

Читать
онлайн
Read
onlineКопытенкова О.И.^{1,2}, Леванчук Л.А.², Дубровская Е.Н.¹

Оценка канцерогенного риска работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 190031, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Стратегической целью развития здравоохранения на основе максимального использования всех возможных ресурсов в настоящее время является формирование системы, объединяющей медицинские организации и работающей в рамках единого информационного регулирования, единого экспертного и гигиенического контроля. На конец отчётного 2021 г. диспансерным наблюдением были охвачены 3 940 529 человек, из них 33,9% — лица трудоспособного возраста. Наличие развитой системы диагностики и онкологической помощи работающему населению должно сопровождаться мерами прогнозирования риска развития онкологической патологии.

Цель исследования — выявить особенности оценки показателя канцерогенного риска у работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе, для раннего выявления злокачественных новообразований.

Материалы и методы. Объект исследования — работники локомотивных бригад, обслуживающие транспортные средства на дизельном топливе (тепловозы) с различными сроками эксплуатации. Перечень загрязнителей, поступающих в воздух рабочей зоны, определён в соответствии с «Руководством ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 1.А.3.с. Железные дороги». Количественные показатели концентрации загрязнителей получены расчётным методом (УПРЗА) «Эколог» (версия 4.6.7 «Расчёт рассеивания с учётом застройки по МРР-2017»). Оценка уровня загрязнения проведена в соответствии с СанПиН. 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Референтные концентрации определены в соответствии с Р 2.1.10.1920–04. Расчёт показателя риска утраты здоровья выполнен в соответствии с Руководством № 2.2.1766–03 от 24.06.2003 г. и МР 2.1.9.003–03.

Результаты. Расчёты позволили определить количество загрязнителей, вероятно, поступающих в организм работников локомотивных бригад, осуществляющих управление тепловозами с различным сроком эксплуатации. Установлено, что суточная доза загрязнителей, поступающих в организм работников локомотивных бригад, эксплуатирующих новые тепловозы, составляет 7244 мг/кг, у работников, эксплуатирующих тепловозы после капитального ремонта, — 1,1368 мг/кг. Часть из анализируемых веществ обладает канцерогенным эффектом. Расчёт канцерогенного риска показал, что при работе на тепловозах с длительным сроком эксплуатации и прошедших капитальный ремонт риск составляет $5,2 \cdot 10^{-3}$. Это свидетельствует о вероятном формировании ежегодно в такой группе 52 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 работников локомотивных бригад. При эксплуатации новых тепловозов канцерогенный риск составляет $3,8 \cdot 10^{-3}$, то есть 38 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 работников локомотивных бригад (в 1,5 раза меньше).

Ограничения исследования. Особенности проведения расчётов содержания загрязнителей в воздухе рабочей зоны для транспортных средств различных видов.

Заключение. Рост числа лиц с онкологической патологией, достаточно большая доля которых находится в трудоспособном возрасте, предполагает не только создание передовой системы диагностики и оказания медицинской помощи онкологическим больным, но и совершенствование мер прогнозирования риска развития онкологической патологии. Перспективным направлением совершенствования метода оценки показателя канцерогенного риска у работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе (железнодорожный, автомобильный, морской), является учёт полного перечня загрязнителей, поступающих в воздух рабочей зоны с отработавшими газами. В настоящее время проводится только учёт веществ с преобладающей массовой долей в выбросах. Однако канцерогенным действием обладает комплекс соединений тяжёлых металлов и ПАУ, практически не контролируемых в воздухе рабочей зоны из-за сложности пробоотбора и высокой стоимости аналитических исследований. Эту задачу можно решить с помощью расчётного метода, пример использования которого приведён в данной работе.

Ключевые слова: условия труда; канцерогенный риск; транспортные средства

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Копытенкова О.И., Леванчук Л.А., Дубровская Е.Н. Оценка канцерогенного риска работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(9): 1049–1053. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1049-1053> <https://www.elibrary.ru/plxfzfx>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, доктор мед. наук, гл. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровья населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: 5726164@mail.ru

Участие авторов: Копытенкова О.И. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста; Дубровская Е.Н., Леванчук Л.А. — сбор данных литературы, сбор материала и обработка данных, редактирование. 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 финансовой поддержки.

Поступила: 18.07.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликована: 30.09.2022

Olga I. Kopytenkova^{1,2}, Leonid A. Levanchuk², Ekaterina N. Dubrovskaya¹

Assessment of the carcinogenic risk in workers operating diesel-fueled vehicles

¹North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation;

²St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I, St. Petersburg, 190031, Russian Federation

Introduction. The strategic goal of healthcare development based on the maximum use of all possible resources is currently the formation of a system that unites medical institutions working within the framework of a single information regulation, a single expert and hygienic control. At the end of the reporting year 2021, the number of patients under dispensary supervision amounted to 3,940,529 people. Of these, the proportion of people of working age is 33.9%. The availability of a developed system of diagnostics and oncological care for the working population should be accompanied by measures to predict the risk of developing oncological pathology.

The purpose of the study. To identify the features of assessing the indicator of carcinogenic risk in workers operating vehicles on diesel fuel.

Materials and methods. The object of the study is employees of locomotive crews carrying out the transportation process on diesel-fueled locomotives (diesel locomotives), with different service life. The list of pollutants entering the air of the working area is determined in accordance with the "EMEP Manual/EEA on the inventory of emissions of pollutants 1.A.3.c. Railways". Quantitative indices of the concentration of pollutants were obtained by the calculation method (UPRZA) "Ecologist" (version 4.6.7 "Calculation of dispersion taking into account the development of MRK-2017"). The assessment of the pollution level was carried out in accordance with the SanPiN. 1.2.3685–21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans". Reference concentrations are determined in accordance with P 2.1.10.1920–04. The calculation of health loss risk indices was carried out in accordance with the Guidelines No. 2.2.1766–03 dated 06/24/2003 and MP 2.1.9.003–03.

Results. Calculations made it possible to determine the amount of pollutants likely to enter the body of employees of locomotive crews operating diesel locomotives with different service life. To establish that the daily dose of pollutants entering the body of workers of locomotive crews operating new locomotives is 7,244 mg/kg, for workers operating diesel locomotives after major repairs 1.1368 mg/kg. Some of the analyzed substances have a carcinogenic effect. The calculation of the carcinogenic risk showed that when working on locomotives with a long service life and undergoing major repairs, the risk is $5.2 \cdot 10^{-3}$, which indicates that 52 additional cases of cancer per 10,000 employees of locomotive crews are likely to form annually in such a group. When operating new diesel locomotives, the carcinogenic risk is $3.8 \cdot 10^{-3}$, i.e. 38 additional cases of cancer per 10,000 employees of locomotive crews (1.5 times less).

Limitations. Features of calculations of pollutants in the air of the working area for various types of vehicles.

Conclusion. The gain in the number of people with oncological pathology, a fairly large proportion of whom are of working age, implies not only the creation of an advanced system of diagnosis and medical care for cancer patients, but also the improvement of measures for predicting the risk of developing oncological pathology. A promising direction for improving the method of assessing the indicator of carcinogenic risk in workers operating diesel-fueled vehicles (railway, automobile, marine) is to take into account the full list of pollutants entering the air of the working area with exhaust gases. Currently, only substances with a predominant mass fraction in emissions are accounted for. At the same time, a complex of heavy metal compounds and poly aromatic hydrocarbons has a carcinogenic effect, which are practically not controlled in the air of the working area due to the complexity of sampling and the high cost of analytical studies. This problem can be solved by using the calculation method, an example of which is given in this paper.

Keywords: working conditions; carcinogenic risk; vehicles

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of the conclusion of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Kopytenkova O.I., Levanchuk L.A., Dubrovskaya E.N. Assessment of the carcinogenic risk in workers operating diesel-fueled vehicles. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(9): 1049–1053. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-9-1049-1053> <https://www.elibrary.ru/plxzfz> (In Russian)

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, MD, PhD, DSci., Chief Researcher of the Department of Public Health Risk Analysis. North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: 5726164@mail.ru

Information about the authors:

Kopytenkova O.I., <https://orcid.org/0000-0003-3557-2255> Dubrovskaya E.N., <https://orcid.org/0000-0003-4235-378X>
Levanchuk L.A., <https://orcid.org/0000-0003-3576-3852>

Contribution: Kopytenkova O.I. — the concept and design of the study, collection and processing of material, writing a text; Dubrovskaya E.N., Levanchuk L.A. — collection of literature data, collection and processing of material, editing. 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: July 18, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 30, 2022

Введение

Стратегической целью развития здравоохранения на основе максимального использования всех возможных ресурсов в настоящее время является формирование системы, объединяющей медицинские организации и работающей в рамках единого информационного регулирования, единого экспертного и гигиенического контроля. Основная задача — обеспечение высокого качества профилактической работы и усиление роли медико-санитарного звена для раннего выявления злокачественных новообразований. С 2019 г. в Российской Федерации реализуется федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями». В результате на новый уровень вышли амбулаторная онкологическая помощь, система медицинских консультаций, создаются федеральные и межрегиональные референс-центры. Тем не менее в 2021 г. в Российской Федерации впервые вы-

явлено 580 415 случаев злокачественных новообразований. Прирост данного показателя по сравнению с 2020 г. составил 4,4%. Показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100 тыс. населения России составил 396,3, что на 4,4% выше уровня 2020 г. и на 8,5% выше уровня 2011 г. [1].

На конец отчётного 2021 г. диспансерным наблюдением были охвачены 3 940 529 человек, из них 33,9% — лица трудоспособного возраста.

Наличие развитой системы диагностики и онкологической помощи работающему населению должно сопровождаться мерами прогнозирования риска развития онкологической патологии.

Цель исследования — выявить особенности оценки показателя канцерогенного риска у работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе, для раннего выявления злокачественных новообразований.

Материалы и методы

Объект исследования — работники локомотивных бригад, обслуживающие транспортные средства на дизельном топливе (тепловозы) с различными сроками эксплуатации. Трудовой процесс работников локомотивных бригад (РЛБ) сопровождается воздействием комплекса неблагоприятных факторов, одним из которых является загрязнение воздуха рабочей зоны. По состоянию на 2021 г. эксплуатируемый парк состоял из локомотивов, характеризующихся 59%-м износом, проявляющимся в том числе нарушением изоляции кабины локомотива. Кроме того, ряд трудовых операций выполняется машинистом при открытом окне кабины. Указанные обстоятельства приводят к загрязнению воздуха рабочей зоны РЛБ отработавшими газами.

Перечень загрязнителей, поступающих в воздух рабочей зоны машинистов тепловозов (МТ), определён в соответствии с «Руководством ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 1.А.3.с. Железные дороги». Количественные показатели концентрации загрязнителей получены расчётным методом (УПРЗА) «Эколог» (версия 4.6.7 «Расчёт рассеивания с учётом застройки по МРР-2017»). Оценка уровня загрязнения проведена в соответствии с СанПиН. 1.2.3685-21¹. Референтные концентрации определены в соответствии с Р 2.1.10.1920-04². Расчёт показателей риска утраты здоровья выполнен в соответствии с Руководством № 2.2.1766-03 от 24.06.2003 г.³ и Мос МР 2.1.9.003-03⁴.

Результаты

Анализ результатов научных исследований показал, что общий уровень первичной инвалидности членов локомотивных бригад (6,8 случая на 1000 работающих) более чем в 2 раза превышает значения этого показателя в целом по отрасли. В среднем за пятилетний период доля лиц, признаваемых профессионально непригодными, составляет 0,51% ежегодно [2, 3]. Абсолютное число РЛБ с первичным вы-

ходом на инвалидность по сети железных дорог составляет ежегодно 1260 человек. В структуре первичной инвалидности преобладают болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования и болезни костно-мышечной системы.

Основной источник загрязнения воздуха рабочей зоны машинистов тепловозов и их помощников — отработавшие газы дизелей и картерные газы. Дополнительным источником можно считать испарения из топливных баков и агрегатов системы питания дизелей [4].

Отработавшие газы содержат около 200 компонентов, период существования которых в окружающей среде длится от нескольких минут до 4–5 лет [5].

В Российской Федерации действуют стандарты на выбросы загрязнителей воздушной среды дизелями тепловозов [5–7]. За рубежом дополнительно используют «Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 1.А.3.с. Железнодорожный транспорт». Анализ документов позволил сформировать перечень загрязнителей, поступающих в окружающую среду во время железнодорожных перевозок. В перечень вошли крупные пылевые частицы (ТЧ), мелкодисперсные пылевые частицы (РМ₁₀ и РМ_{2,5}), NO₂, соединения тяжёлых металлов, полиароматические углеводороды (ПАУ), летучие органические соединения (ЛОС). Величина выбросов каждого загрязнителя при сжигании тонны дизельного топлива железнодорожным транспортом уточнена в соответствии с Руководством ЕМЕП/ЕАОС [4].

Размер расчётного прямоугольника принят 25 × 25 м с шагом расчётной сетки по вертикали и горизонтали 5 м. Расчёты выполнены на уровне дыхания работника локомотивной бригады. Расчёты загрязнения окружающей тепловоз воздушной среды в процессе работы тепловоза выполнены по 11 ингредиентам. Климатические характеристики приняты для территории Санкт-Петербурга. Фоновые концентрации веществ приняты на основании официального письма ФГУП «НИИ Атмосфера».

Оценка состояния воздуха рабочей среды ранее используемыми методами представлена в работах отечественных и зарубежных исследователей [7–12].

В результате расчёта рассеивания установлены прогнозируемые уровни приземных концентраций загрязнителей в воздухе рабочей зоны РЛБ. Результаты расчёта, проведённого по всем веществам, включённым в анализ, позволили установить, что при работе на длительно эксплуатируемых тепловозах в организм в условные сутки поступает 1,1368 мг/кг загрязнителей воздушной среды, при эксплуатации новых тепловозов — 0,7244 мг/кг. В то же время среднее количество загрязнителей, поступающих в организм работников при условии загрязнения воздуха рабочей зоны в пределах среднего загрязнения атмосферного воздуха, составляет 0,1589 мг/кг в условные сутки. Из перечня загрязнителей выбраны соединения, обладающие канцерогенным эффектом (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Средние значения максимальных концентраций (расчётных) в воздухе рабочей зоны работников локомотивных бригад, эксплуатирующих тепловозы (мг/м³)

Average values of maximum concentrations (calculated) in the air of the working area of employees of locomotive crews operating diesel locomotives (mg/m³)

Вещество Substance	ПДК, мг/м ³ Maximum permissible concentration, mg/m ³	Концентрация, мг/м ³ Concentration, mg/m ³
Cd	0.05	0.000035
Cr	0.03	0.000014
Ni	0.05	0.000089
Pb	0.05	0.0014
Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	0.00015	0.00053
Бенз(б)флюорантен / Benzo(b)fluoranthene	—	0.00059
Бенз(а)антрацен / Benz(a)anthracene	—	0.000314
Дибенз(а/һ)антрацен / Dibenzo(a/h)anthracene	—	0.000118

Таблица 2 / Table 2

Канцерогенный риск для здоровья работников локомотивных бригад, работающих на тепловозах с различными сроками эксплуатации

Initial data and results of calculation of carcinogenic risk to the health of workers of locomotive crews working on locomotives with different service life

Загрязнитель The pollutant	Концентрация, мг/м ³ Concentration, mg/m ³		Канцерогенный риск Carcinogenic risk	
	тепловоз, эксплуатируемый длительно diesel locomotive in long – term operation	тепловоз новый the locomotive is new	тепловоз, эксплуатируемый длительно diesel locomotive in long – term operation	тепловоз новый the locomotive is new
Cd	0.000035	0.00026	0.002205	0.001638
Cr	0.000014	0.00008	0.000588	0.000333
Pb	0.0014	0.0011	0.0000588	0.0000462
Ni	0.000089	0.000062	0.000075	0.000521
Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	0.00053	0.0025	0.001643	0.00075
Бенз(б)флюорантен / Benzo(b)fluoranthene	0.00059	0.00038	0.00023	0.000148
Бенз(а)антрацен / Benz(a)anthracene	0.000314	0.00029	0.000097	0.0000899
Дибенз(а/н)антрацен / Dibenzo(a/h)anthracene	0.000118	0.000084	0.000366	0.000260

Исходные данные для расчёта показателей канцерогенного риска РЛБ, эксплуатирующих тепловозы с различным сроком, приведены в табл. 2.

Обсуждение

Результаты расчётов позволили определить количество загрязнителей, вероятно, поступающих в организм работников локомотивных бригад, осуществляющих управление тепловозами с различным сроком эксплуатации. Сравнение этих величин с количеством аналогичных загрязнителей, поступающих в организм работающих в условиях содержания анализируемых загрязнителей на уровне атмосферного воздуха, позволило установить, что у последних суточная доза в 4,5 раза меньше, чем у РЛБ новых тепловозов, и в 7,1 раза меньше, чем у РЛБ, работающих на тепловозах с большим сроком эксплуатации и подвергавшихся капитальному ремонту (0,1589; 0,7244 и 1,1368 мг/кг загрязнителей воздушной среды в условные сутки соответственно). Часть из анализируемых веществ обладает канцерогенным эффектом.

При оценке результатов расчёта канцерогенного риска установлено, что при работе на тепловозах с длительным сроком эксплуатации и прошедших капитальный ремонт канцерогенный риск составляет $5,2 \cdot 10^{-3}$.

Это свидетельствует о вероятном формировании ежегодно в такой группе 52 дополнительных случаев онкологических заболеваний на 10 000 РЛБ. При этом в группе РЛБ, эксплуатирующих новые тепловозы, канцерогенный риск составляет $3,8 \cdot 10^{-3}$, то есть 38 дополнительных случаев он-

кологических заболеваний на 10 000 РЛБ (в 1,5 раза меньше). Ориентировочные расчёты, проведённые с использованием численности РЛБ, эксплуатирующих тепловозы после капитального ремонта и новые, показали, что в настоящее время существует реальный риск ежегодного формирования на сети дорог 225 случаев онкологической патологии среди РЛБ.

Заключение

Рост числа лиц с онкологической патологией, достаточно большая доля которых находится в трудоспособном возрасте, предполагает не только создание передовой системы диагностики и оказания медицинской помощи онкологическим больным, но и совершенствование мер прогнозирования риска развития онкологической патологии.

Перспективным направлением совершенствования метода оценки показателя канцерогенного риска у работников, эксплуатирующих транспортные средства на дизельном топливе (железнодорожный, автомобильный, морской), является учёт полного перечня загрязнителей, поступающих в воздух рабочей зоны с отработавшими газами. В настоящий период проводится учёт только веществ с преобладающей массовой долей в выбросах. В то же время канцерогенным действием обладает комплекс соединений тяжёлых металлов и ПАУ, практически не контролируемых в воздухе рабочей зоны из-за сложности пробоотбора и высокой стоимости аналитических исследований. Эту задачу можно решить с применением расчётного метода, пример использования которого приведён в данной работе.

Литература

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. *Состояние онкологической помощи населению России в 2021 году*. М.: 2022.
- Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гурвич К.Г. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 61(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52>
- Вильк М.Ф., Каськов Ю.Н., Капшов В.А., Панкова В.Б. Динамика производственного риска и показателей профессиональной заболеваемости работников железнодорожного транспорта. *Медицина труда и экология человека*. 2020; (1): 49–59. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10105>
- Европейское агентство по окружающей среде. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ 2019. Техническое руководство по подготовке национальных инвентаризаций выбросов: отчет ЕАОС № 13/2019. Доступно: <https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emeep-eaos-po-inventarizacii-vybrossov-2019>
- Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчётным методом); 1992. Доступно: <https://docs.cntd.ru/document/1200031568>
- Каськов Ю.Н., Кретов П.В. Комплексная оценка санитарно-гигиенических факторов производственного процесса работников поездных бригад железнодорожного транспорта РФ. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (1): 17–9. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-286-1-17-19>
- Жижневская А.А., Лисобей В.А. О взаимосвязи заболеваемости машинистов железнодорожного транспорта и их помощников с условиями труда. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2006; (3): 69–73.
- Финоченко Т.А., Семиглазова Е.А. Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда. *Инженерный вестник Дона*. 2017; (3): 62.
- Концевая А.В., Баланова Ю.А., Мырзаматова А.О., Худяков М.Б., Муканеева Д.К., Драпкина О.М. Экономический ущерб онкологических заболеваний, ассоциированных с модифицируемыми

Original article

- факторами риска. *Анализ риска здоровью*. 2020; (1): 133–41. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.1.15>
10. Логинова В.А., Каськов Ю.Н., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г., Смертина Ю.Л., Плетникова О.А. Регулирование профессионально-ассоциированных производственных воздействий на работников железнодорожного транспорта: опыт России и других стран. *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 173–85. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021>
 11. 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/2017.2.10.12>
 12. Hwang W.J., Hong O. Work-related cardiovascular disease risk factors using a socioecological approach: implications for practice and research. *Eur. J. Cardiovasc. Nurs.* 2012; 11(1): 114–26. <https://doi.org/10.1177/1474515111430890>

References

1. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. *The State of Oncological Care to the Population of Russia in 2021*. Moscow; 2022. (in Russian)
2. Gutor E.M., Zhidkova E.A., Gurvich K.G. Risk factors for developing diseases in locomotive crew workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 61(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52> (in Russian)
3. Vil'k M.F., Kaskov Yu.N., Kaptsov V.A., Pankova V.B. Dynamics of industrial risk and indicators of occupational morbidity of railway transport workers. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2020; (1): 49–59. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10105> (in Russian)
4. European Environment Agency. The EMEP Manual/The EEA on the inventory of emissions of pollutants 2019. Technical Guidance for the preparation of national emission inventories: EAC Report No. 13/2019. Available at: <https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emepeaos-po-inventarizacii-vybrosov-2019> (in Russian)
5. Methodology for conducting an inventory of emissions of pollutants into the atmosphere at railway transport enterprises (by calculation method); 1992. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200031568> (in Russian)
6. Kas'kov Yu.N., Kretov P.V. Integrated assessment of sanitary-hygienic factors of production environment, train crews of the rail transport of the Russian Federation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (1): 17–9. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-286-1-17-19> (in Russian)
7. Zhizhnevskaya A.A., Lisobey V.A. About correlation between morbidity rate of locomotive engineers and their assistants with working environment. *Aktual'nye problemy transportnoy meditsiny*. 2006; (3): 69–73. (in Russian)
8. Finochenko T.A., Semiglazova E.A. Professional risk on the basis of special assessment of working conditions. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2017; (3): 62. (in Russian)
9. Kontsevaya A.V., Balanova Yu.A., Myrzamatova A.O., Khudyakov M.B., Mukaneva D.K., Drapkina O.M. Economic losses due to oncologic diseases related to modifiable risk factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (1): 133–41. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.1.15>
10. Loginova V.A., Kas'kov Yu.N., Zhidkova E.A., Gurevich K.G., Smerlina Yu.L., Pletnikova O.A. Regulation of work-related and occupational impacts on workers employed at railroads: experience gained in Russia and other countries. *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 173–84. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.18>
11. Loginova V.A. Hygienic assessment of working conditions and occupational risk for workers health at railway transport objects. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (2): 89–93. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.2.10>
12. Hwang W.J., Hong O. Work-related cardiovascular disease risk factors using a socioecological approach: implications for practice and research. *Eur. J. Cardiovasc. Nurs.* 2012; 11(1): 114–26. <https://doi.org/10.1177/1474515111430890>