: Крутиков Н.Д., Воронов А.А. Организация движения городского наземного транспорта с использованием перспективных беспилотных технологий // Техник транспорта. 2025. Т. 6. Вып. 2. С. 216–221. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.2.216-221>. EDN FNMRRТ.

Original article

Organizing urban ground transport using advanced unmanned technologies

Nikita D. Krutikov¹, Alexander A. Voronov^{2✉}

^{1,2} Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); Saint Petersburg, Russian Federation

¹ nikiton2015@gmail.com

² voronov.a@mail.ru✉

ABSTRACT

All over the world, highly automated vehicles with different levels of autonomy and scope of application are being actively tested. In particular, unmanned vehicles have begun to be tested in urban public transport. Now developers are actively analyzing errors and problems that arise during the testing of automated vehicles, debugging software modules for vehicle control, improving cameras, lidars and other devices responsible for traffic safety. In addition to the development of autonomy and transport safety, it is also worth paying attention to the development of traffic management tools. At the moment, ordinary traffic control centers operate in Russia, where

© Н.Д. Крутиков, А.А. Воронов, 2025

human dispatchers manage the process of organizing transportation. Of the urban public transport, trams, city trains and taxis are currently being tested in unmanned modes, but in the near future, other types of transport will also be in automated operation. This article will examine the problems of operating automated vehicles, current systems of assistance in organizing the movement of urban transport, and will also propose an automated system for organizing the movement of public transport, which will autonomously, without human intervention, organize traffic, leveling the difficulties of the process of operating highly automated vehicles.

Keywords: highly automated vehicle; unmanned vehicle control module; artificial intelligence; SAE; digital communications; ground transport; traffic control center

For citation: Krutikov N.D., Voronov A.A. Organizing urban ground transport using advanced unmanned technologies. *Transport technician: education and practice*. 2025;6(2):216-221. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.2.216-221>. EDN FNMRRT.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ

Организация движения городского общественного транспорта является ключевой задачей в сфере перевозочного процесса. За организацию движения отвечает диспетчерский центр управления движением. Рассматривая автомобильный городской транспорт, управление выстраивается следующим образом, по средствам систем GPS¹ и ГЛОНАСС², которые отвечают за мониторинг местоположения транспортных средств (ТС) и их передвижений. Благодаря системам ГЛОНАСС и GPS, удастся отслеживать соблюдение расписания движения общественного транспорта, осуществлять автоматическую прокладку маршрутов через заданные точки, что позволяет планировать постановку ТС для проведения технического обслуживания, осуществлять контроль за расходом топлива [1]. Штатная орбитальная группировка глобальной навигационной спутниковой системы состоит из 24 спутников. Система ГЛОНАСС в отличие от системы GPS остается активной в течение всего срока существования системы благодаря периоду обращения 11 ч 15 мин 44 с и углу наклона 64,8°, что обеспечивает 100%-ную доступность навигации на территории Российской Федерации даже при условии выхода из орбитальной группы нескольких космических аппаратов³. Система IBA AVM⁴ служит для информирования пассажиров, обеспе-

чения шифрования информации, передаваемой на сервер о передвижениях ТС, в том числе позволяет планировать маршрут и расписание⁵. Общественный транспорт оборудуется датчиком пассажиропотока, который дает возможность определять количество пассажиров, осуществляющих посадку и высадку на транспортное средство в составе автоматизированной системы мониторинга пассажиропотока путем построения трехмерного (3D) изображения области дверного проема внутри салона ТС за счет анализа отраженного сигнала в инфракрасном спектре⁶. Служит данная система для контроля оплаты проезда посредством подсчета количества вошедших и оплативших пассажиров, а также для определения промежутков времени часа пик на маршруте следования ТС. На рис. 1 показана принципиальная схема взаимодействия систем с транспортным средством.

БЕСПИЛОТНЫЙ ГОРОДСКОЙ НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

В последнее время прогресс сильно пошел вперед в области беспилотного транспорта. Во всем мире активно испытывают высокоавтоматизированные ТС, в России крупнейшими и лидирующими компаниями в этой области являются Яндекс, КамаАЗ, Evo Cargo, в США — компании Cruise, Zoox, Waymo, Aurora, Tesla, в Китае — компании Pony.ai, Baidu, TuSimple.

¹ GPS (Global Positioning System) — система глобального позиционирования.

² ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система.

³ Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС. URL: <https://glonass-iac.ru/guide/glonass.php>

⁴ IBA AVM — автоматизированная система диспетчерского управления пассажирским транспортом.

⁵ IBA AVM. URL: <https://ibagroupit.com/solutions-and-products/iba-avm/>

⁶ ИК-датчик пассажиропотока. URL: <https://transtelematica.ru/upload/iblock/9e3/d1suic2yqnug25ufokgcoqmux1xl7r1e.pdf>

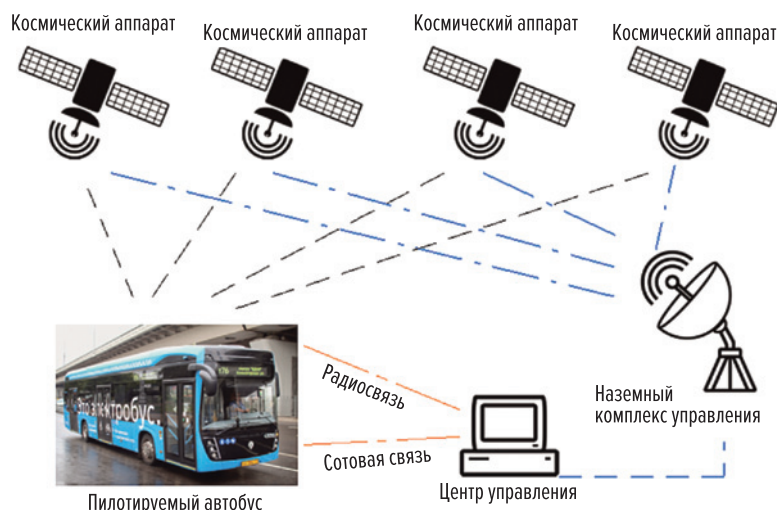


Рис. 1. Принципиальная схема взаимодействия систем с транспортным средством

Постепенно большинство стран начинает тестировать в том числе и беспилотный городской транспорт. В Европе с 2023 г. начали тестировать футуристические автобусы компании Aurigo [2]. В Японии с 2023 г. тестируются по выделенной полосе высокоавтоматизированные автобусы со 2-м уровнем по SAE⁷, впоследствии они получают 4-й уровень автоматизации по SAE [3]. С весны 2022 г. компания Kolumbus тестирует автобус с 4-м уровнем автоматизации по SAE, автобус является наиболее передовым в мире, так как тестируется в интенсивном дорожном потоке со скоростью 50 км/ч [4]. В Китае компания Hongqi начала тестировать автономный автобус с 4-м уровнем SAE [5]. В России пока что нет беспилотных автобусов, но из городского транспорта в Санкт-Петербурге тестируется беспилотный трамвай [6]. В Москве на МЦК тестируется беспилотный электропоезд «Ласточка» [7]. Помимо электропоезда в Москве, тестируются беспилотные такси компании Яндекс, которые

прошли в автономном режиме более 28 млн км [8]. В США гигантом в области беспилотных такси является компания Waymo [9], испытания которых активно проходят с перевозкой реальных пассажиров. Кроме американской компании, в США тестируются автономные такси Китая [10].

В ближайшем будущем в связи с быстрыми темпами развития беспилотного общественного транспорта встанет вопрос об организации движения высокоавтоматизированных ТС с использованием искусственного интеллекта.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ГОРОДСКОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

В России на данный момент все высокоавтоматизированные ТС тестируются в рамках экспериментального правового режима⁸. Как показала

⁷ SAE (Society of Automotive Engineers) — классификация уровней автоматизации транспортного средства имеет 6 уровней:

Уровень 0 — никакой автоматизации, водитель полностью контролирует управление транспортом.

Уровень 1 — hands on (помощь водителю). Система может регулировать мощность двигателя, управлять тормозом, осуществлять автоматическую парковку (круиз-контроль).

Уровень 2 — hands off (частичная автоматизация). Система управляет автомобилем, осуществляя ускорение, торможение и рулежку, однако требует постоянного внимания водителя.

Уровень 3 — eyes off (условная автоматизация). Система сама реагирует на ситуации, требующие немедленных действий, таких как экстренное торможение.

Уровень 4 — mind off (широкая автоматизация). Отличается от предыдущего уровня тем, что от водителя не требуется постоянного внимания. Он может лечь спать или покинуть место водителя.

Уровень 5 — steering wheel optional (полная автоматизация). Подразумевает полное отсутствие вмешательства водителя. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7461808>

⁸ Постановление Правительства Российской Федерации от 17.10.2022 № 1849 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств в отношении реализации инициативы «Беспилотные логистические коридоры» на автомобильной дороге общего пользования федерального значения М-11 «Нева». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202210200037?index=1>

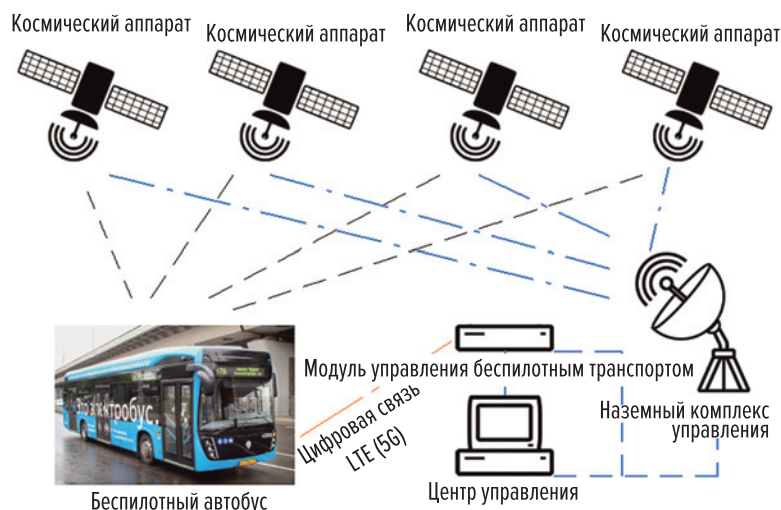


Рис. 2. Принципиальная схема взаимодействия систем с беспилотным транспортным средством

практика, в силу более сурового климата в стране, возникают дополнительные трудности при эксплуатации беспилотных ТС. Так, например, в зимний период времени потребуется значительное количество омывающей жидкости для поддержания в состоянии работоспособности камер, лидаров, а также другого технического оборудования, обеспечивающего безопасность движения. Во время эксплуатации высокоавтоматизированного КамАЗа на трассе М-11 было выявлено, что требуется более 80 л омывающей жидкости для преодоления пути из Москвы в Санкт-Петербург [11]. Помимо эксплуатации грузовиков, КамАЗ тестирует беспилотные грузовые платформы в Нижнем Новгороде, благодаря этим испытаниям наиболее четче откалибровывается система распознавания препятствий [12]. Во время эксплуатации беспилотных автобусов необходимо на протяжении рабочего дня поддерживать требуемый уровень омывающей жидкости, вследствие чего придется отслеживать показатели уровня жидкости и отправлять автобус в парк для ее пополнения. Этот нюанс следует учесть при организации движения общественным транспортом.

Для организации беспилотного движения наземного общественного транспорта стоит разработать модуль управления беспилотным транспортом. Функциональность данного модуля состоит в следующем: устройство получает и анализирует данные от систем мониторинга технического состояния ТС [13], датчика пассажиропотока, электронного паспорта подвижного состава [14], динамической цифровой карты дорожного движения

[15]. Анализируя предоставленные сведения модуль принимает решение о выводе на маршрут или снятии с маршрута ТС. Такое решение принимается на основании факторов: ТС приближается к порогу пробега без обслуживания (предполагается частота ТО каждые 500 км); на основе данных от датчика пассажиропотока (заблаговременный вывод на линию максимального количества автобусов для нивелирования часа пик); при неисправности автобуса или достижении нижнего порога технических жидкостей, служащих для поддержания его корректной работы. При возникновении нештатной ситуации на борту автобуса сигнал об этом событии передается в диспетчерский центр, принятие решения о выходе из нештатной ситуации будет возлагаться на человека. Получение данных о местоположении управляемых объектов будет осуществляться по средствам систем ГЛОНАСС/GPS. Передача команд на управляемые объекты будет происходить по средствам цифровой связи LTE⁹. При доведении уровня покрытия сети 5G¹⁰ до текущего уровня покрытия системой LTE, передача сведений будет осуществляться системой 5G. Модуль управления беспилотным транспортом впоследствии возьмет на себя большую часть работы диспетчерского центра, что позволит освободить человека от тяжелой стрессовой работы, которая требует особой внимательности и высокой скорости принятия решения. За диспетчерским центром останется задача регулирования движения в нештатных ситуациях. На рис. 2 показана принципиальная схема взаимодействия систем с беспилотным транспортом.

⁹ LTE (Long-Term Evolution) — это стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для сетей 4G.

¹⁰ 5G — стандарт мобильной связи, который обеспечивает более высокую скорость передачи данных по сравнению с LTE и другими стандартами связи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокоавтоматизированные ТС — будущее мирового транспорта, которые позволяют увеличить уровень безопасности дорожного движения. На данный момент беспилотные транспортные средства далеки от идеала, но постоянно ведется работа по обучению искусственного интеллекта и устранению ошибок в системе, модернизации оборудования, осуществляющего корректную работу систем технического зрения, контроля слепых зон. Организовать управление такими ТС является ключевой задачей, которую необходимо будет

решить в ближайшее время. Предложено одно из возможных решений по организации управления беспилотным городским транспортом.

Однако не стоит забывать о недоработках в системах автономного вождения и грамотно подходить к организации тестирования высокоавтоматизированных ТС путем человеческого присутствия в кабине транспортного средства, это требует обучить людей новым профессиям, таким как водитель-оператор, техник по контролю за беспилотным ТС. Данная мера позволит уменьшить риск аварийных ситуаций, в том числе со смертельным исходом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладович А.С. Автоматизированные системы диспетчерского управления на транспорте // Человек. Знак. Техника: сборник статей I Междисциплинарного молодежного форума с международным участием. 2020. С. 146–153. EDN ENGYQG.
2. Футуристические беспилотные автобусы Aurigo Auto-Shuttle уже колесят по Европе. 2023. URL: <https://www.ixbt.com/news/2023/09/20/aurigo-auto-shuttle.html>
3. Japan aims for nationwide autonomous driving lanes // Nikkei Asia. 2023. URL: <https://asia.nikkei.com/Business/Transportation/Japan-aims-for-nationwide-autonomous-driving-lanes>
4. Applied Autonomy: An autonomous bus is introduced into regularly scheduled traffic in Norway // Innovation News Network. 2024. URL: <https://www.innovationnewsnetwork.com/applied-autonomy-an-autonomous-bus-is-introduced-into-regularly-scheduled-traffic-in-norway/44832>
5. Полностью беспилотный автобус появился на улицах Китая // Tengrinews.kz. 2024. URL: <https://tengrinews.kz/electromobiles/polnostyu-bespilotnyiy-avtobus-poyavilsya-na-ulitsah-kitaya-541685/>
6. Беспилотные трамваи в Петербурге: как и где они будут ездить // РБК. 2023. URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/03/06/2023/6479ffca9a794731c2f97791
7. Беспилотная «Ласточка» с момента запуска на МЦК проехала более трети длины Транссиба // РЖД. 2024. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=218559&accessible=true>
8. Ильин А. Карты кроются в деталях // Эксперт. 2024. URL: <https://expert.ru/mnenie/karty-kroyutsya-v-detalyakh/>
9. Uber teams up with Waymo to start selling driverless rides in Austin, Texas // Apnews. 2025. URL: <https://apnews.com/article/uber-waymo-robotaxis-austin-texas-988aba46988e649be8cf59979587a8e5>
10. China's Baidu races Waymo, GM to develop self-driving cars // Apnews. 2022. URL: <https://apnews.com/article/technology-china-general-motors-co-baidu-inc-df3c475bdebf9b2644aa23c37664a74>
11. В России беспилотному грузовику нужно 80 литров омывающей жидкости // Рамблер/авто. 2025. URL: <https://auto.rambler.ru/navigator/54167211-v-rossii-bespilotnomu-gruzoviku-nuzhno-80-litrov-omyvayuschey-zhidkosti/>
12. Кованов А. В Нижнем Новгороде появились бескабинные грузовики // Quto. 2025. URL: <https://quto.ru/news/v-nizhnem-novgorode-poyavilis-beskabinnye-gruzoviki-09-04-2025.htm>
13. Патент RU № 129686U1 2012142455/08, 2012.10.04 Система мониторинга технического состояния транспортного средства / Манаков А.Л., Игумнов А.А., Кирпичников А.Ю.; 2012142455/08, 2012.10.04.
14. Вьюгин И. Электронный паспорт локомотива облегчит работу // Гудок. 2012. URL: <https://gudok.ru/content/transport/zd/884783/>
15. Миронюк В.П. Карты высокой точности // Автомобильные дороги. 2024. № 6 (1111). С. 30–33. EDN OMAXUZ.

REFERENCES

1. Ladovich A.S. The automated dispatch control systems for transport. *Man. Sign. Technology: collection of articles of the 1st Interdisciplinary Youth Forum with International Participation*. 2020;146-153. EDN ENGYQG. (In Russ.).
2. Futuristic driverless buses Aurigo Auto-Shuttle are already traveling around Europe. URL: <https://www.ixbt.com/news/2023/09/20/aurigo-auto-shuttle.html> (In Russ.).
3. Japan aims for nationwide autonomous driving lanes. *Nikkei Asia*. 2023. URL: <https://asia.nikkei.com/Business/Transportation/Japan-aims-for-nationwide-autonomous-driving-lanes>
4. Applied Autonomy: An autonomous bus is introduced into regularly scheduled traffic in Norway. *Innovation News Network*. 2024. URL: <https://www.innovationnewsnetwork.com/applied->

autonomy-an-autonomous-bus-is-introduced-into-regularly-scheduled-traffic-in-norway/44832

5. A fully driverless bus has appeared on the streets of China. *Tengrinews.kz*. 2024. URL: <https://tengrinews.kz/electromobility-polnostyu-bespilotnyy-avtobus-poyavilsya-na-ulitsah-kitaya-541685/> (In Russ.).

6. Driverless trams in St. Petersburg: how and where they will travel. *RBC*. 2023. URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/03/06/2023/6479ffca9a794731c2f97791 (In Russ.).

7. Since its launch on the MCC, the unmanned Lastochka has traveled more than a third of the length of the Trans-Siberian Railway. *RZD*. 2024. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=218559&accessible=true> (In Russ.).

8. Ilyin A. The cards are hidden in the details. *Expert*. 2024. URL: <https://expert.ru/mnenie/karty-kroyutsya-v-detalyakh/> (In Russ.).

9. Uber teams up with Waymo to start selling driverless rides in Austin, Texas. *Apnews*. 2025. URL: <https://apnews.com/article/uber-waymo-robotaxis-austin-texas-988aba46988e649be8cf59979587a8e5>

10. China's Baidu races Waymo, GM to develop self-driving cars. *Apnews*. 2022. URL: <https://apnews.com/article/technology-china-general-motors-co-baidu-inc-df3c475bdebf9b2644aa-23c37664a74>

11. In Russia, an unmanned truck needs 80 liters of washer fluid. *Rambler/auto*. 2025. URL: <https://auto.rambler.ru/navigator/54167211-v-rossii-bespilotnomu-gruzoviku-nuzhno-80-litrov-omyvayuschey-zhidkosti/> (In Russ.).

12. Kovanov A. Cableless trucks appeared in Nizhny Novgorod. *Quto*. 2025. URL: <https://quto.ru/news/v-nizhnem-novgorode-poyavilis-beskabinnye-gruzoviki-09-04-2025.htm> (In Russ.).

13. Patent RU No. 129686U1. *System for monitoring the technical condition of a vehicle* / Manakov A.L., Igumnov A.A., Kirpichnikov A.Yu.; 2012142455/08, 2012.10.04.

14. Vyugin I. An electronic locomotive passport will make your work easier. *Gudok*. 2012. URL: <https://gudok.ru/content/transport/zd/884783/> (In Russ.).

15. Mironyuk V.P. High-precision maps: composition, content and creation methods. *Highways*. 2024;6(1111):30-33. EDN OMAXUZ. (In Russ.).

Об авторах

Никита Дмитриевич Крутиков — обучающийся; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; nikiton2015@gmail.com;

Александр Александрович Воронов — доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Логистика и коммерческая работа»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; РИНЦ ID: 643548, SPIN-код: 2984-8833; voronov.a@mail.ru.

Bionotes

Nikita D. Krutikov — student; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; nikiton2015@gmail.com;

Alexander A. Voronov — Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Professor of the Department of "Logistics and Commercial Work"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; ID RSCI: 643548, SPIN-code: 2984-8833; voronov.a@mail.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Олег Ведимирович Голубев, golubev@usurt.ru.

Corresponding author: Oleg V. Golubev, golubev@usurt.ru.

Статья поступила в редакцию 25.04.2023; одобрена после рецензирования 22.04.2025; принята к публикации 28.05.2025.

The article was submitted 25.04.2023; approved after reviewing 22.04.2025; accepted for publication 28.05.2025.