




DOI: 10.22363/2312-8143-2021-22-2-217-224

УДК 656.072.52

Научная статья / Research article

Метод биоконтроля усталости водителя транспортного средства

К.А. Иванов, Н.В. Камардина, И.К. Данилов , В.Н. Коноплев  

Российский университет дружбы народов,
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
 E-mail: konoplev-vn@rudn.ru

История статьи

Поступила в редакцию: 15 января 2021 г.

Доработана: 12 апреля 2021 г.

Принята к публикации: 22 мая 2021 г.

Аннотация. В статье описывается пример халатности водителей, перевозящих пассажиров, и методы его решения с помощью современных изобретений. Одной из таких бед является управление автомобилем и перемещение в нем пассажиров таксистом в усталом состоянии. Так как не каждый водитель может грамотно оценить свое психофизическое состояние, ученые и стали создавать устройства для отслеживания поведения человека при управлении транспортным средством. Целями внедрения систем контроля за усталостью водителя являются обеспечение безопасности на дорогах, сохранение жизней и имущества граждан. Применение данных систем облегчит работу экстренным службам, владельцам таксопарков, самим таксистам и их пассажирам. В статье внимание уделено проблеме переутомления конкретно водителей такси потому, что их трудовая деятельность является общественно значимой и несоблюдение норм продолжительности труда и отдыха может привести к трагическим последствиям. Современные водители такси стали чаще надеяться на крепкий кузов и электронные гаджеты при возникновении внезапной ситуации на дороге. Поэтому за рулем автомобиля, несмотря на переутомление, они позволяют себе продолжать движение и могут вовремя не среагировать на аварийную ситуацию. Нами изучены варианты внедрения систем контроля за усталостью водителя и предложена их установка на автомобили такси.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, безопасность, автомобильное оборудование

Для цитирования

Иванов К.А., Камардина Н.В., Данилов И.К., Коноплев В.Н. Метод биоконтроля усталости водителя транспортного средства // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2021. Т. 22. № 2. С. 217–224. doi: 10.22363/2312-8143-2021-22-2-217-224


© Иванов К.А., Камардина Н.В., Данилов И.К., Коноплев В.Н., 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Method of biocontrol of vehicle driver fatigue

Kirill A. Ivanov, Natalia V. Kamardina, Igor K. Danilov , Vladimir N. Konoplev  

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation
 E-mail: konoplev-vn@rudn.ru

Article history

Received: January 15, 2021

Revised: April 12, 2021

Accepted: May 22, 2021

Keywords: passenger transportation, security, automotive equipment

Abstract. This article describes an example of negligence of drivers transporting passengers and methods of solving it using modern inventions. One of these troubles is driving a car and moving passengers by taxi driver in a tired state. Since not every driver can correctly assess their psycho-physical condition, so to do this, scientists began to create devices for tracking human behavior when he drives vehicle. The purpose of implementing driver fatigue monitoring systems is to ensure road safety and preserve lives and property of citizens. The use of these systems is to facilitate the work of emergency services and taxi company owners, taxi drivers and their passengers. In our article we want to touch on the problem of overwork, specifically taxi drivers, since their work activity is socially significant and non-compliance with the norms of work and rest periods can lead to tragic consequences. Modern taxi drivers often rely on a strong body of car and electronic gadgets in an unexpected situation on the road. Therefore, when driving a car, despite being overworked, they allow themselves to relax beyond the limit and don't react in time if an emergency occurs. We have studied options for implementing driver fatigue monitoring systems and offer to install them on a taxi car.

For citation

Ivanov KA, Kamardina NV, Danilov IK, Konoplev VN. Method of biocontrol of vehicle driver fatigue. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2021;22(2):217–224. (In Russ.) doi: 10.22363/2312-8143-2021-22-2-217-224

Введение

В настоящее время люди стали чаще задумываться над безопасностью передвижения в таком общественном транспорте, как такси. У всех горожан нашей страны на слуху такие вопиющие истории, как ситуации с уставшим водителем, который провел за рулем 14—16 часов, были случаи летальных исходов в дорожно-транспортных происшествиях с заснувшим водителем такси за рулем. В настоящее время в сфере пассажироперевозок есть варианты почасовой оплаты труда, как у водителей автобусов, водителей скорой помощи и т.д., а также сдельной, как у водителей такси. Следовательно, они и «гонятся» за большим количеством заказов. Стоимость заказа для клиента определена заранее и не зависит от скорости прибытия на место [1]. Это значит, что чем быстрее водитель

завершит один заказ, тем быстрее есть шанс получить следующий и больше заработать. Тем более время нахождения водителя на линии сложно контролировать. Если это делать в одном конкретном приложении, то таксист будет брать заказы в другом приложении или «от руки». Соответственно, появилась необходимость осуществления контроля за этой сферой услуг, потому что фраза «Не нравится или боишься — не пользуйся», здесь не подходит [2]. Это создает прямую угрозу жизни других участников дорожного движения, пассажиров и самого водителя такси.

Различают следующие виды утомления:

- естественное, когда благодаря отдыху работоспособность восстанавливается на следующий день;
- длительное, когда восстановление работоспособности требует более продолжительного отдыха.

— переутомление, когда интенсивность труда и нагрузки не компенсируется отдыхом, а последствия накапливаются, вызывая физиологические и психоэмоциональные нарушения.

1. Постановка задачи

Переутомление является одной из частых причин дорожно-транспортных происшествий, в таком случае нарушение ПДД не становится следствием небрежности или недисциплинированности водителя.

В результате переутомления истощается нервная система, что приводит к нарушению сложных психических процессов, то есть ухудшается скорость проведения нервных импульсов, что приводит к снижению внимания и восприятия, а также реакции организма в целом. Мыслительный процесс водителя при этом ограничивается простыми решениями вместо полного анализа вероятностной модели дорожной ситуации, человек реагирует ограниченным числом возможных разрешений ожидаемых событий [3—4]. То есть, когда на дороге сложится непредвиденная ситуация, отличная от упрощенной, которую предполагает водитель, вероятность дорожно-транспортного происшествия значительно возрастает.

На начальной стадии утомления водитель еще волевым образом, сосредоточившись, способен поддерживать работоспособность и уберечься от неверных шагов. В случае нарушения режима труда и отдыха, когда даже после ночного сна чувство усталости не исчезает, мы можем наблюдать признаки хронического утомления, то есть переутомления.

Основными причинами переутомления могут быть длительная, выше физиологических возможностей организма работа, тяжесть труда, ненормированная нагрузка на организм в совокупности с непродолжительным отдыхом и суровыми бытовыми условиями. Когда человек чувствует, что устал, тело реагирует на истощение от повышенной трудовой деятельности, переходя к скорейшему уменьшению расхода сил для последующего необходимого организму отдыха. Вместе с тем уверенность в надежном и сохранном поведении человека на дороге полностью зависит от его работоспособности [5].

Признаками переутомления являются сонливость днем и бессонница ночью, общая слабость, головные

боли, повышение артериального давления, ухудшение памяти, снижение аппетита, психоэмоциональная нестабильность. Само утомление или его синоним усталость — есть физиологическая реакция организма, вследствие потери энергии, при обеспечении трудовой деятельности. В норме усталость должна проходить после грамотно организованного отдыха.

Ученые, занимающиеся мониторингом состояния здоровья водителей, выявили, что если водитель долго находится за рулем без отдыха, — то шансы попасть в аварию увеличиваются в разы в зависимости от времени на линии сверх положенной нормы в 8 часов.

За рулем человек много думает и устает физически и эмоционально. Особенно водители эмоционально напрягаются из-за непрерывного наблюдения за дорожной ситуацией, чтобы постоянно контролировать возможность аварий, иногда на максимуме своих психоэмоциональных возможностей. Этот процесс приводит к скорому утомлению. Однообразная поза человека за рулем и монотонные действия вызывают физическое переутомление. Подвижность на рабочем месте или смена деятельности помогают мышцам расслабиться, так как волокна мышц приходят в норму при разнообразных нагрузках. У водителя работа сопровождается постоянной напряженностью в области поясницы и конечностей, появляется физическая боль в этих местах. Каждые 2 часа необходимы перерывы, включающие в себя зарядку или разминку. Моральное утомление проявляется в умственных процессах по оценке дорожной ситуации.

Факторы, которые вызывают переутомление человека за рулем:

- продолжительность нахождения на линии;
- моральное состояние водителя;
- поездки в ночное время;
- монотонность труда;
- условия труда.

Признаки раннего утомления:

- зевота;
- заторможенность.

Признаки развившегося состояния переутомления:

- кивки головой («клюет носом»);
- засыпание за рулем с открытыми глазами.

Поэтому нами предложены варианты контроля за состоянием водителя, работающего на линии. Самые известные из существующих: камера видеофикса-

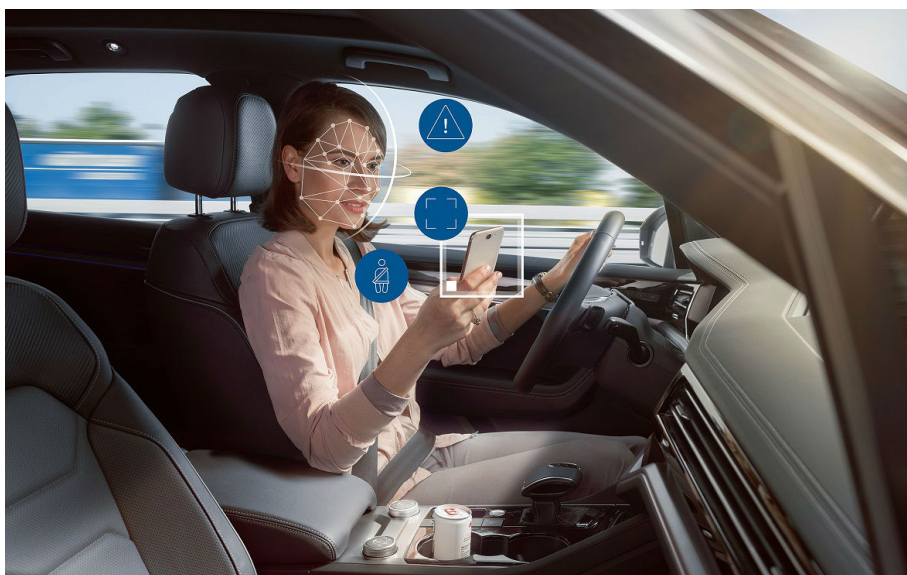


Рис. 1. Обзор изображения с камеры

Figure 1. Overview of the camera image

Источник / Source: Bosch Mobility Solutions. URL: <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/interior/interior-monitoring-systems/> (accessed: 25.04.2020).

ции на приборной панели; акселерометр — отвечает за ускорения и замедления, мониторинг кровяного давления с помощью электронных наручных часов; контроль времени нахождения транспортного средства на смене с помощью бортового компьютера (рис. 1). Понятно, что человеку неприятен постоянный контроль за его действиями, но это необходимо в условиях современного трафика, особенно на дорогах крупных городов [6—8]. Идеальный вариант — это разрешение работать в приложении службы такси только специально переоборудованным автомобилям. Сейчас, чтобы работать в этом агрегаторе, необходимо иметь лицензию на право управления такси, хорошо знать русский язык, регулярно заполнять путевой лист и каждый день осуществлять фотофиксацию автомобиля и документов в освещенном месте. Также бывает, что медицинский контроль водителя перед выходом на смену осуществляется в недостаточном объеме или в спешке. Все это возможно фиксировать в приложении, даже тест на алкоголь, с помощью электронного алкотестера в режиме видеофиксации. Это сократит время перед началом выхода на линию. Тем более, что многие таксисты сейчас снимают на ви-

деорегистратор не только происходящее на дороге, но и фиксируют поведение пассажиров в салоне.

2. Материалы и методы

Дополнительно возможно внедрение и использование систем контроля удержания полосы и установки автомобильных радаров спереди и сзади автомобиля такси под бампером. Эти системы используются на более премиальных моделях автомобилей для контроля «слепых зон» позади автомобилей и использования «адаптивного круиз-контроля». Комплекс систем по поиску местоположения, времени за рулем и пройденному пути уже давно используются на грузоперевозках: тахографы и система «Платон» [9].

Помимо систем, установленных внутри и снаружи автомобиля, в Москве начинает действовать умная система фото-видеофиксации движения автомобилей по городу «Умный город». Уже 4-й год на все автомобили, выпущенные на территории нашей страны или завезенные в Россию, устанавливается система Эра-Глонасс, отвечающая за передачу данных о положении автомобиля и дающая возможность связаться с оператором для вызова экстренных служб [10]. С осени следующего года



Рис. 2. План работы системы

Figure 2. The plan of operation of the system

Источник / Source: Аналитический центр при Правительстве РФ. Исследование рынка такси. URL: <https://ac.gov.ru/files/content/24166/gynok-taksi-2019-pdf.pdf> (дата обращения / accessed: 29.04.2020).

все автомобили, выпущенные в России, предлагается дополнить видекамерами и датчиками, которые будут следить за мимикой лица и жестами водителя, состоянием транспортного средства и соблюдением ПДД. Система будет реагировать на частое зевание человека, пользование мобильным устройством и положением век глаз. Если есть подозрение, что водитель засыпает, то раздается звуковой сигнал и водитель должен проснуться и подтвердить, что он бодрствует [11].

На мобильном устройстве существует возможность передачи данных о результатах прохождения теста на алкоголь и замерах артериального давления в единую систему. Необходимо совместить эти системы в один комплекс по онлайн-мониторингу состояния водителей в диспетчерских (рис. 2). Если программа считает, что водитель устал или засыпает, то она должна информировать об этом водителя и экстренно отправить соответствующий сигнал диспетчеру таксопарка, а он уже должен разобраться в сложившейся ситуации¹.

3. Расчет капиталовложений

Мы провели анализ рынка, предлагаемых товаров по контролю/помощи водителю, и приводим данные

средних цен на устройства и их установку в табл. 1, чтобы не рекламировать определенных производителей систем, программного обеспечения (ПО) и услуги различных предприятий по установке и настройке этого оборудования.

Таблица 1
Table 1
Средние цены оборудования
Average equipment prices

Наименование Name	Цена устройства, руб. Price of the device, RUB	Цена установки, руб. Price of the installation, RUB
Камера контроля разметки Marking control camera	12000	4000
Дополнительное ПО в бортовой компьютер автомобиля Additional software in the vehicle's on-Board computer	11000	8000
Радары за бамперами Radars behind the bumpers	4x5000=20000	10000
Наручные часы с функцией тонометра Hand watch with blood pressure measuring device	10000	0

¹ Автомотопроф. Спутниковые системы навигации GPS и ГЛОНАСС. URL: <https://avtomotoprof.ru> (дата обращения: 27.04.2020).

Окончание табл. 1 / End of the table 1

Наименование Name	Цена устройства, руб. Price of the device, RUB	Цена установки, руб. Price of the installation, RUB
Камера в салоне автомобиля / Camera in the car interior	8000	1000
«Алкозамок» / Breathalyzer locking engine of car	18000	3000
Итого Total price	79000	26000

Из данных таблицы видно, что дооборудование современного автомобиля данными системами обойдётся в среднем в 105 000 рублей. В динамике продаж просматривается постепенное снижение цен на эти устройства. Все больше и больше производителей предлагают данные товары, соответственно повышается качество изделия и снижается стоимость. Конкуренция в данной сфере неизбежна, что радует [13].

Выводы

Системы, разработанные различными автопроизводителями, похожи между собой. Необходимо на законодательном уровне обеспечить автомобили такси данными устройствами. Таким образом сократится количество опасных ситуаций на дорогах общего пользования из-за усталости водителя. Системы с каждым годом становятся все доступнее, надежнее и проще в установке. Также с помощью этих систем будет возможно отслеживать техническое состояние автопарков в онлайн-режиме. Это поможет обеспечить оперативный ремонт и более эффективно использовать машины на линии, вести отчеты и прогнозировать прибыль².

Утомление и переутомление — обратимые процессы, но в особо запущенных случаях пренебрегать помощью врачей преступно. Строгое соблюдение правил режима труда и отдыха водителя является гарантированным средством в борьбе с утомлением и переутомлением. Также не стоит забывать, что работоспособность снижается в случае заболевания водителя, стрессов, низкого качества жизни. Употре-

бление алкоголя или наркотических средств должно быть исключено.

Мы предлагаем соединить уже установленные на автомобилях системы помощи водителю с исследуемыми нами дополнительными устройствами. Цены на эти устройства несопоставимы с ценой жизни человека. Компания «Яндекс» и ГУП «Мосгортранс» продолжают тестировать комплексы по контролю за усталостью водителя на добровольцах и добились сбора огромного количества данных. Анализируя результаты этих тестов, сотрудники предприятий говорят о том, что они уже помогают уменьшить количество происшествий на дорогах. Поэтому необходимо скорейшее появление этих комплексов на автомобилях такси.

Список литературы

1. Акимов В.А., Владимиров В.А. Катастрофы и безопасность МЧС России. М.: Деловой экспресс, 2006. 392 с.
2. Демьянушко И.В., Трофимов Ю.В. Разработка технологий снижения риска и уменьшения последствий техногенных аварий и катастроф за счет прогнозирования поведения объектов системы водитель-автомобиль-дорога-среда. М.: МАДИ, 2011. 161 с. № 02.740.11.0036.
3. Каплин Н.В. Выработка перспективных требований по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости водителя // Материалы IX Международной молодежной научно-практической конференции «Научные стремления», Минск, Республика Беларусь, 04—05 декабря 2018. Минск: Лаборатория интеллекта, 2018. С. 72—73.
4. Каплин Н.В. Эволюция систем автоматического управления автомобилем // Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук». Тольятти, Российская Федерация, 23—25 апреля 2018 г. Тольятти, 2018. С. 135—138.
5. Комарова Н.А. Мотивация труда и повышение эффективности работы // Человек и труд, 2011. № 10. С. 17.
6. Лашков И.Б. Анализ поведения водителя при управлении транспортным средством с использованием фронтальной камеры смартфона // Информационно-управляющие системы. 2017. № 4 (89). С. 7—17.
7. Лашков И.Б., Смирнов А.В., Кашевник А.М. Исследование и разработка подхода к построению интеллектуального мобильного сервиса для автоматизированной поддержки водителя транспортного средства // Научно-тех-

² См.: Всемирная организация здравоохранения. Дорожно-транспортные травмы. URL: <http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (дата обращения: 20.04.2020); Аналитический центр при Правительстве РФ. Исследование рынка такси. URL: <https://ac.gov.ru/files/content/24166/rynok-taksi-2019-pdf.pdf> (дата обращения: 29.04.2020).

нический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 6 (100). С. 1130—1138.

8. Махутов Н.А. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Том 2: Безопасность и защищенность критически важных объектов. Ч. 1 и 2. М.: Знание, 2012.

9. Приходько В.М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе. М.: ООО «МЭЙЛЕР», 2011. 487 с.

10. Родионов В.Г. Новые технологии снижения ДТП по вине человеческого фактора // Автотранспортное предприятие. 2008. № 6. С. 15—18.

11. Lashkov I., Kashevnik A., Shilov N. Dangerous state detection in vehicle cabin based on audiovisual analysis with smartphone sensors // *Advances in intelligent systems and computing*. 2021. Т. 1250 AISC. P. 789—799. doi: 10.1007/978-3-030-55180-3_60

12. Соломатин Н.С., Исаев Е.У. Метод компоновки рабочего места водителя легкового автомобиля с применением пространственной геометрической модели человека. Тольятти: Издательство ТГУ, 2014. 98 с.

13. Kashevnik A., Lashkov I., Gurtov A. Methodology and mobile application for driver behavior analysis and accident prevention // *IEEE transactions on intelligent transportation systems*. 2020. Vol. 21. № 6. P. 2427—2436.

References

1. Akimov VA, Vladimirov VA. *Katastrofy i bezopasnost' MCHS Rossii [Disasters and security. Ministry of emergencies in Russia]*. Delovoj ekspress Publ.; 2006. (In Russ.)

2. Demianushko IV, Trofimov YV. *Razrabotka tekhnologij snizheniya riska i umen'sheniya posledstvij tekhnogennyh avarij i katastrof za schet prognozirovaniya povedeniya ob'ektov sistemy voditel'-avtomobil'-doroga-sreda [Development of technology about risk reduction and reducing of man-made accidents and disasters by predicting the behavior of system objects: driver-car-road-situation. Report about research work]*. Moscow: MADI Publ.; 2011. № 02.740.11.0036. (In Russ.)

3. Kaplin NV. Development of perspective requirements for functionality for a new generation of driver tiring monitoring system. *Materials of the international youth scientific and practical conference «Scientific aspiration»*. Minsk, Belarus. 2018:72—73. (In Russ.)

4. Kaplin NV. The evolution of systems of automatic control of the vehicle. *Materials of the IV International Scientific and Practical Conference Of Young Scientists «Applied mathematics and computer science, modern research in the field of natural and technical Science»*. Tolyatti, Russian Federation, 23—25 of April 2018. Tolyatti State University. 2018:135—138. (In Russ.)

5. Komarova NA. Motivation of work and increase of work efficiency. *Man and labor*. 2010;10:17. (In Russ.)

6. Lashkov IB. Driver's behavior analysis with smartphone front camera. *Information and control systems*. 2017;4(89):7—17. (In Russ.)

7. Lashkov IB., Smirnov AV, Kashevnik AM. Smartphone-based approach to advanced driver assistance system (ADAS) research and development. *Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics*. 2015;15,6(100):1130—1138. (In Russ.)

8. Mahutov NA. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, social'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhicheskie aspekty. Tom 2: Bezopasnost' i zashchishchennost' kriticheski vazhnyh ob'ektov [Security of Russia. Legal, socio — economic scientific and technical aspects. Part 2. Security and safety of critical objects]*. Moscow: Znanie Publ.; 2012. (In Russ.)

9. Prihodko VM. *Intelligent transport systems in the automobile road complex*. Moscow: MEILER Publ.; 2011. (In Russ.)

10. Rodionov VG. *Novye tekhnologii snizheniya DTP po vine chelovecheskogo faktora [New technologies for reducing accidents caused by the human factor]*. *Avtotransportnoe predpriyatие [Motor transport enterprise]*. 2008;6:15—18. (In Russ.)

11. Lashkov I, Kashevnik A, Shilov N. Dangerous state detection in vehicle cabin based on audiovisual analysis with smartphone sensors. *Advances in intelligent systems and computing*. 2021;1250 AISC:789—799. doi: 10.1007/978-3-030-55180-3_60

12. Solomatin NS, Isaev EU. *A method for constructing a driver's workplace using a spatial geometric model of a person*. Tolyatti State University Publ.; 2014. (In Russ.)

13. Kashevnik A, Lashkov I, Gurtov A. Methodology and mobile application for driver behavior analysis and accident prevention. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*. 2020;6:2427—2436.

Сведения об авторах

Иванов Кирилл Аркадьевич, аспирант департамента машиностроения и приборостроения, инженерная академия, Российский университет дружбы народов; e-mail: 1042200034@rudn.ru

Камардина Наталья Валерьевна, аспирантка департамента машиностроения и приборостроения, инженерная академия, Российский университет дружбы народов; e-mail: 1042200025@rudn.ru

Данилов Игорь Кеворкович, директор департамента машиностроения и приборостроения, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук; ORCID: 0000-0002-7142-7461, Scopus Author ID: 57210770802, eLIBRARI SPIN-код: 1633-2700; e-mail: danilov-ik@rudn.ru

Коноплев Владимир Николаевич, доцент департамента машиностроения и приборостроения, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, доктор технических наук; ORCID: 0000-0003-1662-6254, Scopus Author ID: 57206670076, eLIBRARI SPIN-код: 3876-1534; e-mail: konoplev-vn@rudn.ru

About the authors

Kirill A. Ivanov, Graduate Student of the Department of Mechanical Engineering and Instrumentation, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University); e-mail: 1042200034@rudn.ru

Natalia V. Kamardina, Graduate Student of the Department of Mechanical Engineering and Instrumentation, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University); e-mail: 1042200025@rudn.ru

Igor K. Danilov, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering and Instrumentation, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Doctor of Technical Sciences; ORCID: 0000-0002-7142-7461, Scopus Author ID: 57210770802, eLIBRARI SPIN-code: 1633-2700; e-mail: danilov-ik@rudn.ru

Vladimir N. Konoplev, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Instrumentation, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Doctor of Technical Sciences; ORCID: 0000-0003-1662-6254, Scopus Author ID: 57206670076, eLIBRARI SPIN-code: 3876-1534; e-mail: konoplev-vn@rudn.ru