



Овечкина Ж.В.

## Комплексная оценка условий труда и состояния здоровья машинистов эскалаторов Московского метрополитена

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

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** В связи с интенсивным строительством метрополитенов актуально изучение условий труда обслуживающего персонала, в частности машинистов эскалаторов и их помощников, которые подвергаются воздействию многих неблагоприятных факторов производственной среды, таких как широкополосный шум, генерируемый механизмами и движущимися электропоездами, неудовлетворительные микроклиматические условия за счёт высоких скоростей движения воздуха, пониженная температура окружающих поверхностей, микробная обсеменённость воздуха, отсутствие естественной освещённости. При изучении заболеваемости с временной утратой трудоспособности было установлено, что наибольший удельный вес среди данного контингента работающих приходится на болезни органов дыхания и костно-мышечной системы. Проведённые исследования позволили разработать профилактические мероприятия.

**Цель исследования** — изучение условий труда машинистов эскалаторов и их помощников с разработкой комплекса оздоровительных мероприятий, направленных на оптимизацию производственной среды и снижение заболеваемости.

**Материалы и методы.** Проведены хронометражные исследования, измерения вредных производственных факторов на рабочих местах, изучены показатели здоровья машинистов эскалаторов и их помощников.

**Результаты.** Исследования проводились на станциях Московского метрополитена. Работа машинистов эскалаторов и их помощников проводится в две смены. Первая — с 8.00 до 20.00, вторая — с 20.00 до 8.00 следующего дня. По данным хронометражных наблюдений, производственные операции занимают в дневную смену 72,3% рабочего времени, в ночную — 65,9%. Наибольшие концентрации пыли в воздухе рабочей зоны обнаружены при выполнении операций по очистке узлов эскалаторов. Средние концентрации пыли превышали ПДК в 7–12 раз. Эквивалентный уровень звука в зоне обслуживания моторов эскалаторов превышает предельно допустимые показатели на 5 дБА. Изучение возрастнo-стажевой структуры и заболеваемости с временной утратой трудоспособности показало, что среди машинистов и помощников машинистов эскалаторов преобладают лица 20–29 лет со стажем работы от одного года до четырёх лет. Наиболее высокие показатели как по болевшим лицам, так и по случаям и дням нетрудоспособности наблюдаются в возрастной группе 40–49 лет (99,5 болевших лиц; 115,8 случая и 1658,4 дня нетрудоспособности). Анализ заболеваемости по классам показал, что наибольший удельный вес в структуре приходится на болезни органов дыхания и болезни системы кровообращения.

**Ограничения исследования.** В качестве базовых для исследования были выбраны пять станций Московского метрополитена («Театральная», «Лубянка», «Кузнецкий Мост», «Комсомольская» и «Октябрьская»).

**Заключение.** Профессии машиниста эскалатора и помощника машиниста относятся к значимым и востребованным в метрополитене. От успешной работы этих сотрудников зависит обеспечение пассажиропотоков в метро и безопасность пассажиров. По данным хронометражных наблюдений, производственные операции занимают в дневную смену 72,3% рабочего времени, в ночную — 65,9%. Изучение параметров микроклимата в машинных залах эскалаторных станций и эквивалентных уровней звука в зоне обслуживания моторов эскалаторов показало превышение нормативных значений. С помощью санитарно-бактериологических исследований было установлено, что в холодный период года воздух эскалаторных станций по микробной загрязнённости следует считать чистым, в тёплый период — загрязнённым. Изучение заболеваемости с временной утратой трудоспособности показало преобладание болезней органов дыхания, кровообращения, пищеварения и костно-мышечной системы. Комплексные многоплановые исследования позволили получить обширный и разносторонний фактический материал, разработать рекомендации, направленные на оздоровление условий труда машинистов эскалаторов и их помощников.

**Ключевые слова:** машинист эскалатора; помощник машиниста эскалатора; микроклимат; гигиенические параметры; предельно допустимая концентрация; заболеваемость с временной утратой трудоспособности

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

**Для цитирования:** Овечкина Ж.В. Комплексная оценка условий труда и состояния здоровья машинистов эскалаторов Московского метрополитена. Гигиена и санитария. 2025; 104(2): 198–204. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-198-204> <https://elibrary.ru/dhbebc>

**Для корреспонденции:** Овечкина Жанна Васильевна, e-mail: [ovechkina555@gmail.com](mailto:ovechkina555@gmail.com)

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 04.12.2024 / Поступила после доработки: 21.02.2025 / Принята к печати: 26.02.2025 / Опубликовано: 07.03.2025

Zhanna V. Ovechkina

## Comprehensive assessment of the working conditions and health status in escalator drivers at the Moscow metro

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

### ABSTRACT

**Introduction.** Due to the intensive construction of subways, there has become more urgent the problem of studying the working conditions in service personnel, in particular, escalator drivers and their assistants, who work for a long time in unusual working conditions, where they are exposed to adverse factors such as broadband noise generated by mechanisms and moving electric trains, unsatisfactory microclimatic conditions due to high air speeds, low temperature of surrounding surfaces, as well as in the presence of microbial contamination of the air and in the absence of the natural light. When studying the incidence of temporary disability, diseases of the respiratory system and musculoskeletal system were found to account for the largest share among this contingent of workers. The conducted research allowed developing preventive measures.

**The purpose of the study.** The study of the working conditions in escalator drivers with the development of a complex of wellness measures aimed at optimizing them and reducing the incidence rate.

**Materials and methods.** Time-lapse studies were carried out, measurements of harmful occupational production factors in the workplace were carried out and the health status in escalator drivers and their assistants was studied.

**Results.** The research was carried out at the stations of the Moscow metro. The work of escalator drivers and their assistants is carried out in 2 shifts: 1<sup>st</sup> from 8–00 am to 20–00 pm, 2<sup>nd</sup> from 20–00 pm to 8–00 am. According to time-lapse observations, occupational operations occupy 72.3% of the working time during the day shift and 65.9% of the working time during the night shift. The highest concentrations of dust were found when performing operations to clean escalator nodes. The average dust concentrations exceeded the MPC by 7–12 times. The assessment of the noise factor showed that the equivalent sound level in the service area of escalator motors exceeds the maximum permissible levels by 5 dBA.

The study of the age-related structure and morbidity with temporary disability, indicates that among the drivers and assistants of escalator drivers, 20–29 years persons with work experience from 1 to 4 years predominate. The highest rates for both sick people and cases and days of disability are observed in the age group of 40–49 years (99.5 sick people, 115.8 cases and 1658.4 days of disability). The analysis of morbidity by class showed that the largest share in the structure of morbidity falls on the class of respiratory diseases and diseases of the circulatory system.

**Limitations.** Five stations of the Moscow Metro (Teatralnaya, Lubyanka, Kuznetsky Most, Komsomolskaya and Oktyabrskaya) were selected as basic studies.

**Conclusion.** The occupation of escalator drivers and assistant drivers is one of the most important and sought-after specialties in the metro. The provision of passenger traffic in the subway and passenger safety depend on their successful work. According to time-lapse observations, occupation operations occupy 72.3% of the working time during the day shift and 65.9% of the working time during the night shift. The results of studies of the microclimate parameters in the machine rooms of escalator stations and equivalent sound levels in the service area of escalator motors showed they to exceed the normative values and belong to class 3.1 according to the requirements of a special assessment of working conditions. The results of sanitary and bacteriological studies allowed establishing that in the cold season, the air of escalator stations should be considered clean according to microbial contamination, in the warm period, it is polluted. The study of morbidity with temporary disability showed a high level of respiratory, circulatory, and digestive diseases, and musculoskeletal systems. The comprehensive, multifaceted studies carried out allowed obtaining extensive and versatile material, developing recommendations aimed at improving the working conditions in escalator drivers and their assistants.

**Keywords:** escalator driver; assistant driver; microclimate; hygienic parameters; maximum permissible concentration; morbidity with temporary disability

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

**For citation:** Ovechkina Zh.V. Comprehensive assessment of working conditions and health status in escalator drivers at the Moscow Metro. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(2): 198–204. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-2-198-204> <https://elibrary.ru/dhbebc> (In Russ.)

**For correspondence:** Zhanna V. Ovechkina, e-mail: [ovechkina555@gmail.com](mailto:ovechkina555@gmail.com)

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: December 4, 2024 / Revised: February 21, 2025 / Accepted: February 2, 2025 / Published: March 7, 2025

## Введение

В настоящее время интенсивное строительство метрополитенов и дальнейшее развитие уже функционирующих привело к значительному увеличению численности персонала, занятого эксплуатацией и ремонтом эскалаторов. Метрополитен — объект массового скопления людей, что является не только источником дополнительного неблагоприятного воздействия на человека, но и требует соблюдения требований безопасности [1]. На отечественных метрополитенах в условиях значительной глубины залегания и постоянно возрастающей интенсивности пассажиропотоков эскалаторы приобрели большое значение в обеспечении безопасного передвижения людей. Эскалаторы — единственный вид пассажирского транспорта с непрерывным, безостановочным режимом работы в течение 19 ч в сутки, объём перевозок составляет до 156 тыс. пассажиров ежедневно. При такой интенсивности пассажиропотоков неисправность даже одного эскалатора значительно осложняет перевозку. Обслуживающий эскалаторы персонал длительное время пребывает в условиях воздействия неблагоприятных факторов производственной среды, таких как пыль, шум, микроклимат, бактериальная обсеменённость воздуха, отсутствие естественной освещённости [2].

Необходимо отметить, что исследований, посвящённых изучению условий труда работников эскалаторной службы, в частности машинистов эскалаторов и их помощников, практически не проводилось, и литературных источников в данной области крайне мало.

Цель исследования — изучение условий труда машинистов эскалаторов и их помощников и дальнейшая разработка комплекса оздоровительных мероприятий, направленных на оптимизацию условий труда и снижение уровня заболеваемости этой категории работников.

## Материалы и методы

Хронометражные исследования выполняли методом фотографии рабочего дня в течение полной рабочей смены с фиксированием каждой рабочей операции при помощи секундомера. Отбор проб воздушной среды метрополитена

на содержание пыли проводили аспирационным методом (аспиратор ПУ-4Э). Концентрацию пыли определяли гравиметрическим методом. Содержание химических веществ в воздухе (диоксид азота, оксид углерода) устанавливали с помощью газоанализатора ГАНК-4А. Уровни шума на рабочих местах машинистов эскалаторов измеряли шумомером «Октава 101 А». Температуру воздуха и относительную влажность воздуха на рабочих местах машинистов определяли термогигрометром ИВТМ-7 М2, скорость движения воздуха — термоанемометром ТМ-2, температуру поверхностей — пирометром Testo 835-T1. Уровни искусственной освещённости на рабочих местах машинистов эскалаторов измеряли люксметром Testo 540.

Санитарно-бактериологические исследования воздуха подземных помещений метрополитена проводили аспирационным методом при помощи аспиратора ПУ-1Б в холодный и тёплый периоды года, определяли количество микроорганизмов в исследуемом материале посевом на питательные среды. Общую обсеменённость определяли на мясо-пептонном агаре, общее количество стафилококков на желточно-солевом агаре, гемолитическую кокковую флору — на чашках с 5%-м кровяным агаром.

Также анализировали данные о заболеваемости с временной утратой трудоспособности (случаи и дни нетрудоспособности) у машинистов эскалаторов Московского метрополитена, возрастную и стажевую структуру работающих.

## Результаты

Исследования проводили сотрудники ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора на станциях Московского метрополитена «Театральная», «Лубянка», «Кузнецкий Мост», «Комсомольская» и «Октябрьская». Машинисты и их помощники работают по бригадному принципу. В зависимости от загрузки станции, количества эскалаторов, уровня их наклона и длины бригада технического обслуживания может быть укомплектована одним машинистом эскалатора и двумя или тремя помощниками. Работа проводится в две смены: первая — с 8.00 до 20.00, вторая — с 20.00 до 8.00 следующего дня. График составляется с учётом общего вре-

мени работы — 185 ч в месяц. Работа бригад технического обслуживания эскалаторов заключается в осмотре узлов и механизмов машин перед пуском, осмотре инструментов, блока контактов, аварийного тормоза, движущихся частей приводной группы, наблюдении за пультом управления и режимом работы приборов, сменном дежурстве у гребёнки. Во вторую смену проводят ремонтно-ревизионные работы, чистку бункеров и наклонов. Один раз в квартал согласно графику выполняют чистку и смену ступеней направляющих. Эта работа требует значительных физических усилий и пребывания в вынужденной позе. По данным хронометражных наблюдений, производственные операции занимают в дневную смену 72,3% рабочего времени, в ночную — 65,9%. В комнате отдыха работающие в дневную смену проводят 27,7% рабочего времени, в ночную — 34,1%.

Исследования, проведённые на станции «Комсомольская» и «Октябрьская», показали, что основные работы не требуют от машинистов эскалаторов и их помощников значительных физических усилий и длительного пребывания в вынужденной позе.

Отбор проб воздуха для определения содержания пыли, керосина проводили на основных рабочих местах машинистов эскалатора и помощников машинистов, а двуокись азота ( $\text{NO}_2$ ) и окись углерода ( $\text{CO}$ ) определяли в воздухе машинных залов Московского метрополитена. Наибольшие концентрации пыли, превышающие допустимые значения (ПДК 4 мг/м<sup>3</sup>), обнаружены при выполнении операций по очистке узлов эскалаторов. Пыль, которая заносится пассажирами с улицы и оседает на эскалаторах, содержит от 2 до 10% диоксида кремния [3, 4]. Наиболее высокие концентрации пыли при очистке ветошью, превышающие ПДК в 7–12 раз, обнаружены в воздухе на станции «Лубянка», более низкие — на станции «Кузнецкий Мост» ( $17,3 \pm 1,5 - 22,7 \pm 3,7$  мг/м<sup>3</sup>), что обусловлено использованием эскалаторов нового типа с улучшенной герметизацией лестничного полотна от машинного помещения. Окись углерода, ароматические углеводороды и двуокись азота не были обнаружены ни в одной из проб воздуха.

Изучение воздушной среды машинных залов показало, что в процессе сварочных работ, проводимых согласно плану не чаще одного-двух раз в квартал, машинисты эскалаторов и их помощники могут подвергаться воздействию окислов азота, окиси углерода и сварочного аэрозоля. Однако исследования химического состава воздуха рабочей зоны выявили отсутствие этих веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые, непосредственно в исследуемой зоне дыхания работников.

Исследование параметров микроклимата в машинных залах эскалаторных станций показало, что температура воздуха в тёплый период года на всех исследуемых объектах превышала на 2,6 °C допустимое для категории выполнения работ Пб значение ( $\leq 27$  °C). Повышенная температура окружающего воздуха может вызывать изменение функционального состояния организма человека [5]. Относительная влажность находилась в пределах нормы, не превышая 65%. В холодный период года температура и относительная влажность воздуха были в пределах нормы.

Для метрополитена характерна высокая подвижность воздуха, возникающая при движении поездов, что связано с поршневым эффектом, когда воздух выталкивается из тоннеля движущимся поездом [6].

Скорость движения воздуха в тёплый период года на обследованных станциях достигала 0,5–0,8 м/с, превышая допустимые значения для категории выполняемых работ Пб на 0,3 м/с. В холодный период года скорость движения воздуха превышала допустимые значения на 0,2–0,5 м/с.

Температура окружающих поверхностей (стены, металлоконструкции) в холодный период года колебалась в пределах 11,9–12,6 °C, что на 1,4–2,1 °C ниже допустимых значений для категории работ Пб. В тёплый период года температура окружающих поверхностей была ниже допустимых значений на 0,5–0,9 °C.

Оценка шумового фактора показала, что эквивалентный уровень звука в зоне обслуживания моторов эскалаторов превышает допустимые уровни на 5 дБА при ПДУ 80 дБА [7]. Искусственная освещённость помещений метрополитена, создаваемая светодиодными лампами [8], на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников была достаточной и находилась в пределах 130–220 лк, что соответствует требованиям для общего освещения. Машинисты используют также местное освещение (фонарики).

Оценка тяжести труда проведена при выполнении ремонтно-ревизионных работ (смена и чистка направляющих). Работа машинистов эскалаторов связана с умеренной физической нагрузкой. Выполнение работ основных видов у машинистов эскалаторов и их помощников не требует ежедневных значительных физических усилий и длительного пребывания в вынужденной рабочей позе.

Оценка напряжённости трудового процесса выявила, что наблюдение за монитором у машинистов эскалаторов составляет 3,5 ч за рабочую смену, что соответствует классу 3.1. Эмоциональные нагрузки (ответственность за качество выполненной работы, потенциальная опасность повреждения оборудования, угроза остановки технологического процесса и возникновения опасности для жизни) соответствуют классу 3.2.

Таким образом, на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников условия труда можно оценить как соответствующие классу 3.1 по содержанию пыли в воздухе рабочей зоны в пересчёте на среднесменную концентрацию, по параметрам микроклимата и уровню звука, а по напряжённости трудового процесса — как соответствующие классу 3.2 [9]. Общая оценка условий труда на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников соответствует классу 3.2 [9].

При исследовании загрязнённости воздушной среды метрополитена было установлено, что на станции «Комсомольская Кольцевая» показатели общей бактериальной обсеменённости воздуха (КОЕ/м<sup>3</sup>) в холодный период года у эскалаторов большого и малого наклона не различаются ( $1070 \pm 294$  и  $1097 \pm 456$  соответственно), в то время как в комнате отдыха они по абсолютным значениям ( $1895 \pm 560$ ) почти в два раза выше. Разница в данном случае статистически недостоверна ( $p = 95\%$ ). Показатели бактериальной обсеменённости воздуха в комнате отдыха были выше, чем у эскалаторов, однако фактические значения общей бактериальной обсеменённости воздуха в метрополитене и у эскалаторов большого и малого наклона и в комнате отдыха не превышали допустимых значений (2000 КОЕ/м<sup>3</sup>) в соответствии с установленными требованиями [10]. По-видимому, это связано с большим воздухообменом у эскалаторов за счёт высокой скорости движения воздуха в метрополитене.

На станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии также были получены практически не различающиеся показатели чистоты воздуха в комнате отдыха и машинном эскалаторном зале ( $p < 95\%$ ). По абсолютным значениям воздух зала для пассажиров несколько чище воздуха машинного зала.

В исследовании была установлена более высокая обсеменённость воздуха машинного эскалаторного зала станции «Комсомольская Кольцевая» ( $1097 \pm 456$  КОЕ/м<sup>3</sup>) и станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии ( $850 \pm 53$  КОЕ/м<sup>3</sup>), однако различия эти имели случайный характер ( $p < 95\%$ ).

Результаты проведённых исследований показали, что по общей бактериальной обсеменённости и количеству гемолитической кокковой микрофлоры воздух всех исследуемых объектов в холодный период года следует расценивать как чистый.

В тёплый период года на станции «Комсомольская Кольцевая» пробы отбирали в трёх точках: 1 — эскалатор большого наклона, 2 — эскалатор малого наклона, 3 — комната отдыха механиков. Наиболее высокие показатели содержания бактерий в воздухе получены у эскалатора малого наклона, разница статистически значима ( $p > 95\%$ ), наиболее низкие —

в точке у эскалатора большого наклона. Бактериальная загрязнённость воздуха комнаты отдыха механиков занимает промежуточное положение, что может указывать на отсутствие достаточной изоляции этого помещения от машинного зала. На станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии в комнате отдыха механиков обнаружены статистически достоверно более высокие ( $p > 95\%$ ) уровни бактериальной обсеменённости воздуха по сравнению с данными, полученными в других точках.

Так, в зале для пассажиров уровни общей бактериальной обсеменённости не превышали значения 900 микробных тел в  $1\text{ м}^3$ , в то время как в комнате отдыха достигали в отдельных исследованиях 2400, что превышает допустимые значения [10].

Сравнение данных, полученных в тёплый период года, с допустимыми значениями показало, что воздух машинного зала станции «Комсомольская Кольцевая» как по общему числу бактерий, так и по гемолитической флоре является загрязнённым. На станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии превышение показателей установлено только для гемолитической кокковой флоры.

Сопоставление результатов исследований в холодный и тёплый периоды года на станции «Комсомольская Кольцевая» показало, что статистически достоверные результаты бактериальной обсеменённости в тёплый период года получены только в точке у эскалатора малого наклона ( $p > 99,9\%$ ). В комнате отдыха механиков, несмотря на некоторое увеличение абсолютных значений в тёплый период года, статистически достоверных различий не установлено. На станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии статистически достоверных различий показателей общей бактериальной обсеменённости в холодный и тёплый периоды года не обнаружено. В холодный период года воздух эскалаторных станций по микробной загрязнённости следует считать чистым, в тёплый период — загрязнённым.

Специалистами ФГУП ВНИИЖГ установлена высокая высеваемость с поверхности резиноканевых поручней эскалаторов кишечной палочки (до 18%) и стафилококков (80–100%), в том числе патогенных (*S. aureus*), особенно в тёплый период года. Таким образом, при контакте с поручнями при проведении различных работ у машинистов эскалаторов и их помощников увеличивается потенциальная возможность заражения патогенными микроорганизмами — возбудителями кишечных и воздушно-капельных инфекций.

Для установления связи между воздействием неблагоприятных факторов производственной среды и развитием болезней у машинистов эскалаторов и их помощников были изучены показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности, влияние возраста на уровень и структуру заболеваемости работающих на Московском метрополитене за трёхлетний период. Среди машинистов и помощников машинистов эскалаторов преобладают лица в возрасте 20–29 лет (31,6%) со стажем работы от одного года до четырёх лет (53,5%).

У машинистов и помощников машинистов эскалаторов показатели уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности по всем классам болезней за трёхлетний период (на 100 круглогодичных рабочих) составили: по числу болевших лиц 65,8, по числу случаев нетрудоспособности 91,1, по числу дней нетрудоспособностей 1237,6. При сравнении с общими показателями заболеваемости по метрополитену установлено, что у машинистов и помощников машинистов эскалаторов уровень заболеваемости на 100 работающих выше: по случаям нетрудоспособности на 1,7, по дням нетрудоспособности на 237,8.

В то же время показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности существенно, почти в два раза, превышают показатели по Москве. По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2023 году», в Москве выявлено 41,1 случая временной нетрудоспособности и 439 дней нетрудоспособности

на 100 работающих. Наиболее высокие показатели как по болевшим лицам, так и по случаям и дням нетрудоспособности наблюдаются в возрастной группе 40–49 лет (99,5 болевших лиц, 115,8 случая и 1658,4 дня нетрудоспособности).

Анализ заболеваемости по классам Международной классификации (МКБ-10) показал, что наибольшее число болевших лиц, случаев и дней нетрудоспособности на 100 круглогодичных рабочих, а также наибольший удельный вес в структуре заболеваемости приходится на класс болезней органов дыхания. Показатели заболеваемости по этому классу составили: болевших лиц 36,5, случаев нетрудоспособности 47,5, дней нетрудоспособности 466,9. Доля болезней органов дыхания в общей структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности у машинистов эскалаторов составила 51,1% случаев и 37,7 дня нетрудоспособности, что также превышает показатели по Москве (44% случаев и 32,8% дней нетрудоспособности). По классу болезней органов дыхания наиболее высок уровень заболеваемости по дням нетрудоспособности в возрастной группе 20–29 лет, а по случаям — в возрасте 30–39 лет. Формирование таких высоких показателей происходит преимущественно за счёт ОРВИ и гриппа. Высокий уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности по классу болезней органов дыхания у машинистов и помощников машинистов эскалаторов метрополитена согласуется с известными литературными данными о ведущей роли респираторных инфекций в общей структуре временной нетрудоспособности работников промышленных предприятий [11–13]. Значимую роль в возникновении ОРВИ играют неблагоприятные условия труда — динамический микроклимат, пылевая и бактериальная загрязнённость воздуха рабочей зоны. Необходимо также отметить, что машинисты эскалаторов и их помощники работают в подземных условиях, без естественного освещения, что может послужить причиной снижения иммунной реактивности организма и повышенной предрасположенности к вирусным инфекциям.

Неблагоприятный микроклимат на рабочих местах машинистов и их помощников характеризуется высокой скоростью движения воздуха и пониженной температурой окружающих поверхностей обуславливает отдачу тепла от внутренних органов (так называемый отрицательный радиационный обмен), что приводит к охлаждению организма. Поэтому неблагоприятный радиационно-конвекционный микроклимат на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников способствует развитию болезней простудной этиологии.

Таким образом, у машинистов и помощников машинистов эскалаторов метрополитена болезни органов дыхания могут иметь связь с такими неблагоприятными производственными факторами, как высокая скорость движения воздуха (в тёплый период года нормативные значения превышены на 0,3 м/с, в холодный период — на 0,2–0,5 м/с), пониженная температура окружающих поверхностей (в холодный период года ниже нормы на 1,4–2,1 °С, в тёплый — на 0,5–0,9 °С), загрязнение воздуха вредными химическими веществами и бактериальная обсеменённость. Например, в комнате отдыха на станции «Киевская» обсеменённость воздушной среды достигала 2400 КОЕ/м<sup>3</sup> при допустимом уровне не более 2000 КОЕ/м<sup>3</sup>.

На втором месте в структуре заболеваемости изучаемой профессиональной группы находятся болезни органов кровообращения, а в структуре заболеваемости населения Москвы в целом эти патологии занимают пятое место. Преобладают вегетососудистая дистония (34,8%) и гипертоническая болезнь (27,8%). Показатели заболеваемости гипертонической болезнью составляют: болевшие лица — 2,5, случаи нетрудоспособности — 2,7, дни нетрудоспособности — 47,2.

Чёткой зависимости увеличения показателей заболеваемости в целом по классу с возрастом не прослеживается. Наиболее высокие показатели отмечаются в возрасте 30–39 лет по случаям заболевания и в 40–49 лет по дням нетрудоспособности. Тем не менее показатели дней нетру-

доспособности по отдельным нозологическим формам (гипертоническая болезнь, вегетососудистая дистония) имеют тенденцию увеличения с возрастом. Класс болезней органов пищеварения занимает в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности третье место (по Москве — шестое). Данный класс болезней сформировался у изучаемой профессиональной группы преимущественно за счёт язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки (35,9% случаев и 54,9% дней нетрудоспособности). Класс болезней костно-мышечной системы занимает в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности четвертое место (по Москве — третье). Удельный вес болезней этого класса в общей структуре составил 7,7% случаев и 7,9% дней нетрудоспособности. Среди болезней костно-мышечной системы наиболее распространены пояснично-крестцовые радикулиты (53,1% случаев и 52,9% дней нетрудоспособности), что обусловлено, вероятно, воздействием на организм машинистов эскалаторов и их помощников неблагоприятного микроклимата (охлаждающий радиационно-конвекционный теплообмен). Значительно чаще среди машинистов эскалаторов Московского метрополитена встречаются несчастные случаи, отравления и травмы. В структуре заболеваемости они находятся на пятом месте по случаям нетрудоспособности и на четвертом — по дням. Работа машинистов эскалаторов и их помощников связана с ремонтом движущихся частей эскалатора, что определяет её травмоопасность [14, 15]. Болезни мочеполовых органов находятся на восьмом и девятом местах.

## Обсуждение

В связи с интенсивным строительством метрополитенов актуально изучение условий труда обслуживающего персонала, который подвергается воздействию многих неблагоприятных факторов производственной среды, таких как широкополосный шум, генерируемый механизмами и движущимися электропоездами, неудовлетворительные микроклиматические условия за счёт высоких скоростей движения воздуха, пониженная температура окружающих поверхностей, микробная обсеменённость воздуха, отсутствие естественной освещённости. На отечественных метрополитенах в условиях значительной глубины заложения и постоянно возрастающей интенсивности пассажиропотоков эскалаторы приобрели большое значение. В связи с этим возросла нагрузка на работников, обслуживающих эскалаторы, в частности машинистов эскалаторов и их помощников. Обширный и разносторонний материал, полученный в результате настоящего исследования, показал, что данная категория работников подвергается комплексу неблагоприятных производственных факторов (пыль с содержанием двуокси кремния от 2 до 10%, неблагоприятный микроклимат за счёт высокой скорости движения воздуха, низкая температура окружающих поверхностей, постоянный широкополосный шум), степень выраженности каждого из которых обусловлена несколькими причинами.

Необходимо отметить, что запылённость на рабочих местах машинистов связана с очисткой узлов и оборудования эскалаторов ветошью и обдувкой электромоторов сжатым воздухом. Наиболее высокие концентрации пыли при очистке ветошью были обнаружены на станции «Лубянка» (превышение ПДК в 7–12 раз), самые низкие — на станции «Кузнецкий Мост» ( $17,3 \pm 1,5$  —  $22,7 \pm 3,7$  мг/м<sup>3</sup>). Оценка шумового фактора показала, что эквивалентный уровень звука в зоне обслуживания моторов эскалаторов на 5 дБА превышает допустимый уровень (не более 80 дБА). Шум на рабочих местах возникает от движения поездов и при очистке моторов сжатым воздухом. Повышенный уровень звука может оказывать общее негативное воздействие на организм работающих.

Значительное превышение гигиенических нормативов установлено нами и для таких параметров, как скорость движения воздуха и температура окружающих поверхностей.

Высокая скорость движения воздуха из-за интенсивного движения поездов и низкая температура окружающих поверхностей создают предпосылки для охлаждения организма работающих. Радиационно-конвекционный теплообмен организма с окружающей средой, связанный со спецификой микроклимата метрополитена, а также отсутствие естественной освещённости способствуют снижению иммунорезистентности машинистов эскалаторов и их помощников.

Метрополитен относится к объектам массового пребывания людей, которые являются источником распространения различных микроорганизмов. На станции «Киевская» Арбатско-Покровской линии в комнате отдыха механиков был определён уровень бактериальной обсеменённости воздуха 2400 КОЕ/м<sup>3</sup> при допустимом значении не более 2000 КОЕ/м<sup>3</sup>, результат имеет статистическую достоверность ( $p > 95\%$ ), следовательно, этот неблагоприятный фактор производственной среды может способствовать развитию болезней простудной этиологии. Анализ заболеваемости по классам у машинистов эскалаторов и их помощников показал, что первое место занимают болезни органов дыхания. Показатели заболеваемости: болевших лиц — 36,5, случаев нетрудоспособности — 47,5, дней нетрудоспособности — 466,9. Доля болезней органов дыхания в общей структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности машинистов эскалаторов составила 51,1% случаев и 37,7 дня нетрудоспособности. Полученные результаты согласуются с известными литературными данными о ведущей роли респираторных патологий в общей структуре временной нетрудоспособности работников промышленных предприятий, однако необходимо отметить, что в исследуемой профессиональной группе эти показатели почти в два раза превышают показатели по Москве.

Нервно-эмоциональное напряжение в работе машинистов эскалаторов и их помощников, связанное с высокой ответственностью за безопасную работу эскалаторов, приводит к развитию болезней системы кровообращения (второе место в структуре заболеваемости).

Необходимо отметить, что содержание в воздухе помещений метрополитена патогенной флоры, пыли, а также шум и неблагоприятные микроклиматические факторы на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников если и превышают допустимые значения, то незначительно и непостоянно, поэтому в данном случае следует говорить о комплексе воздействующих факторов производственной среды малой интенсивности на фоне психоэмоционального состояния, обусловленного высокой ответственностью за выполняемую работу, связанную с безопасностью для жизни пассажиров и собственной жизни.

Таким образом, особые условия труда оказывают специфическое воздействие на организм работников метрополитена. При комплексном воздействии происходит усиление влияния каждого фактора, и степень их воздействия на организм машинистов эскалаторов значительно увеличивается, что подтверждается данными о заболеваемости этой категории работающих.

Выполненные исследования послужили основанием для разработки профилактических рекомендаций, направленных на оздоровление условий труда машинистов эскалаторов и их помощников, что позволит оптимизировать условия труда и снизить уровень заболеваемости.

**Ограничения исследования.** В качестве базовых исследований были выбраны пять станций Московского метрополитена: «Театральная», «Лубянка», «Кузнецкий Мост», «Комсомольская» и «Октябрьская».

## Заключение

Профессии машиниста эскалатора и помощника машиниста относятся к значимым и востребованным в метрополитене. От успешной работы этих сотрудников зависит обеспечение пассажиропотоков в метро и безопасность пассажиров. По данным хронометражных наблюдений, произ-

водственные операции занимают в дневную смену 72,3% рабочего времени, в ночную — 65,9%. Результаты исследований параметров микроклимата машинных залов эскалаторных станций в зоне обслуживания моторов эскалаторов показали превышение допустимых значений. Профессиональная деятельность машинистов эскалаторов и их помощников осуществляется в условиях повышенного уровня шума (85 дБА) и сопровождается высоким нервно-эмоциональным напряжением (вредный фактор, соответствующий классу 3.2). Общий класс условий труда на рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников оценивается как 3.2.

Результаты санитарно-бактериологических исследований позволили установить, что в тёплый период года воздух эскалаторных станций по общей бактериальной обсеменённости является загрязнённым. Изучение заболеваемости с временной утратой трудоспособности показало высокий уровень по классам болезней органов дыхания, кровообращения, пищеварения и костно-мышечной системы.

Высокие показатели по классу болезней системы кровообращения у машинистов и помощников машинистов эскалаторов, по-видимому, во многом зависят от влияния на организм таких факторов, как чередующаяся сменная работа, труд в ночное время, воздействие шума и др. Перестройка суточного стереотипа влечёт за собой напряжённость функций различных систем организма и особенно сердечно-сосудистой системы. Кроме того, большое значение приобретает эмоциональная напряжённость, связанная с ответственностью за функциональное качество выполненной работы, так как при нарушении работы эскалатора может возникнуть опасность для жизни пассажиров и работников метрополитена. На рабочих местах машинистов эскалаторов и их помощников создаются особые условия труда. Метрополитен является объектом массового пребывания людей, следовательно, существует угроза распространения инфекций, передающихся воздушно-капельным и контактным путём.

Проведённые комплексные многоплановые исследования позволили получить обширный и разносторонний

материал и разработать рекомендации, направленные на оздоровление условий труда машинистов эскалаторов и их помощников. Мероприятия должны проводиться в трёх направлениях: технологическом, санитарно-техническом и лечебно-профилактическом.

Технологические мероприятия предполагают внедрение телемеханической системы управления эскалаторами для сокращения времени пребывания машинистов в помещениях с неблагоприятными производственными условиями, а также максимальную механизацию тяжёлых работ.

Санитарно-технические и общегигиенические мероприятия должны включать:

- разработку решений по снижению шума (установка нового оборудования, генерирующего низкие уровни звука, разработка менее шумных современных эскалаторов, звукоизоляция комнат отдыха для машинистов);
- своевременный ремонт эскалаторов и замена узлов;
- разработка типового проекта приточно-вытяжной вентиляции с выбором места для забора наружного воздуха в условиях наименьшей запылённости и бактериальной загрязнённости либо обеспечение наружного воздухозабора, оборудование приточной вентиляции сменными фильтрами;
- запрещение обдувки сжатым воздухом электромоторов, очистка их с помощью вакуумных или воздухопоглощающих установок;
- дезинфекцию поручней эскалаторов бактерицидными облучателями специальной конструкции с отражателями либо другими ультрафиолетовыми лампами или использование дезинфекционных растворов, рекомендованных к применению;
- применение работниками средств индивидуальной защиты органа слуха.

В структуру лечебно-профилактических мероприятий должны входить предварительные медицинские осмотры при приёме на работу, периодические медицинские осмотры, профилактика и лечение болезней по общим принципам.

## Литература

1. Швецов А.В., Швецова С.В. Проблемы и решения в обеспечении транспортной безопасности на метрополитене. *Транспортное дело России*. 2015; (6): 258–60. <https://elibrary.ru/vlmvqx>
2. Самарская Н.А. Анализ особенностей условий труда и разработка мероприятий по обеспечению безопасности работников метрополитена. *Экономика труда*. 2019; 6(3): 1271–84. <https://doi.org/10.18334/et.6.3.41051> <https://elibrary.ru/szqkqz>
3. Xu B., Hao J. Air quality inside subway metro indoor environment worldwide: A review. *Environ. Int.* 2017; 107: 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.06.016>
4. Minguiñón M.C., Reche C., Martins V., Amato F., de Miguel E., Capdevila M., et al. Aerosol sources in the subway environments. *Environ. Res.* 2018; 167: 314–28. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.034>
5. Методические указания «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегрева». М.; 2004.
6. Maslak V., Boytsov D., Danilov A., Levina E., Gendler S. Innovative engineering solutions for improving operational safety and efficiency of subways with two-way tunnels. *Procedia Eng.* 2016; 165: 214–23. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.793>
7. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.; 2021.
8. Капцов В.А., Дейного В.Н. Светодиодное освещение объектов метрополитена как проблема охраны труда. *Безопасность и охрана труда*. 2016; (4): 63–7. <https://elibrary.ru/xsukpn>
9. Критерии и классификация условий труда Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. М.; 2005.
10. СП 2.5.3650–20. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры. М.; 2020.
11. Титов А.А., Титова Е.Я. О перспективных направлениях железнодорожной медицины. В кн.: *Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: материалы XV Международной научно-практической конференции*. Прага; 2017: 65–8.
12. Зеляева Н.В. Оценка заболеваемости работников промышленных предприятий и пути ее снижения (на примере предприятий отрасли машиностроения г. Нижнего Новгорода). *Фундаментальные исследования*. 2014; (7–4): 698–705. <https://elibrary.ru/smjycj>
13. Журавлева Т.А., Ульянова А.С. Пути снижения заболеваемости хроническим бронхитом у железнодорожников, подверженных профессиональному риску заболевания органов дыхания. *Медицина труда и промышленная экология*. 2007; 47(1): 30–4. <https://elibrary.ru/kglfcf>
14. Сазонова А.М. Особенности охраны труда при работах на подземных объектах. *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2015; (1): 109–14. <https://elibrary.ru/tnvudd>
15. Старых А.А., Любская О.Г. Специфика организации труда на метрополитене. В кн.: *Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы: Сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции*. Том 2. М.; 2023: 232–5. <https://elibrary.ru/mrivrq>

## References

1. Shvetsov A.V., Shvetsova S.V. Problems and solutions of the transport security on the subway. *Transportnoe delo Rossii*. 2015; (6): 258–60. <https://elibrary.ru/vlmvqx> (in Russian)
2. Samarskaya N.A. Analysis of the working conditions peculiarities and development of measures to ensure the metro workers safety. *Ekonomika truda*. 2019; 6(3): 1271–84. <https://doi.org/10.18334/et.6.3.41051> <https://elibrary.ru/szqkqz> (in Russian)
3. Xu B., Hao J. Air quality inside subway metro indoor environment worldwide: A review. *Environ. Int.* 2017; 107: 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.06.016>
4. Minguiñón M.C., Reche C., Martins V., Amato F., de Miguel E., Capdevila M., et al. Aerosol sources in the subway environments. *Environ. Res.* 2018; 167: 314–28. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.034>
5. Methodological guidelines «Assessment of the thermal condition of a person in order to substantiate hygienic requirements for the microclimate of workplaces and measures to prevent cooling and overheating». Moscow; 2004. (in Russian)
6. Maslak V., Boytsov D., Danilov A., Levina E., Gendler S. Innovative engineering solutions for improving operational safety and efficiency

- of subways with two-way tunnels. *Procedia Eng.* 2016; 165: 214–23. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.793>
7. SanPiN 1.2.3685–21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. Moscow; 2021. (in Russian)
  8. Kaptsov V.A., Deinego V.N. LED lighting facilities underground. *Bezopasnost' i okhrana truda.* 2016; (4): 63–7. <https://elibrary.ru/xsukpn> (in Russian)
  9. Criteria and classification of working conditions R 2.2.2006–05. Guidelines for the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Moscow; 2005. (in Russian)
  10. SP 2.5.3650–20. Sanitary and epidemiological requirements for certain types of transport and transport infrastructure facilities. Moscow; 2020. (in Russian)
  11. Titov A.A., Titova E.Ya. On promising areas of railway medicine. In: *Problems of Economics, Organization and Management in Russia and the World: Proceedings of the XY International Scientific and Practical Conference [Problemy ekonomiki, organizatsii i upravleniya v Rossii i mire: materialy XY Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii]*. Prague; 2017: 65–8. (in Russian)
  12. Zelyaeva N.V. Assessment of the morbidity of industrial workers and ways of its decrease (on the example of enterprises of engineering industry of Nizhny Novgorod). *Fundamental'nye issledovaniya.* 2014; (7–4): 698–705. <https://elibrary.ru/smjycj> (in Russian)
  13. Zhuravlyova T.A., Ulianova A.S. Ways to reduce the incidence of chronic bronchitis among railway workers at occupational risk of respiratory diseases. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2007; 47(1): 30–4. <https://elibrary.ru/kglfef> (in Russian)
  14. Sazonova A.M. Specifics of occupational safety for works at underground facilities. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniya.* 2015; (1): 109–14. <https://elibrary.ru/tnvudd> (in Russian)
  15. Starykh A.A., Lyubskaya O.G. Specificity of organization of labor in the metro. In: *Fundamental and Applied Scientific Research in the Field of Inclusive Design and Technology: Experience, Practice and Prospects: Collection of Scientific Papers of the IX International Scientific and Practical Conference. Volume 2 [Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya v oblasti inkluzivnogo dizaina i tekhnologii: opyt, praktika i perspektivy: Sbornik nauchnykh trudov IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Tom 2]*. Moscow; 2023: 232–5. <https://elibrary.ru/mrivrq> (in Russian)

## Сведения об авторе

Овечкина Жанна Васильевна, доктор мед. наук, зав. лаб. Коммунальной гигиены и эпидемиологии ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: [ovechkina555@gmail.com](mailto:ovechkina555@gmail.com)

## Information about the authors

Zhanna V. Ovechkina, DSc (Medicine), Head of the Laboratory of Communal Hygiene and Epidemiology, All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1351-4628> E-mail: [ovechkina555@gmail.com](mailto:ovechkina555@gmail.com)