



Вильк М.Ф.¹, Тулушев В.Н.¹, Капцов В.А.¹, Панкова В.Б.^{1,2}, Латынин Е.О.¹

Физиолого-гигиенические особенности производственной нагрузки работников железнодорожного транспорта при современных формах вождения поездов

¹ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 125438, Москва, Россия;

²ГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. На железнодорожном транспорте России активно внедряются новые технологии — скоростное и высокоскоростное движение, автоматизированное управление технологическими процессами с использованием искусственного интеллекта. В связи с этим возрастает роль умственного труда и напряжённость трудового процесса, что формирует дополнительные риски нарушений здоровья.

Цель работы — определить характер изменений функционального состояния работников транспорта при использовании современных технологий производственного процесса — автоматических систем ведения поезда и дистанционного сопровождения движения поездов.

Материалы и методы. В производственных условиях проведены сравнительные гигиенические и физиологические исследования показателей работников 30 локомотивных бригад при работе в штатном режиме и с использованием систем автоматизированного ведения поездов; обследованы 15 машинистов-операторов и машинистов-инструкторов центра диспетчерского контроля и управления движением электропоездов.

Результаты. Установлено качественное изменение производственной нагрузки работников локомотивных бригад при использовании систем автоматизированного ведения поездов. Выявлено улучшение большинства показателей производственной нагрузки помощников машинистов, свидетельствующее о возможном переходе на работу без помощника при использовании систем автоматизированного ведения поезда.

Анализ отдельных компонентов производственной нагрузки работников локомотивных бригад, работающих в современных условиях организации труда, свидетельствует о её качественном изменении вследствие роста информационной составляющей, что требует совершенствования системы оценки готовности работников, связанных с движением поездов, к производственной деятельности.

Ограничения исследования. Исследования проводились с участием работников, не имеющих медицинских противопоказаний для работы в профессии и допущенных к поездной работе в составе локомотивных бригад согласно приказам Минздрава и Минтранса России.

Заключение. Рост информационной составляющей обуславливает качественное изменение производственной нагрузки работников локомотивных бригад, работающих в условиях передовых форм организации труда, что определяет требования к оценке готовности локомотивных бригад к поездной работе на основе совершенствования методов и критериев оценки работоспособности для профотбора и профилактики нарушений состояния здоровья.

Ключевые слова: машинист-оператор; автоматизированное движение; дистанционное управление

Соблюдение этических стандартов. Исследование проведено согласно общепринятым научным принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ред. 2013 г.) и в соответствии с программой-методикой, разработанной ФГУП ВНИИЖТ и согласованной с работодателем, в ведении которого находятся работники локомотивных бригад, машинисты-операторы и работники диспетчерско-операторской группы. Работники указанных профессиональных групп принимали участие в исследовании на добровольной основе. В связи с отсутствием в материалах исследования персональных данных информированное добровольное согласие работников не требуется.

Для цитирования: Вильк М.Ф., Тулушев В.Н., Капцов В.А., Панкова В.Б., Латынин Е.О. Физиолого-гигиенические особенности производственной нагрузки работников железнодорожного транспорта при современных формах вождения поездов. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(7): 657–662. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-657-662> <https://elibrary.ru/ltater>

Для корреспонденции: Панкова Вера Борисовна, доктор мед. наук, профессор, зав. отд. клинических исследований и профпатологии ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва. E-mail: pankova@vniijg.ru

Участие авторов: Вильк М.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Тулушев В.Н. — сбор, обработка и анализ материала, написание текста; Капцов В.А. — анализ результатов исследования, редактирование выводов; Панкова В.Б. — анализ материала, написание и редактирование текста; Латынин Е.О. — обработка и анализ материала, техническое оформление. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 22.04.2024 / Принята к печати: 19.06.2024 / Опубликовано: 31.07.2024

Mikhail F. Vilk¹, Vladimir N. Tulushev¹, Valery A. Kaptsov¹, Vera B. Pankova^{1,2}, Evgeny O. Latynin¹

Physiological and hygienic features of the occupation load in railway transport workers in modern forms of train driving

¹All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation;

²Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, 125993, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. New technologies are being actively introduced in Russian railway transport — high-speed and high-speed traffic, automated control of technological processes using artificial intelligence. In this regard, the role of mental labour and the intensity of the labour process increases, which creates additional risks of health disorders.

The purpose of the work is to determine the nature of changes in the functional state in the body of transport workers using modern production process technologies – automatic train guidance systems and remote train tracking.

Materials and methods. Comparative hygienic and physiological studies of more than thirty locomotive crews were carried out in production conditions when working in normal mode and using automated train management systems; 15 operator drivers and train drivers-instructors of the center for dispatching control and traffic control of electric trains.

Results. A qualitative change in the occupation load of employees in locomotive crews has been established when using automated train management systems. An improvement in most indices of the production load of assistant drivers has been revealed, stipulating a possible transition to work without an assistant when using automated train driving.

The analysis of individual components of the occupation load in employees in locomotive crews working in modern conditions of labour management designate its qualitative change due to the gain in the information component, which requires improvement of the system for assessing the readiness of employees associated with train movement for production activities.

Limitations. The research was conducted with the participation of employees in locomotive crews without medical contraindications for work in the occupation and are allowed training work in accordance with the procedure provided by orders of the Ministry of Health and the Ministry of Transport of the Russian Federation.

Conclusion. The gain in the information component causes a qualitative change in the occupation load in employees in locomotive crews working in advanced forms of labour management, which determines the requirements for assessing the readiness of locomotive crews for train work based on improved methods and criteria for evaluating performance for occupational selection and prevention of health disorders.

Keywords: driver-operator; automated movement; remote control

Compliance with ethical standards. The study was conducted in accordance with the generally accepted scientific principles of the Helsinki Declaration of the World Medical Association (ed. 2013) and in accordance with the Program-methodology developed by the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being and agreed with the employer, which is responsible for employees in locomotive crews, machinists, operators, and employees of the dispatch and operator group. Employees of these occupational groups participated in the study on a voluntary basis. Due to the absence of personal data in the research materials, informed voluntary consent of employees is not required.

For citation: Vilk M.F., Tulushev V.N., Kaptsov V.A., Pankova V.B., Latynin E.O. Physiological and hygienic features of the occupation load in railway transport workers in modern forms of train driving. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2024; 103(7): 657–662. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-7-657-662> <https://elibrary.ru/ltater> (In Russ.)

For correspondence: Vera B. Pankova, MD, PhD, DSci., Professor, Head of the Department of Clinical Research and Occupational Pathology of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation; Professor of the Department of Occupational Pathology and Industrial Medicine of the Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, 125993, Russian Federation. E-mail: pankova@vniijg.ru

Contribution: Vilk M.F. – research concept and design, editing; Tulushev V.N. – collection, processing and analysis of the material, writing the text; Kaptsov V.A. – analysis of research results, editing of conclusions; Pankova V.B. – analysis of the material, writing and editing of the text; Latynin E.O. – processing and analysis of the material, technical design. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: April 22, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: July 31, 2024

Введение

В настоящее время на железнодорожном транспорте России активно внедряются новые технологии перевозочного процесса, скоростное, высокоскоростное движение и автоматизированное, в том числе дистанционное, сопровождение движения поездов с использованием искусственного интеллекта [1–3].

Совершенствование производственных отношений и орудий труда приводит к постепенному исключению непосредственного участия работника в трудовом процессе, что обусловлено всё более широким внедрением дистантных форм трудовой деятельности, для которых характерно наличие между работником и орудиями труда дополнительного звена – пульта управления производственным процессом [4, 5].

Типичными представителями профессий с дистантными формами труда на железнодорожном транспорте являются работники диспетчерско-операторской группы – станционные, поездные и маневровые диспетчеры, операторы постов централизации и сортировочной горки. В настоящее время ОАО «РЖД» проводит испытания электропоездов с четвёртым (максимальным) уровнем автоматизации УА4, то есть с полной автоматизацией, при которой управление движением осуществляется дистанционно машинистом-оператором¹.

Первый полностью автоматизированный пассажирский поезд может быть запущен в России уже в 2026 г., о чём сообщил глава ОАО «Российские железные дороги» О.В. Белозеров на пленарной сессии Дня пассажирской логистики в рамках выставки «Россия» (Москва, 19 января 2024 г., Interfax.ru).

¹ ГОСТ Р 70059–2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы управления и контроля железнодорожного транспорта для перевозок пассажиров в пригородном сообщении. Принципы построения и основные функциональные требования. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Москва: Российский институт стандартизации. 2022.

В условиях научно-технического прогресса и появления новых технологий возрастает роль умственного труда и напряжённости трудового процесса в целом. Одновременно изменяется значение и содержание физического труда: работник перестаёт быть неотъемлемой составляющей орудия производства, а дополняет работу машин и механизмов, при этом выполняя более сложные действия [6–9]. Новые формы организации труда определяют изменение производственной нагрузки и функциональное состояние работников, что формирует дополнительные риски нарушений здоровья [10, 11]. Данное утверждение особенно актуально для первой группы работников железнодорожного транспорта, непосредственно обеспечивающих движение поездов².

В настоящее время профессиональная деятельность значительной части работников водительских профессий осуществляется в условиях модернизации транспорта и характеризуется снижением доли физического труда, его механизацией и автоматизацией, всё более широким распространением дистантных форм работы, изменением профессиографической структуры деятельности, а также ростом информационной нагрузки и интеллектуализацией труда.

Формируется новая профессия – машинист-оператор, производственная деятельность которого, в том числе и управление тяговым подвижным составом, не предусматривает традиционного нахождения работника в кабине локомотива, а осуществляется из центров диспетчерского контроля и управления в дистанционном режиме.

Изменяется характер и уровень воздействия факторов производственной среды и трудового процесса. Рост напряжённости труда способствует развитию в краткосрочном

² Постановление Правительства Российской Федерации от 8 сентября 1999 г. № 1020 «Об утверждении перечня профессий и должностей работников, обеспечивающих движение поездов, подлежащих обязательным предварительным, при поступлении на работу, и периодическим медицинским осмотрам».

Таблица 1 / Table 1

Сравнительные показатели данных хронометражных исследований показателей работников локомотивных бригад при различных режимах труда на малом кольце Московской железной дороги**Comparative indices of data from time-lapse studies of employees in locomotive crews under various working conditions on the small ring of the Moscow Railway**

Профессия Occupation	Режим труда Working mode	Количество операций Number of operations	Доля совмещённых операций, % For combined operations, %
Машинист Machinist	Штатный режим* / Regular mode*	298	90.0
	Режим автоведения поездов** / Automatic train driving mode**	192	65.2
Помощник машиниста Driver assistant	Штатный режим / Regular mode	141	6.8
	Режим автоведения поездов / Automatic train driving mode	46	0.0
Машинист-оператор The driver-operator	Автоматический режим УА 4*** / Automatic mode UA 4***	90	0.0
	Дистанционное управление УА4**** / UA 4 remote control****	297	90.0

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – штатный режим – управление электропоездом осуществляется бригадой полного состава без применения средств автоматизации (ручной режим); ** – частично автоматизированный режим с использованием систем автоведения поездов, при котором управление железнодорожным подвижным составом осуществляется локомотивной бригадой с задействованием функций управления и контроля автоматизированных систем управления железнодорожным подвижным составом; *** – режим, при котором управление железнодорожным подвижным составом и выполнение ряда задач по управлению движением осуществляются автоматизированными системами управления высокого уровня автоматизации. Локомотивная бригада в поезде отсутствует. Управление осуществляется из диспетчерского центра. Машинист-оператор имеет возможность дистанционно управлять ТПС и контролировать работу электрического, механического и пневматического оборудования, контрольно-измерительных приборов, оборудования радиосвязи и других вспомогательных устройств; **** – доверительный интервал определен с использованием распределения Стьюдента, уровень доверия 95%.

Note: Here and in Table 2: * – regular mode – control of the ES2G electric train at the MCC by a full-strength team without using automation tools – manual mode; partially automated mode using automatic train control systems, in which the control of railway rolling stock is carried out by the locomotive crew using the control and monitoring functions of automated control systems for railway rolling stock; *** is a mode in which the control of railway rolling stock and the performance of a number of traffic control tasks are carried out by automated control systems of a high level of automation. There is no locomotive crew on the train. Management is carried out from the dispatch center. The driver-operator has the ability to remotely control the TPS and monitor the operation of electrical, mechanical, and pneumatic equipment, instrumentation, radio communication equipment, and other auxiliary devices; **** – the confidence interval is determined using the Student's distribution, the confidence level is 95%.

периоде преждевременного утомления и снижению профессиональной надёжности, а в средне- и долгосрочной перспективе – формированию хронического стресса, длительной и стойкой утрате трудоспособности с вынужденным досрочным прекращением работы по профессии [12–16].

Цель исследования – определить характер изменений функционального состояния организма работников транспорта, использующих современные технологии производственного процесса – автоматические системы ведения поезда и дистанционного сопровождения движения поездов.

Материалы и методы

Проведены сравнительные гигиенические и физиологические исследования показателей машинистов и помощников машиниста более 30 локомотивных бригад при работе в штатном режиме и с использованием систем автоматизированного ведения поездов и 15 машинистов-операторов и машинистов-инструкторов центра диспетчерского контроля и управления движением электропоездов на малом кольце Московской железной дороги.

Исследования выполнены в виде следующих серий:

1. При различном сменном характере работы машинистов-операторов:

- утренняя – с 06.00 до 11.00;
- дневная – с 11.00 до 16.00;
- вечерняя с переходом в ночную – с 19.00 до 02.00.

2. При разной продолжительности рабочих смен – 2; 3; 4; 5; 6 и 7 ч.

3. При различных режимах работы машиниста-оператора:

- автоматизированный – управление электропоездом в беспилотном режиме под контролем машиниста-оператора из центра диспетчерского контроля и управления движением электропоездов;

- дистанционный – непосредственное управление электропоездом машинистом-оператором в дистанционном режиме из центра диспетчерского контроля и управления движением электропоездов с использованием системы «машинного зрения».

В гигиенических исследованиях использовали хронометражные методы – регистрацию методом выборочного хронометража общего количества рабочих операций с последующим расчётом доли сложных рабочих операций и профессиографические – структурный анализ рабочих операций. Оценку работоспособности осуществляли с помощью физиологических тестов (частота сердечных сокращений, показатели variability сердечного ритма (по Р.М. Баевскому) [17].

Результаты

Результаты производственных исследований представлены в табл. 1, 2.

Как следует из указанных таблиц, наиболее высокие показатели – число рабочих операций, доля сложных операций, частота сердечных сокращений и индекс напряжения (стресс-индекс) – зарегистрированы при управлении электропоездами без использования средств автоматизации (штатный режим). Аналогичные эргометрические показатели зафиксированы при работе машинистов-операторов при дистанционном управлении движением электропоездов (удалённое управление электропоездом).

При этом физиологические реакции машинистов-операторов (стресс-индекс (индекс напряжения) и частота сердечных сокращений) при дистанционном управлении были менее выражены, чем у работающих в штатном режиме, что обусловлено отсутствием непосредственного негативного влияния факторов производственной среды на организм работников.

Таблица 2 / Table 2

Сравнительные показатели данных физиологических исследований показателей работников локомотивных бригад при различных режимах труда на малом кольце Московской железной дороги

Comparative indicators of data from physiological studies of locomotive crew workers under various working conditions on the small ring of the Moscow Railway

Профессия Occupation	Режим труда Working mode	ЧСС, уд. в 1 мин* Heart rate, bpm*	ИН, усл. ед. Tension index, conv. units
Машинист Machinist	Штатный режим / Regular mode	85 (± 1.2)	400
	Режим автоведения поездов / Automatic train driving mode	89 (± 2.1)	444
Помощник машиниста Driver's Assistant	Штатный режим / Regular mode	85 (± 1.2)	393
	Режим автоведения поездов / Automatic train driving mode	80 (± 2.3)	350
Машинист-оператор The driver-operator	Автоматический режим УА 4 / Automatic mode UA 4	72 (± 3.1)	188
	Дистанционное управление УА4 / UA 4 remote control	78 (± 2.7)	328

Примечание. * – доверительный интервал определен с использованием распределения Стьюдента, уровень доверия 95%.

Note: * – the confidence interval is determined using the Student's distribution, the confidence level is 95%.

Обсуждение

Результаты работы позволили установить, что частичная автоматизация производственных процессов на железнодорожном транспорте (использование систем автоведения поездов) существенно снижает моторную активность работников локомотивных бригад, о чём свидетельствуют данные хронометражных исследований.

При этом уровень напряжённости трудового процесса машиниста-оператора возрастает, что подтверждается показателями сердечно-сосудистой системы (частота сердечных сокращений и стресс-индекс). Полученные данные соответствуют классическим представлениям о функциональных изменениях в организме человека при хроническом стрессе, вызванном напряжённой деятельностью [18–20], и согласуются с современными результатами исследований фактора напряжённости у представителей других профессий транспортной отрасли [21–23].

Зарегистрированные в данной работе показатели напряжённости состояния организма машинистов-операторов следует расценивать как следствие насторожённости и недостаточности опыта при внедрении передовых технологий, что, по мнению отечественных и зарубежных авторов, указывает на необходимость разработки и реализации системы профессиональной подготовки работников локомотивных бригад [22, 24, 25].

Ограничением исследования было обследование работников, не имеющих медицинских противопоказаний к выполнению профессиональных обязанностей в составе локомотивных бригад согласно требованиям, установленным Минздравом и Минтрансом Российской Федерации. Однако совершенствование существующих и внедрение принципиально новых производственных процессов ведения и контроля движения поездов на железнодорожном транспорте, объективно сопровождающихся качественными и

количественными изменениями производственной нагрузки работников, формируют новые профессии машинистов-операторов, что требует совершенствования системы оценки готовности локомотивных бригад к новым формам трудовой деятельности. Для этого необходимо разработать и внедрить методы и критерии оценки работоспособности для профотбора и профилактики нарушений состояния здоровья.

Заключение

Использование систем автоматизированного ведения поездов сопровождается качественным изменением производственной нагрузки работников локомотивных бригад при неизменном её общем уровне у машинистов и снижении у помощников машинистов. Улучшение большинства показателей производственной нагрузки помощников машинистов свидетельствует о целесообразности перехода на работу без помощника при использовании систем автоматизированного ведения поездов на малом кольце Московской железной дороги.

Анализ отдельных компонентов производственной нагрузки работников локомотивных бригад при работе с использованием систем автоматизированного ведения поездов свидетельствует о возрастании уровня функционального напряжения машинистов-операторов. Основной причиной возрастания уровня функционального напряжения машинистов следует считать рост информационной нагрузки.

Качественное изменение производственной нагрузки работников локомотивных бригад, работающих в условиях передовых форм организации труда, требует совершенствования системы оценки готовности локомотивных бригад к новым формам трудовой деятельности. Для этого необходимо разработать и внедрить методы и критерии оценки работоспособности для профотбора и профилактики нарушений состояния здоровья.

Литература

- Мишарин А.С. Аспекты создания интегрированной сети скоростного и высокоскоростного сообщения в Российской Федерации. *Государство и транспорт*. 2014; (2): 9–13. <https://elibrary.ru/sdei zb>
- Киселёв И.П., Назаров О.Н. Развитие высокоскоростного подвижного состава. *Железнодорожный транспорт*. 2019; (7): 65–77. <https://elibrary.ru/xblncr>
- Панов Н.Н., Тюменев А.В. Сравнительный анализ безопасного вида транспорта в России. *Системные технологии*. 2017; (3): 34–9. <https://elibrary.ru/zuctxf>
- Рогавичене Л.И., Емец А.В. Внедрение беспилотных транспортных средств в инфраструктуру Санкт-Петербурга: исследование проблем. *Мир транспорта*. 2022; 20(2): 52–9. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-5>
- Долгий П.С., Немыкин Г.И., Думитраш Г.Ф. Беспилотное управление транспортными средствами. *Молодой ученый*. 2019; (8–2): 13–5. <https://elibrary.ru/yuouol>
- Вильк М.Ф., Панкова В.Б., Капцов В.А., Базазьян А.Г., Латынин Е.О. Новые профессиональные риски здоровью работников транспорта в условиях его модернизации. *Научно-практический журнал «Заметки учёного»*. 2022; 1(1): 108–16.
- Капцов В.А., Дейнего В.Н. Новые вызовы для гигиены и охраны труда. Искусственный интеллект и светодиодные технологии. *Безопасность и охрана труда*. 2023; (4): 48–55. https://doi.org/10.54904/52952_2023_4_48 <https://elibrary.ru/dttvms>

Original article

8. Панкова В.Б., Вильк М.Ф., Зибарев Е.В., Федина И.Н. К вопросу учёта новых факторов в патогенезе профессиональной потери слуха (на примере работников транспорта). *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(8): 488–50. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-8-488-500> <https://elibrary.ru/hqfnnr>
9. Мельцер А.В., Якубова И.Ш., Евростова Н.В., Кропот А.И. Оценка профессионального априорного риска для здоровья на рабочем месте. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(10): 1195–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1195-1199> <https://elibrary.ru/nwxjev>
10. Финоченко Ф.А., Держачева Л.В. Система управления факторами риска перевозочного процесса, обуславливающая его безопасность. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2022; (7): 159–67. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2022-7-159-167> <https://elibrary.ru/dzpkun>
11. Лисицын А.И. Культура безопасности в системе управления охраной труда. *Железнодорожный транспорт*. 2022; (11): 26–30. <https://elibrary.ru/ezsbtz>
12. Вильк М.Ф., Тулушев В.Н., Панкова В.Б., Латынин Е.О. Влияние режима автоматизированного ведения скоростного и высокоскоростного сообщения на функциональное состояние и работоспособность работников локомотивных бригад. *Медицина труда и экология человека*. 2023; (2): 84–97. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10206> <https://elibrary.ru/hvvyql>
13. Каськов Ю.Н., Подкорытов Ю.И. К современному состоянию здоровья работников железнодорожного транспорта России. *Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко*. 2012; (4): 61–4. <https://elibrary.ru/pgkrab>
14. Логинова В.А. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска здоровью работников на объектах железнодорожного транспорта. *Анализ риска здоровью*. 2017; (2): 96–101. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.2.10> <https://elibrary.ru/yzwzpj>
15. Бухтияров И.В., Зибарев Е.В., Кравченко О.К. Проблемы гигиенического нормирования условий труда в гражданской авиации и пути их решения (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2022; 101(10): 1181–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1181-1189> <https://elibrary.ru/jygfst>
16. Зибарев Е.В., Бухтияров И.В., Вальцева Е.А., Токарев А.В. Оценка показателей напряженности труда и факторов, влияющих на утомление у пилотов гражданской авиации по результатам анкетирования. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; 61(6): 356–64. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-356-364> <https://elibrary.ru/vtnhxx>
17. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Миронова Т.Ф. и др. Анализ variabilityности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. *Вестник аритмологии*. 2002; (24): 65–86. <https://elibrary.ru/hspplx>
18. Алексеев С.В., Алиева Р.Х., Амиров Н.Х., Артамонова В.Г., Афанасьева Р.Ф., Бидевкина М.В. и др. *Российская энциклопедия по медицине труда*. М.: Медицина; 2005. <https://elibrary.ru/yxilfc>
19. Судаков К.В. *Нормальная физиология*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
20. Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И., Жаворонков Л.Г., Матюхин В.В., Новохатская Э.А. Разработка социально-гигиенических критериев оценки влияния производственно-профессионального стресса на показатели состояния здоровья трудовых коллективов. *Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих»*. 2006; (2): 37–46. <https://elibrary.ru/hujnfx>
21. Зуев А.В., Федотова И.В. Bit или не bit? Информационная нагрузка как фактор профессионального риска. *Безопасность и охрана труда*. 2015; (2): 50–3. <https://elibrary.ru/zbfgrp>
22. Алиев О.Т. *Повышение безопасности производственных процессов на основе совершенствования системы подготовки локомотивных бригад*: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.; 2017.
23. Зибарев Е.В. *Научно-обоснованная концепция оценки напряженности труда пилотов гражданской авиации*: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М.; 2023.
24. Levo A. *Predicting Pilot Fatigue in Commercial Air Transportation*: Diss. Aalto; 2016.
25. Gu G.Z., Yu S.F., Wu H., Zhou W.H., Kang L., Chen R. Relationship between depressive symptoms and occupational stress in locomotive drivers. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2018; 36(5): 347–52. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.05.006>

References

1. Misharin A.S. Aspects of setting up integrated network of express and high-speed transportation in the Russian Federation. *Gosudarstvo i transport*. 2014; (2): 9–13. <https://elibrary.ru/sdeizb> (in Russian)
2. Kiselev I.P., Nazarov O.N. Development of high-speed rolling stock. *Zhelezнодорожный транспорт*. 2019; (7): 65–77. <https://elibrary.ru/xblncr> (in Russian)
3. Panov N.N., Tyumenev A.V. Comparative analysis of safe transport type in Russia. *Sistemnye tekhnologii*. 2017; (3): 34–9. <https://elibrary.ru/zuctxf> (in Russian)
4. Rogavichene L.I., Emets A.V. Integration of Autonomous Cars with the Infrastructure of the City of St. Petersburg: Study of the Problems. *Mir transporta*. 2022; 20(2): 52–9. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-5> (in Russian)
5. Dolgii P.S., Nemykin G.I., Dumitrash G.F. Unmanned vehicle control. *Molodoi uchenyi*. 2019; (8–2): 13–5. <https://elibrary.ru/syuoou> (in Russian)
6. Vil'k M.F., Pankova V.B., Kaptsov V.A., Bazaz'yan A.G., Latynin E.O. The impact of the automated maintenance mode of speed and high-speed trains on the functional state and efficiency of locomotive crew members. *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Zametki uchenogo». Yuzhnyi universitet «Institui upravleniya, biznesa i prava» (IUBiP) Rostov-na Donu*. 2022; 1(1): 108–16. (in Russian)
7. Kaptsov V.A., Deinego V.N. New challenges for occupational health and safety: artificial intelligence and led technologies. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2023; (4): 48–55. https://doi.org/10.54904/52952_2023_4_48 <https://elibrary.ru/dtvmis> (in Russian)
8. Pankova V.B., Vil'k M.F., Zibarev E.V., Fedina I.N. On the issue of taking into account new factors in the pathogenesis of occupational hearing loss (on the example of transport workers). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(8): 488–50. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-8-488-500> <https://elibrary.ru/hqfnnr> (in Russian)
9. Mel'tser A.V., Yakubova I.Sh., Evrastova N.V., Kropot A.I. Assessment of occupational a priori health risk at the workplace. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(10): 1195–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1195-1199> <https://elibrary.ru/nwxjev> (in Russian)
10. Finochenko F.A., Dergacheva L.V. The system for managing the risk factors of the transportation process, conditioning its safety. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*. 2022; (7): 159–67. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2022-7-159-167> <https://elibrary.ru/dzpkun> (in Russian)
11. Lisitsyn A.I. Safety culture in the occupational safety management system. *Zhelezнодорожный транспорт*. 2022; (11): 26–30. <https://elibrary.ru/ezsbtz> (in Russian)
12. Vil'k M.F., Tulushev V.N., Pankova V.B., Latynin E.O. The impact of the automated maintenance mode of speed and high-speed trains on the functional state and efficiency of locomotive crew members. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2023; (2): 84–97. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10206> <https://elibrary.ru/hvvyql> (in Russian)
13. Kas'kov Yu.N., Podkorytov Yu.I. Towards the current health status of railway transport workers in Russia. *Byulleten' natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko*. 2012; (4): 61–4. <https://elibrary.ru/pgkrab> (in Russian)
14. Loginova V.A. Hygienic assessment of working conditions and occupational risk for workers health at railway transport objects. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (2): 96–101. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.2.10> <https://elibrary.ru/yzwzpj> (in Russian)
15. Bukhtiyarov I.V., Zibarev E.V., Kravchenko O.K. Problems of hygienic regulation of working conditions in civil aviation and ways to solve them (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(10): 1181–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1181-1189> <https://elibrary.ru/jygfst> (in Russian)
16. Zibarev E.V., Bukhtiyarov I.V., Val'tseva E.A., Tokarev A.V. Assessment of labor intensity indicators and factors affecting fatigue in civil aviation pilots based on the results of a questionnaire. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; 61(6): 356–64. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-356-364> <https://elibrary.ru/vtnhxx> (in Russian)
17. Baevskii R.M., Ivanov G.G., Chireikin L.V., Gavrilushkin A.P., Dovgalevskii P.Ya., Mironova T.F., et al. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems. *Vestnik aritmologii*. 2002; (24): 65–86. <https://elibrary.ru/hspplx> (in Russian)
18. Alekseev S.V., Alieva R.Kh., Amirov N.Kh., Artamonova V.G., Afanas'eva R.F., Bidevkina M.V., et al. *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine [Rossiiskaya entsiklopediya po meditsine Truda]*. Moscow: Meditsina; 2005. <https://elibrary.ru/yxilfc> (in Russian)
19. Sudaakov K.V. *Normal Physiology [Normal'naya fiziologiya]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (in Russian)
20. Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Zhavoronok L.G., Matyukhin V.V., Novokhatskaya E.A. Development of social-hygienic estimation criteria of occupational-professional stress effects on labour collectives health state. *Byulleten' nauchnogo soveta «Mediko-ekologicheskie problemy rabotayushchikh»*. 2006; (2): 37–46. <https://elibrary.ru/hujnfx> (in Russian)
21. Zuev A.V., Fedotova I.V. Informational overstrain as a factor of occupational risk. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2015; (2): 50–3. <https://elibrary.ru/zbfgrp> (in Russian)
22. Aliev O.T. *Improving the Safety of Production Processes Based on Improving the Training System for Locomotive Crews*: Diss. Moscow; 2017.
23. Zibarev E.V. *A Scientifically Based Concept for Assessing the Labor Intensity of Civil Aviation Pilots*: Diss. Moscow; 2023.
24. Levo A. *Predicting Pilot Fatigue in Commercial Air Transportation*: Diss. Aalto; 2016.
25. Gu G.Z., Yu S.F., Wu H., Zhou W.H., Kang L., Chen R. Relationship between depressive symptoms and occupational stress in locomotive drivers. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2018; 36(5): 347–52. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.05.006>

Сведения об авторах

Вильк Михаил Франкович, доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, директор ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: franco8@rambler.ru

Тулусhev Владимир Николаевич, канд. мед. наук, зав. лаб. физиолого-гигиенических исследований ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: 89858823849@mail.ru

Капцов Валерий Александрович, доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. отделом гигиены труда, зав. лабораторией комплексных проблем гигиены ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: kapcovva39@mail.ru

Панкова Вера Борисовна, доктор мед. наук, профессор, зав. отд. клинических исследований и профпатологии ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия; профессор каф. профпатологии и производственной медицины ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» МЗ РФ, 125993, Москва, Россия. E-mail: pankova@vniijg.ru

Латынин Евгений Олегович, зам. директора по развитию ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: jeckkk@yandex.ru

Information about the authors

Mikhail F. Vilk, MD, PhD, DSci., professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7103-2905> E-mail: franco8@rambler.ru

Vladimir N. Tulushev, MD, PhD, head of the Laboratory of Physiological and Hygienic Research of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0005-1115-339X> E-mail: 89858823849@mail.ru

Valery A. Kapctov, MD, PhD, DSci., professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of occupational hygiene, head of the Laboratory of complex problems of hygiene of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-3130-2592> E-mail: kapcovva39@mail.ru

Vera B. Pankova, MD, PhD, DSci., professor, head of the Department of Clinical Research and Occupational Pathology of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation; Professor of the Department of Occupational Pathology and Industrial Medicine of the Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, 125993, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-3035-4710> E-mail: pankova@vniijg.ru

Evgeny O. Latynin, Deputy Director for Development of the All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6822-521X> E-mail: jeckkk@yandex.ru