

Читать
онлайнRead
online

Овечкина Ж.В., Леонов А.В.

Изучение бактериальной обсеменённости поверхностей помещений 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 процессе эксплуатации пассажирские помещения станций и подвижной состав метрополитена подвергаются интенсивному комплексному воздействию механических, химических и биологических факторов. Согласно данным отечественных и зарубежных исследователей, на поверхностях в метрополитене обнаруживаются микроорганизмы различных родов: *Dietzia*, *Brevundimonas*, *Pseudomonas*, *Arsenicicoccus*, *Stenotrophomonas*. Однако в доступной литературе не представлены данные о степени загрязнения поверхностей. Информация о подобных исследованиях необходима для принятия санитарно-гигиенических и противоэпидемических мер, предотвращения и снижения риска заражения инфекционными болезнями в местах массового скопления людей.

Цель исследования — изучение бактериальной обсеменённости поверхностей Московского метрополитена для разработки критериев оценки степени их загрязнённости.

Материалы и методы. Оценку загрязнённости поверхностей метрополитена проводили по санитарно-бактериологическим показателям методом отпечатков и смывов с определением общего микробного числа (ОМЧ) и количества бактерий группы кишечной палочки (БГКП) классическими микробиологическими методами в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.2.2942–11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». Полученные результаты обработаны с использованием показателей вариационной статистики и определением степени достоверности по критерию Стьюдента.

Результаты. Наибольший уровень микробного загрязнения выявлен на поверхностях вестибюлей и переходов между вестибюлями и залами станций. Загрязнённость пола вестибюля (с уровнем микробной обсеменённости 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см²) составляла 93% от общего числа проб, тогда как в залах станций удельный вес проб с таким же уровнем контаминации не превышал 72%; микробная обсеменённость стен вестибюлей (10^5 – 10^7 КОЕ/100 см²) составила 100%, в залах станций проб с таким уровнем загрязнения было 33%. Микробная загрязнённость прилавков у касс оказалась значительно выше, чем загрязнённость входных дверей: 100 и 40% соответственно.

Ограничения исследования. Исследования проведены на 12 станциях: «Курская» (радиальная), «Курская» (кольцевая), «ВДНХ», «Медведково», «Свиблово», «Выхино», «Крестьянская Застава», «Пролетарская», «Новокузнецкая», «Пушкинская», «Тверская», «Чеховская».

Заключение. На основании полученных результатов разработаны критерии оценки загрязнённости поверхностей Московского метрополитена: стен, потолков, полов, колонн, оконных стёкол и др. по степеням обсеменённости (высокая, средняя и условно чистая).

Ключевые слова: метрополитен; поверхности; биологическое загрязнение; общая микробная обсеменённость; бактерии группы кишечной палочки

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

Для цитирования: Овечкина Ж.В., Леонов А.В. Изучение бактериальной обсеменённости поверхностей помещений Московского метрополитена. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(3): 307–311. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-307-311> <https://elibrary.ru/nfskir>

Для корреспонденции: Овечкина Жанна Васильевна, e-mail: ovechkina555@gmail.com

Участие авторов: Овечкина Ж.В. — концепция исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование; Леонов А.В. — обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, 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 спонсорской поддержки.

Поступила: 04.12.2024 / Поступила после доработки: 05.02.2025 / Принята к печати: 20.02.2025 / Опубликовано: 31.03.2025

Zhanna V. Ovechkina, Alexander V. Leonov

On the issue of studying bacterial contamination of indoor surfaces of the Moscow Metro

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

RESUME

Introduction. During operation, the passenger rooms of the stations and the rolling stock of the subway are subjected to intense complex effects of mechanical, chemical, and biological factors. According to the literature data of domestic and foreign researchers, on surfaces in the Subway there are found various genera of microorganisms including *Dietzia*, *Brevundimonas*, *Pseudomonas*, *Arsenicicoccus*, *Stenotrophomonas*. However, there is no data on the degree of surface contamination in the available literature. However, information about such studies is necessary to take sanitary, hygienic, and anti-epidemic measures to prevent and reduce the risk of contracting infectious diseases in crowded places.

The purpose of the study. To study bacterial contamination of surfaces of the Moscow metro to develop criteria for assessing the degree of contamination of surfaces.

Materials and methods. The assessment of contamination of subway surfaces was carried out according to sanitary and bacteriological indicators by the method of prints and flushes with the determination of the total microbial number (TMN) and bacteria of the *E. coli* group (*Escherichia coli*) by classical microbiological methods (Methodological guidelines MUK 4.2.2942–11 "Methods of sanitary and bacteriological studies of environmental objects, air and sterility control in medical organizations"). The obtained results were processed using indicators of variation statistics and determining the degree of reliability according to the Student's criterion.

Results. The highest level of microbial contamination was detected on the surfaces of the vestibules and passages between the vestibules and the halls of the stations. The contamination of the lobby floor (with a microbial contamination level of 10^5 – 10^7 CFU/100 cm²) was 93% of the total number of samples, while the percentage of samples with the same contamination level in the station halls corresponded to 72%; microbial contamination of the lobby walls (10^5 – 10^7 CFU/100 cm²) was 100%,

while in the station halls the percentage of samples with this level of pollution was only 33%. The microbial contamination of the counters at the cash registers turned out to be significantly higher than the contamination of the entrance doors (respectively: 100% and 40%).

Limitations. The research was carried out only at twelve stations (Kurskaya-Radial, Kursk-Koltsevaya, VDNKh, Medvedkovo, Sviblovo, Vykhino, Krestyanskaya Zastava, Proletarskaya, Novokuznetsk, Pushkinskaya, Tverskaya, Chekhov).

Conclusion. Based on the results obtained, for assessing the contamination of surfaces (walls, ceilings, floors, columns, window panes, etc.) at Moscow Metro there have been developed criteria including high, medium, and relatively clean pollution levels.

Keywords: underground; biological contamination; general microbial contamination; *E. coli* group bacteria

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., Leonov A.V. On the issue of studying bacterial contamination of indoor surfaces of the Moscow Metro. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(3): 307–311. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-307-311> <https://elibrary.ru/nfskir> (In Russ.)

For correspondence: Zhanna V. Ovechkina, e-mail: ovechkina555@gmail.com

Contribution: Ovechkina J.V. — research concept, collection and processing of material, statistical data processing, text writing, editing; Leonov A.V. — material processing, statistical data processing, text writing, editing. All authors are responsible for approving the final version of the article and ensuring the integrity of all parts of the article. 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: December 4, 2024 / Revised: February 5, 2025 / Accepted: February 20, 2025 / Published: March 31, 2025

Введение

Метрополитен в инфраструктуре мегаполисов играет ключевую роль, так как позволяет быстро добраться до нужной точки города, минуя «пробки» и заторы. Поезда метро следуют с короткими интервалами, что обеспечивает бесперебойное сообщение и сокращает время ожидания. Современные вагоны метро оборудованы кондиционерами, системами вентиляции и информационными табло. Метрополитены адаптированы для людей с ограниченными возможностями, доступны для всех категорий граждан. Метрополитен — один из самых безопасных видов транспорта. Преимущества метрополитенов перед другими видами транспорта обуславливают расширение строительства и, следовательно, увеличение пассажиропотока [3–5]. Метрополитен — самый популярный вид городского транспорта в Москве. Его доля в перевозке пассажиров в столице составляет примерно 48%, и по объёму пассажиропотока Московский метрополитен входит в пятёрку наиболее загруженных в мире: за сутки перевозит более 5,6 млн пассажиров, а в самые загруженные дни — до 9,7 млн.

Московский метрополитен относится к объектам массового сосредоточения людей, что требует повышенного внимания к санитарно-гигиеническому состоянию зданий, сооружений и подвижного состава, обеспечения безопасных в противоэпидемическом отношении условий проезда пассажиров и выполнения производственных операций работниками метрополитена. Миграция большого числа людей без проведения профилактических санитарно-гигиенических и дезинфекционных мероприятий может неблагоприятно отразиться на безопасности пассажирских перевозок, создать потенциальную угрозу распространения инфекционных и паразитарных болезней на большие расстояния. Кроме того, значительный вклад в микробное загрязнение помещений метрополитена и накопление микробной биомассы вносит респираторный аэрозоль, количество которого зависит от интенсивности пассажиропотока, а также антропогенное загрязнение с одежды, обуви и покровных тканей человеческого тела [6, 7]. Все перечисленные факторы требуют глубокого изучения эпидемической обстановки в помещениях метрополитена, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Цель исследования — изучение бактериальной обсеменённости поверхностей Московского метрополитена для разработки критериев оценки степени их загрязнённости.

Материалы и методы

Пробы отбирали в дневное и ночное время на 12 станциях Московского метрополитена с различным пассажиропотоком: «Курская» (радиальная), «Курская» (кольцевая), «ВДНХ», «Медведково», «Свиблово», «Выхино», «Крестьян-

ская Застава», «Пролетарская», «Новокузнецкая», «Пушкинская», «Тверская», «Чеховская». К станциям открытого типа относится «Выхино». Оценка загрязнённости поверхностей метрополитена проводили по санитарно-бактериологическим показателям методом отпечатков и смывов с определением общего микробного числа (ОМЧ) и бактерий группы кишечной палочки (БГКП) классическими микробиологическими методами*.

Для обнаружения бактерий группы кишечных палочек делали высев 0,2–0,3 смывной жидкости в пробирку с 5 мл среды Кесслера. Засеянные пробирки инкубировали при температуре плюс 37 °C в течение 24 ± 2 ч с последующим пересевом на среду Эндо.

Общее микробное число (ОМЧ) определяли посредством пересева 0,2–0,3 мл смывной жидкости на чашки Петри с мясо-пептонным агаром с последующим инкубированием и учётом выросших бактериальных колоний.

Всего отобрано и исследовано 300 отпечатков и смывов.

Полученные результаты подвергнуты статистической обработке с использованием показателей вариационной статистики и определением степени достоверности по критерию Стьюдента.

Результаты

В рамках плановой научно-исследовательской работы сотрудниками ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора проведён анализ основных факторов и путей загрязнения станций, вагонов и эскалаторов Московского метрополитена.

Во время пребывания человека в подземных станциях и тоннелях на его организм могут оказывать влияние различные факторы, к которым в первую очередь следует отнести пылеобразование, а также биологическое и химическое загрязнение. Практически непрерывный процесс загрязнения станций и вагонов за счёт антропогенного фактора и высокого уровня загрязнённости атмосферного воздуха в Москве обуславливает необходимость организации круглосуточного уборочного процесса в метрополитене. Другой особенностью следует считать многочисленные ограничения, касающиеся проведения уборочных процессов, времени отдельных уборочных операций, обусловленные требованиями санитарных правил, техники безопасности и охраны труда, а также особенностями пассажиропотока. При этом основная комплексная уборка пассажирских помещений, определяющая санитарное состояние станций, производится в ночное время. Уборочные операции, проводимые в дневное время, являются вспомогательными. Особенности организации уборочного процесса в вагонах метрополитена определяются

* Методические указания МУК 4.2.2942–11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 15 июля 2011 г.).

в основном временными и организационно-техническими ограничениями.

Анализ графиков оборота составов, в соответствии с которым регламентируется время на проведение технического обслуживания в электродепо, показывает, что в среднем техническое обслуживание (ТО — 1) состава из 8 вагонов, в рамках которого проводится ежедневная уборка, составляет всего 50–60 мин. Следует также учитывать, что в этот период уборочные бригады и бригады технического обслуживания подвижного состава должны работать одновременно.

К особенностям организации уборочного процесса в вагонах следует отнести ограничения на использование высокопроизводительной уборочной техники из-за отсутствия в электродепо платформ нужной высоты и сложности обеспечения профессионального оборудования электропитанием, водоснабжением и канализацией стоков. При выборе средств и способов уборки вагонов необходимо учитывать насыщенность вагонов электроавтоматикой и высокую степень изношенности напольных покрытий и материалов обивки диванов, требующих щадящей уборки.

Как показали результаты исследований, на станциях «Курская» (радиальная) и «Курская» (кольцевая) поверхностей с уровнями микробной обсеменённости 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см² было 60 и 75% соответственно, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) высевали из 60% проб. На станции «Выхино» (открытого типа) 81,25% поверхностей имели уровень микробной обсеменённости 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см², БГКП обнаруживали в 43,75% проб. На станции «ВДНХ» поверхности с уровнями микробной обсеменённости 10^4 – 10^7 КОЕ/100 см² составили 50%, БГКП были определены в 45% проб. На станциях «Медведково» и «Свиблово» количество поверхностей с уровнями микробной обсеменённости 10^2 – 10^5 КОЕ/100 см² составило 33,3 и 28,6% соответственно, БГКП высевались в 11 и 57,1% проб соответственно.

Результаты исследований загрязнённости отдельных поверхностей обследованных станций представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, наиболее загрязнёнными поверхностями были поручни переходов, прилавки касс, боковые поверхности эскалаторов, полы и плинтусы. Уровни микробной обсеменённости вестибюлей станций и залов станций представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наибольший уровень обсеменённости поверхностей выявлен на стенах, колоннах и прилавках билетных касс вестибюлей.

Удельный вес проб с уровнем микробной обсеменённости 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см² при отборе с пола в вестибюле составил 93%, с пола в залах станций — 72%; микробная обсеменённость стен вестибюлей на уровне 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см² выявлена в 100% проб, в то время как в залах станций проб с таким же уровнем загрязнения было только 33%. Микробная загрязнённость прилавков у касс оказалась значительно выше, чем входных дверей: 100 и 40% соответственно.

Таблица 1 / Table 1

Удельный вес проб с уровнем микробной контаминации отдельных поверхностей 10^5 – 10^7 (КОЕ/100 см²) на станциях Московского метрополитена

The number of samples with the level of microbial contamination on individual surfaces is 10^5 – 10^7 (CFU/100 cm²) at Moscow Metro stations

Поверхность Name of station surfaces	Общее число исследованных проб Total number of samples examined	Пробы с уровнем контаминации по показателю ОМЧ 10 ⁵ –10 ⁷ КОЕ/100 см ² TMN samples with a microbial contamination level of 10 ⁵ –10 ⁷ CFU/100 cm ²	
		абс. / abs.	%
Станции «Курская», «ВДНХ», «Выхино», «Свиблово», «Медведково» "Kurskaya", "VDNKh", "Vykhino", "Sviblovo", "Medvedkovo" stations			
Стены: / Walls:			
зал, колонны hall, columns	27	15	56
переход / transition	9	4	44
Скамейки в зале Benches in the hall	15	5	33
Поручни в переходе Handrails subway	12	12	100
Эскалаторы: / Escalators:			
балюстрада / balustrade	34	12	34
боковые поверхности side surfaces	12	12	100
поручень / handrail	9	6	66
Прилавки касс Cash register counters	12	12	100
Входные двери Entrance doors	15	6	40
Станции «Тверская», «Чеховская», «Пушкинская», «Чкаловская» и др. "Tverskaya", "Chekhovskaya", "Pushkinskaya", "Chkalovskaya", and others stations			
Полы: / Floors:			
зал / hall	66	48	72
переходы / subways	10	10	100
плинтусы / baseboards	12	12	100
Эскалаторная лента Escalator belt	12	12	100

Таблица 2 / Table 2

Уровни микробной контаминации поверхностей 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см² в вестибюлях и залах станций Московского метрополитена

The number of samples with the level of microbial contamination of surfaces 10^5 – 10^7 CFU/100 cm² in the lobbies and halls of the Moscow Metro stations

Вид поверхности View of the surface	Вестибюли / Lobbies			Залы станций / Station halls		
	число исследованных проб number of samples examined	пробы с показателем ОМЧ 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см ² samples with an TMN level of 10^5 – 10^7 CFU/100 cm ²		число исследованных проб number of samples examined	пробы с показателем ОМЧ 10^5 – 10^7 КОЕ/100 см ² samples with an TMN level of 10^5 – 10^7 CFU/100 cm ²	
		абс. / abs.	%		абс. / abs.	%
Стены, колонны / Walls, columns	12	12	100	18	6	33
Полы / Floors	15	14	93	66	48	72
Входные двери / Entrance doors	15	6	40	—	—	—
Прилавки касс / Cash register counters	12	12	100	—	—	—

Таблица 3 / Table 3

Соотношения уровней общей микробной обсеменённости изученных поверхностей с количеством бактерий группы кишечной палочки

The ratio of the levels of total microbial contamination of the studied surfaces with the number of bacteria of the *E. coli* group

Уровни ОМЧ (КОЕ/100 см ²) Levels of total microbial number CFU/100 cm ²	Обнаружение БГКП (КОЕ/100 см ²) поверхности Detection of BGCP CFU/100 cm ² surface
1 · 10 ⁵ –1 · 10 ⁷	> 2380
1 · 10 ³ –1 · 10 ⁴	< 10
1 · 10 ¹ –1 · 10 ²	Не обнаружены / Not found

Таблица 4 / Table 4

Критерии оценки степени загрязнённости поверхностей Московского метрополитена (стены, потолки, полы, колонны, оконные стёкла и др.) в местах массового скопления людей

Criteria for assessing the contamination of surfaces (walls, ceilings, floors, columns, window panes, etc.) in crowded areas of the Moscow Metro

Степень загрязнённости поверхностей Criteria for assessing surface contamination	Общее микробное число (КОЕ/100 см ²) Total microbial number (CFU/100 cm ²)	Уровни загрязнения бактериями группы кишечных палочек КОЕ/100 см ² Levels of contamination by <i>E. coli</i> bacteria CFU/100 cm ²
Высокая / High	1 · 10 ⁵ –1 · 10 ⁷	10 ² –10 ⁵ и более / and more
Средняя Average	1 · 10 ³ –1 · 10 ⁴	Десятки клеток / Tens of cells 1 · 10 ¹
Условно чистые Conditionally clean	1 · 10 ¹ –1 · 10 ²	Не обнаружены / Not found

Обсуждение

В результате проведённых исследований установлено, что для всех поверхностей пассажирских помещений Московского метрополитена характерно микробное загрязнение, наибольший уровень выявлен на поверхностях вестибюлей и переходов между вестибюлями и залами станций.

Выраженных сезонных колебаний микробного загрязнения поверхностей не отмечено, оно оставалось стабильно высоким.

Санитарно-бактериологические исследования в местах массового скопления людей показали соотношение между общей микробной обсеменённостью поверхностей и количеством бактерий группы кишечной палочки (БГКП) — показателем фекального загрязнения (табл. 3). Так, высокому микробному загрязнению соответствует уровень 1 · 10⁵–1 · 10⁷ КОЕ/100 см², среднему — 1 · 10³–1 · 10⁴ КОЕ/100 см², условно чистому — 1 · 10¹–1 · 10² КОЕ/100 см², что подтверждается соответствующим количеством обнаруженных санитарно-показательных микроорганизмов (БГКП) на этих поверхностях.

Результаты собственных исследований позволили разработать критерии оценки поверхностей по показателям микробной загрязнённости (табл. 4).

Условно чистыми считали поверхности, на которых не обнаруживаются БГКП.

Заключение

Установлено, что в процессе эксплуатации пассажирские помещения станций и подвижной состав Московского метрополитена подвергаются интенсивному комплексному воздействию механических, химических и биологических загрязнителей. В условиях метрополитена многокомпонентные взвеси загрязнителей образуют аэродисперсную систему аэрозолей, состоящую из микрочастиц пыли, масел, органических веществ величиной около 0,5 мкм, имеющих высокую биологическую активность и опасных для здоровья человека. Анализ результатов исследований фоновых уровней загрязнения поверхностей пассажирских помещений Московского метрополитена показал, что для всех поверхностей характерно микробное загрязнение. Наиболее загрязнёнными на станциях являются напольные покрытия и лестничные ступени пассажирских помещений, двери вестибюлей, облицовка стен, колонн и пилонов до высоты 1,8–2 м, прилавки касс, разделительные барьеры, поручни, горизонтальные и вертикальные щиты балюстрад эскалаторов [8–10], сиденья и спинки диванов; в салонах вагонов — напольные покрытия, сиденья, спинки и поручни диванов, верхние и торцевые поручни, раздвижные и торцевые двери, в том числе их остекление, поверхности стен.

На основании результатов проведённых исследований разработаны критерии оценки загрязнённости поверхностей (стены, потолки, полы, колонны, оконные стёкла и др.). Эти критерии могут служить индикатором эффективности проводимой дезинфекционной уборки мест массового скопления людей в Московском метрополитене.

Литература

- Klimenko N.S., Tyakht A.V., Toshchakov S.V., Shevchenko M.A., Korzhenkov A.A., Afshinenko E.I., et al. Co-occurrence patterns of bacteria within the microbiome of Moscow subway. *Comput. Struct. Biotechnol. J.* 2020; 18: 314–22. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.01.007>
- Vargas-Robles D., Gonzalez-Cedillo C., Hernandez A.M., Alcaraz L.D., Peimbert M. Passenger-surface microbiome interactions in the subway of Mexico City. *PLoS One*. 2020; 15(8): e0237272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237272>
- Валиев Р.Р. Прогнозирование развития инфраструктуры метрополитена в мегаполисе. В кн.: *Девятая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности: труды конференции*. Екатеринбург; 2019: 381–5. <https://elibrary.ru/bhjhii>
- Чередица И.С., Рыбакова Е.Ю. Метрополитен в Берлине и Москве. Истоки и развитие. В кн.: *Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ*. Хабаровск; 2021: 387–93. <https://elibrary.ru/bxjuwt>
- Lin S., Wang K., Wu D., Gong B. Passenger flow prediction based on land use around metro stations: a case study. *Sustainability*. 2020; 12(17): 6844. <https://doi.org/10.3390/su12176844>
- Тихонов В.В., Николаева О.В., Пильгун П.А. Оценка численности микроорганизмов в воздухе общественного транспорта Москвы в зимний период. *Городские исследования и практики*. 2018; 3(3): 36–47. <https://doi.org/10.17323/usp33201836-47> <https://elibrary.ru/dnviib>
- Белова И.В., Точилина А.Г., Соловьева И.В., Гелашвили Д.Б., Зазнобина Н.И., Жирнов В.А. и др. Видовой состав микробиоты автобусов внутригородских маршрутов. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНУСО*. 2021; (4): 10–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-337-4-10-17> <https://elibrary.ru/gomcaa>
- Вильк М.Ф., Полякова В.А., Лебедева Н.С., Гипп Е.К., Большаков Б.В., Карев А.В. и др. Применение ультрафиолетового облучения воздуха в Московском метрополитене. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(2): 17–23. <https://elibrary.ru/kuzlpn>
- Худышев Д.А., Юрчик Д.А. Влияние интенсивности пассажиропотока на бактериальную обсеменённость поручней вагонов электропоездов Дзержинской линии Новосибирского метрополитена. В кн.: *Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: Сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета*. Новосибирск; 2022: 246–8. <https://elibrary.ru/tpfzfl>
- Лыков И.Н., Голик Т.А., Жихор А.А., Ушакова А.Н. Особенности контаминации поверхностей антибиотико-резистентными микроорганизмами. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021; (1–2): 72–7. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.1.037> <https://elibrary.ru/oubuvb>

References

1. Klimenko N.S., Tyakht A.V., Toshchakov S.V., Shevchenko M.A., Korzhenkov A.A., Afshinenko E.I., et al. Co-occurrence patterns of bacteria within the microbiome of Moscow subway. *Comput. Struct. Biotechnol. J.* 2020; 18: 314–22. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.01.007>
2. Vargas-Robles D., Gonzalez-Cedillo C., Hernandez A.M., Alcaraz L.D., Peimbert M. Passenger-surface microbiome interactions in the subway of Mexico City. *PLoS One*. 2020; 15(8): e0237272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237272>
3. Valiev R.R. Forecasting of the metro infrastructure development in megalopolises. In: *The Ninth All-Russian Scientific and Practical Conference on Simulation Modeling and Its Application in Science and Industry: Proceedings of the Conference [Devyataya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya po imitatsionnomu modelirovaniyu i ego primeneniyu v nauke i promyshlennosti: trudy konferentsii]*. Ekaterinburg; 2019: 381–5. <https://elibrary.ru/bhjhii> (in Russian)
4. Cheredina I.S., Rybakova E.Y. Metro in Berlin and Moscow. The origins and development. In: *New Ideas of the New Century: Proceedings of the International Scientific Conference of the Federal Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences [Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii FAD TOGU]*. Khabarovsk; 2021: 387–93. <https://elibrary.ru/bxjuwt> (in Russian)
5. Lin S., Wang K., Wu D., Gong B. Passenger flow prediction based on land use around metro stations: a case study. *Sustainability*. 2020; 12(17): 6844. <https://doi.org/10.3390/su12176844>
6. Tikhonov V.V., Nikolaeva O.V., Pilgun P.A. Quantity of airborne microorganisms in public transport of Moscow in winter period. *Gorodskie issledovaniya i praktiki*. 2018; 3(3): 36–47. <https://doi.org/10.17323/usp33201836-47> <https://elibrary.ru/dnvibb> (in Russian)
7. Belova I.V., Tochilina A.G., Solovyeva I.V., Gelashvili D.B., Zaznobina N.I., Zhirnov V.A., et al. Species composition of microbiota in city buses. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2021; (4): 10–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-337-4-10-17> <https://elibrary.ru/gomcaa> (in Russian)
8. Vilk M.F., Polyakova V.A., Lebedeva N.S., Gipp Ye.K., Bolshakov B.V., Karev A.V., et al. Use of air ultraviolet irradiation in the Moscow metro. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2007; 86(2): 17–23. <https://elibrary.ru/kuzlpn> (in Russian)
9. Khudyshev D.A., Yurchik D.A. The influence of passenger traffic intensity on bacterial contamination of handrails of electric train cars of the Dzerzhinsky line of the Novosibirsk Metro. In: *Problems of Biology, Animal Science and Biotechnology: Proceedings of the Scientific and Practical Conference of the Scientific Society of Students and Postgraduates of the Faculty of Biology and Technology [Problemy biologii, zootekhnii i biotekhnologii: Sbornik trudov nauchno-prakticheskoi konferentsii nauchnogo obshchestva studentov i aspirantov biologo-tekhnologicheskogo fakul'teta]*. Novosibirsk; 2022: 246–8. <https://elibrary.ru/tpfzfl> (in Russian)
10. Lykov I.N., Golik T.A., Zhikhov A.A., Ushakova A.N. Characteristics of surface contamination with antibiotic-resistant microorganisms. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2021; (1–2): 72–7. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.1.037> <https://elibrary.ru/oubuvb> (in Russian)

Сведения об авторах

Овечкина Жанна Васильевна, доктор мед. наук, зав. лаб. коммунальной гигиены и эпидемиологии ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: ovechkina555@gmail.com

Леонов Александр Владимирович, канд. биол. наук, зав. лаб. микробиологических исследований и противобактериологической защиты ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: alex_leonov79@mail.ru

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

Alexander V. Leonov, PhD (Biology), Head of Laboratory of Microbiological research and antibacterial protection, All-Russian Scientific Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0009-7401-3350> E-mail: alex_leonov79@mail.ru