



## Оценка эффективности инновационного способа снижения микробной обсемененности воздуха учебных помещений (сообщение 1)

В.В. Шкарин<sup>1,2</sup>, Н.И. Латышевская<sup>1,2</sup>, В.С. Замараев<sup>1,2</sup>, Л.А. Давыденко<sup>1,2</sup>,  
А.В. Беляева<sup>1,2</sup>, А.В. Засядкина<sup>1,2</sup>, В.М. Тарабанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, 400131, Российская Федерация

<sup>2</sup> ООО «Центр молодежного инновационного творчества «Биопечать»», пр. им. В.И. Ленина, д. 58/1, кв. 50, г. Волгоград, 400005, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Санитарно-гигиеническое благополучие воздушной среды закрытых помещений различного предназначения – важнейшее направление профилактики распространения инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя.

**Цель исследования:** оценка эффективности инновационного способа снижения микробной обсемененности воздушной среды учебных помещений с использованием пленочного абсорбера оригинальной конструкции.

**Материалы и методы.** Выполнена оценка микробной обсемененности воздушной среды учебных помещений в холодный (январь-февраль 2021 г.) и теплый (апрель 2021 г.) периоды года. Использовался пленочный абсорбер оригинальной конструкции, в котором активным веществом является водный раствор хлористого лития. Микробную обсемененность воздушной среды определяли в динамике учебного дня при различных режимах его работы. Отбор проб и исследование воздуха проводились сертифицированными методами.

**Результаты.** Исследование микробной обсемененности воздуха учебных комнат показало наличие в большинстве проб 2-4-компонентных ассоциаций микроорганизмов. В холодный период года регистрировались более высокие значения микробной обсемененности в учебных помещениях в сравнении с теплым периодом года. Выявлено уменьшение микробной обсемененности воздуха в конце занятий при работе устройства в течение 30 минут в режиме общеобменной вентиляции на 0–38 %; при работе устройства с действующим веществом – на 80–99 %.

**Заключение.** Способ снижения микробной обсемененности воздуха учебных помещений с использованием пленочного абсорбера оригинальной конструкции показал высокую эффективность.

**Ключевые слова:** качество воздуха, закрытые помещения, очистка воздуха.

**Для цитирования:** Шкарин В.В., Латышевская Н.И., Замараев В.С., Давыденко Л.А., Беляева А.В., Засядкина А.В., Тарабанов В.М. Оценка эффективности инновационного способа снижения микробной обсемененности воздуха учебных помещений (сообщение 1) // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 7. С. 33–39. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-7-33-39>

### Сведения об авторах:

**Шкарин** Владимир Вячеславович – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Института НМФО ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [fuv-ozz@yandex.ru](mailto:fuv-ozz@yandex.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>.

**Латышевская** Наталья Ивановна – д.м.н., профессор, заведующая кафедрой общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; руководитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [latyshnata@mail.ru](mailto:latyshnata@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8367-745X>.

**Замараев** Валерий Семенович – д.м.н., профессор, профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии с курсом клинической микробиологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [vszamarayev@mail.ru](mailto:vszamarayev@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7442-9940>.

**Давыденко** Людмила Александровна – д.м.н., профессор, профессор кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [ladav52@mail.ru](mailto:ladav52@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-0529>.

✉ **Беляева** Алина Васильевна – к.б.н., доцент кафедры общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [bel.alina@list.ru](mailto:bel.alina@list.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2723-8938>.

**Засядкина** Анна Владимировна – ассистент кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии с курсом клинической микробиологии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [anna.z7@mail.ru](mailto:anna.z7@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4202-7207>.

**Тарабанов** Валерий Михайлович – исполнитель в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта и организацией ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»; e-mail: [vmtarabanov@gmail.com](mailto:vmtarabanov@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2470-5908>.

**Информация о вкладе авторов:** разработка дизайна исследования: Шкарин В.В., Латышевская Н.И., Тарабанов В.М.; написание текста рукописи: Латышевская Н.И., Замараев В.С., Беляева А.В., Давыденко Л.А.; обзор публикаций по теме статьи: Латышевская Н.И.; получение данных для анализа: Замараев В.С., Засядкина А.В.; анализ полученных данных: Давыденко Л.А., Тарабанов В.М. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Соблюдение этических стандартов:** Протокол исследования одобрен Комиссией по биомедицинской этике ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, протокол № 1 от 28.01.2021.

**Финансирование:** статья подготовлена при финансовой поддержке гранта в рамках соглашения № 3 от 20.12.2021 между Комитетом экономической политики и развития Волгоградской области, руководителем проекта Н.И. Латышевской и организацией (ООО «ЦМИТ БИОПЕЧАТЬ»).

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 21.03.22 / Принята к публикации: 08.07.22 / Опубликована: 29.07.22

## Evaluation of Efficiency of an Innovative Method for Reducing Microbial Air Contamination in Auditoriums: Part 1

Vladimir V. Shkarin,<sup>1,2</sup> Natalia I. Latyshevskaya,<sup>1,2</sup> Valery S. Zamaraev,<sup>1,2</sup>  
Ludmila A. Davydenko,<sup>1,2</sup> Alina V. Belyaeva,<sup>1,2</sup> Anna V. Zasyadkina,<sup>1,2</sup> Valery M. Tarabanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Volgograd State Medical University, 1 Fallen Fighters Square, Volgograd, 400131, Russian Federation

<sup>2</sup> "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity,  
Apt. 50, 58/1 Lenin Avenue, Volgograd, 400005, Russian Federation

### Summary

**Background:** Sanitary and hygienic well-being of the air environment of closed premises for various purposes is the most important direction in preventing the spread of infections with an aerosol mechanism of pathogen transmission.

**Objective:** To evaluate the effectiveness of an innovative method of reducing microbial indoor air contamination in auditoriums using a film absorber of original design.

**Materials and methods:** We investigated microbial contamination of indoor air in medical university auditoriums in the cold (January-February 2021) and warm (April 2021) seasons of the year. We also tested the efficiency of air purification using a specially designed film absorber with and without an aqueous solution of lithium chloride added as an active substance. The microbial air contamination was monitored during the academic day under various modes of the device operation. Air sampling and testing were carried out using certified methods.

**Results:** Our findings showed the presence of 2 to 4-component associations of microorganisms in most collected indoor air samples. Higher levels of microbial contamination in auditoriums were observed in the cold season of the year. A decrease in microbial air contamination after classes by 0–38 % was detected following 30 minutes of the absorber operation in the general ventilation mode and by 80–99 % after operating it with the active substance added.

**Conclusion:** Test results demonstrate high efficiency of the method of reducing microbial air contamination in auditoriums using the film absorber of original design.

**Keywords:** air quality, enclosed spaces, air purification.

**For citation:** Shkarin VV, Latyshevskaya NI, Zamaraev VS, Davydenko LA, Belyaeva AV, Zasyadkina AV, Tarabanov VM. Evaluation of efficiency of an innovative method for reducing microbial air contamination in auditoriums: Part 1. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(7):33–39. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-7-33-39>

### Author information:

Vladimir V. Shkarin, Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Head of the Department of Public Health and Health Care, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University; executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: fuv-ozz@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>.

Natalia I. Latyshevskaya, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Head of Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; Manager of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: latyshnata@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8367-745X>.

Valery S. Zamaraev, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Professor of the Department of Microbiology, Virology, and Immunology with a Course of Clinical Microbiology, Volgograd State Medical University; executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: vszamarayev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7442-9940>.

Ludmila A. Davydenko, Dr. Sci. (Med.), Prof.; Professor of the Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: ladav52@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6612-0529>.

Alina V. Belyaeva, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Department of General Hygiene and Ecology, Volgograd State Medical University; executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: bel.alina@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2723-8938>.

Anna V. Zasyadkina, Assistant, Department of Microbiology, Virology, Immunology with a Course of Clinical Microbiology, Volgograd State Medical University; executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: anna.z7@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4202-7207>.

Valery M. Tarabanov, executor of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity; e-mail: vmtarabanov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2470-5908>.

**Author contributions:** study conception and design: Shkarin V.V., Latyshevskaya N.I., Tarabanov V.M.; data collection: Zamaraev V.S., Zasyadkina A.V.; data analysis: Davydenko L.A., Tarabanov V.M.; literature review: Latyshevskaya N.I.; draft manuscript preparation: Latyshevskaya N.I., Zamaraev V.S., Belyaeva A.V., Davydenko L.A. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Compliance with ethical standards:** The study protocol was approved by the Biomedical Ethics Committee of the Volgograd State Medical University, Minutes No. 1 of January 28, 2021.

**Funding:** The article was prepared within implementation of the research project under Agreement No. 3 of December 20, 2021 between the Committee for Economic Policy and Development of the Volgograd Region, Project Manager Natalia I. Latyshevskaya and the "Bioprint" Center for Youth Innovative Creativity.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: March 21, 2022 / Accepted: July 8, 2022 / Published: July 29, 2022

**Введение.** Санитарно-гигиеническое благополучие воздушной среды закрытых помещений различного предназначения – важнейшее направление профилактики распространения инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя [1]. Большое количество гигиенических исследований посвящено проблеме циркуляции микроорганизмов в стационарах различного профиля, оценке фактической контаминации воздуха различных помещений медицинских организаций

микроорганизмами, анализу риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [2–8]. В последние годы появился ряд работ, посвященных изучению видового состава микробиоты общественного транспорта [9–13].

В то же время в связи с ухудшающейся эпидемиологической ситуацией в мире особую значимость приобретает обеспечение микробиологической безопасности воздушной среды при пребывании в закрытых помещениях и близких контактах

различных контингентов населения. Особому риску для здоровья подвергаются обучающиеся в различных образовательных организациях (школьники, студенты, дети, занимающиеся в различных секциях и кружках) в связи с длительным пребыванием в закрытых помещениях. С состоянием воздушной среды, характером ее микрофлоры связана заболеваемость обучающихся острыми респираторными инфекциями. Респираторная инфекция способствует формированию у детей и подростков очагов хронического воспаления, развитию аллергических заболеваний, обострению латентных очагов инфекции [14–18]. Улучшение качества воздушной среды в классных комнатах, лекционных аудиториях, лабораториях по гигиеническим и микробиологическим показателям является важнейшей составляющей в системе мероприятий по профилактике респираторно-вирусных заболеваний школьников и студентов. В то же время работы, посвященные микробиологическому мониторингу воздуха учебных помещений с последующей разработкой методов профилактики воздушно-капельных инфекций, единичны [19–21]. Так, в работе Абдулиной Г.А. и соавт. [20] установлено, что микрофлора учебных комнат наиболее агрессивна в количественном и качественном отношении в холодный период года. Например, общее микробное число, количество стафилококков, гемолитических стрептококков (КОЕ/м<sup>3</sup>) в два и более раз выше зимой в сравнении с аналогичным показателем в летний период времени. При этом авторы отметили, что использование ультрафиолетового бактерицидного рециркулятора «АЕРЕХ constant» для улучшения микробиологических показателей учебной комнаты не дало ожидаемой и рекламируемой эффективности. В работе Горбатковой Е.Ю. [21] установлено, что в 16,8 % аудиторий (от всех исследуемых) определено наличие плесневых грибов (от 10 до 50 КОЕ/л). Также в 6,3 % учебных комнат выявлен золотистый стафилококк (от 4 до 8 колониеобразующих единиц), являющийся представителем патогенной микрофлоры и вызывающий гнойно-септические заболевания. Определено высокое содержание бактерий различного вида: *Bacillus altitudinis*, *Bacillus simplex*, *Bacillus cereus*, *Bacillus horneckiae*, являющихся спорообразующими почвенными бактериями.

В связи вышеизложенным понятно, что технологии, позволяющие быстро и эффективно уничтожать микроорганизмы в воздухе, востребованы не только в медицине, но и в других областях жизнедеятельности человека, в том числе в помещениях образовательных организаций. При этом практически все известные методы и подходы улучшения качества воздушной среды закрытых помещений по биологическому фактору направлены на уничтожение микроорганизмов, уже содержащихся в воздухе [22–24]. Например, метод аэрозольной дезинфекции, основанный на преобразовании дезинфицирующего средства в мелкодисперсное состояние с помощью специальной распыляющей аппаратуры и введения аэрозоля в воздушную среду помещения [23].

Распространенным способом очистки приточного воздуха является применение фильтров различных классов очистки (в зависимости от назначения помещения и требований к чистоте воздуха в них). В основе метода фильтрации лежит принцип предотвращения поступления в помещение твердых аэрозольных частиц (в том числе микроорганизмов) путем их задержки на высокоэффективных фильтрах – НЕРА-фильтрах, технология которых направлена не на уничтожение микроорганизмов, а только на ограничение их поступления в помещение. При этом не исключается накопление живых микроорганизмов на фильтрующей части, приводящий впоследствии к их «залповому выбросу» в воздух помещения. Представляется актуальной разработка и внедрение инновационных технологий, позволяющих улучшить качество воздушной среды как за счет ограничения поступления живых микроорганизмов в воздух закрытых помещений, так и их инактивации.

**Цель исследования:** оценка эффективности инновационного способа снижения микробной обсемененности воздушной среды учебных помещений с использованием пленочного абсорбера оригинальной конструкции.

**Материалы и методы.** Реализация поставленной цели предполагала оценку параметров микроклимата и динамики микробной обсемененности воздуха учебных помещений при различных режимах работы устройства (без присутствия людей). Исследование проводилось на базе Волгоградского государственного медицинского университета. Было обследовано 8 аудиторий. Произведено 72 замера (прибор testo-400, термогигрометр ТКА-ТВ) параметров микроклимата (температура, результирующая температура, относительная влажность, скорость движения воздуха) в соответствии с требованиями МУК 4.3.2756–10<sup>1</sup> и СанПиН 1.2.3685–21<sup>2</sup>.

В данной работе (сообщение 1) для обеззараживания воздуха представлен вариант конструкции с активным веществом – хлоридом лития (устройство кондиционирования воздуха – пленочный абсорбер оригинальной конструкции – защищено патентом РФ на полезную модель № 199446). Конструкция устройства позволяет получить развитую поверхность контакта воздуха с раствором хлористого лития (коэффициент эффективности тепло-массообмена составляет 0,9), а также исключить попадание раствора в помещение вследствие отсутствия процесса распыливания жидкости в аппарате. Известно, что хлорид лития согласно данным литературы (справочник Н.В. Лазарева, 1977)<sup>3</sup> может применяться для кондиционирования воздуха, но без уточнения для производственных или жилых помещений. В соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе городских и сельских поселений лития хлорида (в пересчете на литий) составляет 0,02 мг/м<sup>3</sup>. В связи с вышеизложенным во втором сообщении предполагается представить результаты оценки безопасности работы устройства (исходя из токсикологической характеристики вещества), подтверждающих отсутствие

<sup>1</sup> МУК 4.3.2756–10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений».

<sup>2</sup> СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

<sup>3</sup> Вредные вещества в промышленности: Неорганические и элементарноорганические соединения : справ. для химиков, инженеров и врачей: в 3-х т. / под общ. ред. засл. деят. науки, проф. Н.В. Лазарева. Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1977. 608 с.

миграции хлорида лития в воздухе помещения. Разработанный инновационный способ снижения микробной обсемененности воздуха закрытых помещений защищен патентом на изобретение (заявка № 2021117492/04(036899))<sup>4</sup>.

Изучение микробной обсемененности воздушной среды (МОВС) осуществлялось в соответствии с существующими в РФ нормативами, регламентирующими микробиологическую безопасность воздушной среды в лечебных учреждениях: СП 2.1.3678–20<sup>5</sup> и МУК 4.2.2942–11<sup>6</sup>. Исследования проводили в холодный и теплый периоды года в помещениях с учетом показателя удельной площади помещения на одного обучающегося. МОВС определяли до начала учебных занятий, сразу после их окончания и после использования пленочного абсорбера. По мнению Беловой И.В. и соавт., выделение микроорганизмов культуральным методом позволяет судить не только о видовом разнообразии микробиоценоза, но и о количественной представленности каждого вида [13, 24]. Определялись следующие показатели, выраженные в КОЕ/м<sup>3</sup>: общая микробная обсемененность, количество стафилококков, плесневых и дрожжевых грибов, количество гемолитических микроорганизмов.

Пробы воздуха отбирали аспирационным методом с использованием сертифицированного аспиратора ПУ-1Б, используя для посева в каждой серии опытов по три чашки с мясопептонным агаром (МПА), желточно-солевым агаром (ЖСА), средой Сабуро и кровяным агаром. Оптимальные объемы аспирируемого воздуха были подобраны в предварительных опытах. Через двое суток культивирования посевов при 37 °С проводился подсчет колоний. Каждая серия опытов в идентичных условиях проводилась не менее трех раз при трех режимах работы устройства; 0,5, 1,0 и 1,5 часа. Обработка результатов осуществлялась с использованием пакета программ Microsoft Excel. Достоверность результатов рассчитывалась с применением критерия  $\chi^2$  ( $p < 0,05$ ).

**Результаты исследования.** Оценка параметров микроклимата показала, что в холодный период года все показатели соответствовали гигиеническим нормам (табл. 1). В теплый период года температура воздуха колебалась в диапазоне 25,6–27,8 °С, результирующая превышала допустимые величины.

Таблица 1. Параметры микроклимата учебных помещений

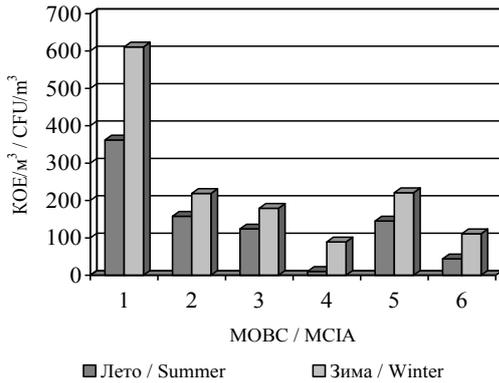
Table 1. Microclimate parameters registered in auditoriums

Показатель / Parameter	Холодный период года / Cold season of the year			Теплый период года / Warm season of the year		
	оптимальная / optimal	допустимая / permissible	фактическая / observed	оптимальная / optimal	допустимая / permissible	фактическая / observed
Температура воздуха / Air temperature, °С	19–21	18–23	20,4–21,6	23–25	18–28	25,6–27,8
Результирующая температура / Resulting temperature, °С	18–20	17–22	21,1–21,8	22–24	19–27	27,9–30,2
Относительная влажность / Relative humidity, %	45–30	60–30	54,7–63,4	60–30	65–30	54,6–63,2
Скорость движения воздуха, м/сек / Air velocity, m/s	0,2	0,3	0,18–0,21	0,15	0,25	0,21–0,25

<sup>4</sup> Латышевская Н.И., Апухтин А.Ф., Замаараев В.С. Способ очистки воздуха от патогенной микрофлоры путем кондиционирования через сменяемые поглощающие фильтры. Патент РФ на изобретение № 2775086. 16.06.2021. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49199938>. Ссылка активна на 02 августа 2022 г.

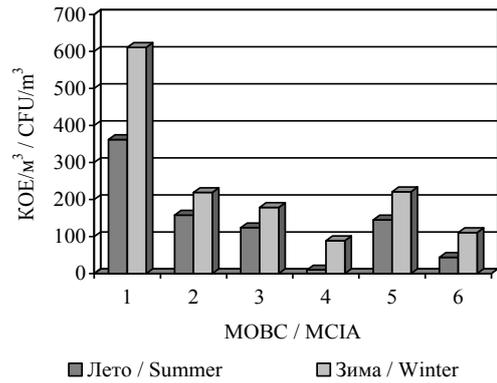
<sup>5</sup> СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».

<sup>6</sup> МУК 4.2.2942–11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях».



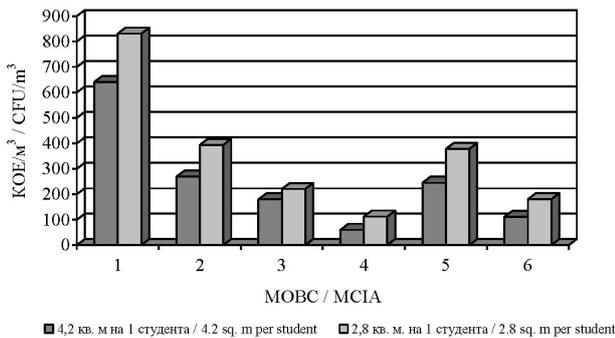
**Рис. 1.** Показатели сезонной изменчивости микробной обсемененности воздушной среды в учебных помещениях до начала занятий (1 – мясоептонный агар; 2 – желточно-солевой агар; 3 – среда Сабуро; 4 – плесневые грибы на среде Сабуро; 5 – кровяной агар; 6 – гемолитические колонии на кровяном агаре)

**Fig. 1.** Indicators of seasonal variability of microbial contamination of indoor air (MCIA) in university auditoriums before classes (1 – beef extract agar; 2 – salt egg yolk agar; 3 – Sabouraud agar; 4 – mold on Sabouraud agar; 5 – blood agar; 6 – hemolytic bacterial colonies on blood agar)



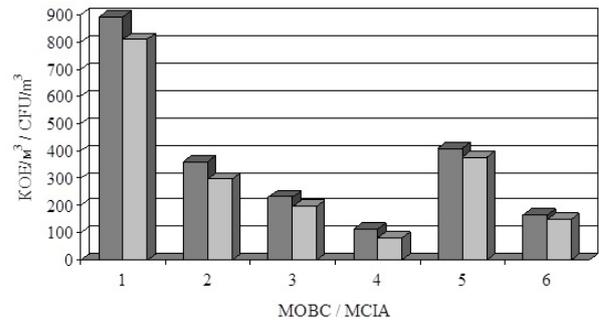
**Рис. 2.** Показатели сезонной изменчивости микробной обсемененности воздушной среды в учебных помещениях после занятий (1 – мясоептонный агар; 2 – желточно-солевой агар; 3 – среда Сабуро; 4 – плесневые грибы на среде Сабуро; 5 – кровяной агар; 6 – гемолитические колонии на кровяном агаре)

**Fig. 2.** Indicators of seasonal variability of microbial contamination of indoor air (MCIA) in university auditoriums after classes (1 – beef extract agar; 2 – salt egg yolk agar; 3 – Sabouraud agar; 4 – mold on Sabouraud agar; 5 – blood agar; 6 – hemolytic bacterial colonies on blood agar)



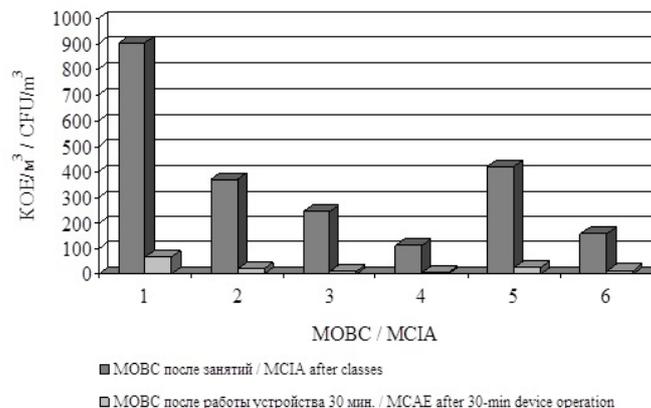
**Рис. 3.** Показатели микробной обсемененности воздушной среды с учетом удельной площади учебного помещения на одного обучающегося (1 – мясоептонный агар; 2 – желточно-солевой агар; 3 – среда Сабуро; 4 – плесневые грибы на среде Сабуро; 5 – кровяной агар; 6 – гемолитические колонии на кровяном агаре)

**Fig. 3.** Indicators of microbial contamination of indoor air (MCIA) depending on the auditorium area per student (1 – beef extract agar; 2 – salt egg yolk agar; 3 – Sabouraud agar; 4 – mold on Sabouraud agar; 5 – blood agar; 6 – hemolytic bacterial colonies on blood agar)



**Рис. 4.** Динамика показателей микробной обсемененности воздуха при работе устройства в режиме вентиляции в течение 30 минут (1 – мясоептонный агар; 2 – желточно-солевой агар; 3 – среда Сабуро; 4 – плесневые грибы на среде Сабуро; 5 – кровяной агар; 6 – гемолитические колонии на кровяном агаре)

**Fig. 4.** Changes in the level of microbial contamination of indoor air (MCIA) after 30-minute operation of the device in the ventilation mode (1 – beef extract agar; 2 – salt egg yolk agar; 3 – Sabouraud agar; 4 – mold on Sabouraud agar; 5 – blood agar; 6 – hemolytic bacterial colonies on blood agar)



**Рис. 5.** Динамика показателей микробной обсемененности воздуха при работе устройства с действующим веществом в течение 30 минут (1 – мясоептонный агар; 2 – желточно-солевой агар; 3 – среда Сабуро; 4 – плесневые грибы на среде Сабуро; 5 – кровяной агар; 6 – гемолитические колонии на кровяном агаре)

**Fig. 5.** Changes in level of microbial contamination of indoor air (MCIA) after 30-minute operation of the device with the active substance added (1 – beef extract agar; 2 – salt egg yolk agar; 3 – Sabouraud agar; 4 – mold on Sabouraud agar; 5 – blood agar; 6 – hemolytic bacterial colonies on blood agar)

Таблица 2. Сравнительный анализ динамики микробной обсемененности воздуха, %

Table 2. Comparative analysis of the dynamics of microbial air contamination, %

№ питательной среды / Growth medium no.	Питательная среда / Growth medium	Режим общеобменной вентиляции / General ventilation mode	Работа устройства с добавлением хлористого лития / Operation of the absorber with lithium chloride added
1	Мясопептонный агар / Beef extract agar	33	93
2	Желточно-солевой агар / Salt egg yolk agar	14	99
3	Сабуро / Sabouraud agar	0	99
4	Плесневые грибы на Сабуро / Mold on Sabouraud agar	68	80
5	Кровяной агар / Blood agar	11	95
6	Гемолитические колонии на кровяном агаре / Hemolytic bacterial colonies on blood agar	0	85

с использованием пленочного абсорбера оригинальной конструкции в режиме работы «0,5 часа».

**Заключение.** Изучена и оценена МОВС учебных комнат; в большинстве проб выявлены 2–4-компонентные ассоциации микроорганизмов. В состав ассоциаций входили бактерии и грибы III и IV группы патогенности. Анализ полученных данных показал, что фактическая контаминация воздуха учебных помещений в холодный период года достоверно отличается от таковой в теплый период года уже в начале учебного дня. Показатели микробной обсемененности воздуха в учебных помещениях после проведения занятий (через 4 часа) достоверно выше; возрастание наиболее значительно в холодный период года. Осуществленная оценка инновационного способа снижения микробной обсемененности воздуха учебных помещений с использованием пленочного абсорбера оригинальной конструкции показала высокую степень его эффективности. Уже через 0,5 часа его работы показатели МОВС снижались более чем в 10 раз, что определяет незначительные эксплуатационные расходы устройства. На разработанный инновационный способ снижения микробной обсемененности воздуха закрытых помещений (заявка № 2021117492/04(036899)) получено решение о выдаче патента на изобретение. В настоящее время ведется продолжение исследования в двух направлениях: 1) изучение безопасности работы устройства, подтверждение отсутствия миграции хлорида лития в воздух помещения; 2) апробация работы устройства и оценка эффективности способа обеззараживания воздуха с другими активными веществами, например хлоридом магния. Результаты будут представлены в сообщении 2.

#### Список литературы

- Noakes CJ, Beggs CB, Sleigh PA, Kerr KG. Modelling the transmission of airborne infections in enclosed spaces. *Epidemiol Infect.* 2006;134(5):1082-1091. doi: 10.1017/S0950268806005875
- Габриэлян Н.И., Горская Е.М., Романова Н.И., Сайтгареев Р.Ш. Внешняя среда хирургической клиники и внутрибольничные инфекции (состояние вопроса) // Медицинский алфавит. 2015. Т. 1. № 6. С. 7–12.
- Зарипова А.З., Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Исаева Г.Ш. Региональные особенности заболеваемости инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи // Практическая медицина. 2016. № 5(97). С. 7–11.
- Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Исаева Г.Ш., Кириллова М.А., Земскова С.С. Анализ риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи // Анализ риска здоровью. 2017. № 2. С. 113–118. doi: 10.21668/health.risk/2017.2.12
- Беляева Е.В., Ермолина Г.Б., Борискина Е.В., Шкуркина И.С., Кропотов В.С. Исследование циркуляции *S. Epidermidis* и *S. Haemolyticus* в детском стационаре // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 4 (337). С. 18–24. doi:10.35627/2219-5238/2021-337-4-18-24
- Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Фатхутдинова Л.М. Актуальные вопросы оценки условий труда медицинских работников по уровню биологического фактора // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 9. С. 551–551. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-551-552
- Шайхразиева Н.Д., Бульчева И.А., Лопушов Д.В., Сабаева Ф.Н. Этиологическая структура и антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов микроорганизмов в отделении анестезиологии и реанимации // Медицинский альманах. 2019. № 1 (58). С. 32–34. doi: 10.21145/2499-9954-2019-1-32-34
- Abdollahi A, Mahmoudzadeh S. Microbial profile of air contamination in hospital wards. *Iran J Pathol.* 2012;7(3):177–182. Accessed July 28, 2022. https://ijp.iranpath.org/article\_8355.html
- Afshinneko E, Meydan C, Chowdhury S, et al. Geospatial resolution of human and bacterial diversity with city-scale metagenomics. *Cell Syst.* 2015;1(1):72–87. doi: 10.1016/j.cels.2015.01.001
- MetaSUB International Consortium. The Metagenomics and Metadesign of the Subways and Urban Biomes (MetaSUB) International Consortium inaugural meeting report. *Microbiome.* 2016;4(1):24. doi: 10.1186/s40168-016-0168-z
- 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. Т. 3. № 3 (12). С. 36–47. doi: 10.17323/usp33201836-47
- Бирюков М.В., Черницына В.В. Оценка микроклимата и бактериальной флоры в летнее время года в общественном транспорте // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины. Мат. 78-й международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. 2020. С. 173
- Белова И.В., Точилина А.Г., Соловьева И.В. и др. Видовой состав микробиоты автобусов внутригородских маршрутов. Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 4 (337). С. 10–17. doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-10-17
- Гервазиева В.Б., Сверановская В.В., Штерншис Ю.А., Семенов Б.Ф. Роль респираторных вирусов в развитии аллергии // Цитокины и воспаление. 2003. Т. 2. № 3. С. 1–8.
- Германенко И.Г. Эпидемиологические особенности аденовирусной инфекции у детей. Современные проблемы инфекционной патологии человека: Сборник научных трудов, Минск, 25–26 октября 2012 года / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии. – Минск: Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии». 2012. С. 21–24.
- Исаева Г.Ш., Зиятдинов В.Б., Габиудуллина С.Н. Гигиенический и микробиологический мониторинг воздушной среды в начальной школе. Здоровоохранение Российской Федерации. 2016. Т. 60. № 2. С. 83–88. doi: 10.18821/0044-197X-2016-60-2-83-88
- Салтыкова Т.С., Жигарловский Б.А., Иваненко А.В., Волкова Н.А., Антонова В.И., Брико Н.И.

- Эпидемиологическая характеристика острых респираторных вирусных инфекций и гриппа на территории Российской Федерации и г. Москвы // Журнал инфектологии. 2019. Т. 11. № 2. С. 124–132. doi: 10.22625/2072-6732-2019-11-2-124-132
18. Le Cann P, Bonvallot N, Glorennec P, Deguen S, Goeury C, Le Bot B. Indoor environment and children's health: recent developments in chemical, biological, physical and social aspects. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;215(1):1-18. doi: 10.1016/j.ijheh.2011.07.008
  19. Badri RM, Alani RR, Hassan SS. Identification and characterization of air bacteria from some school of Baghdad city. *Mesop Environ J*. 2016;2(4):9-13. Accessed July 28, 2022. <https://www.iasj.net/iasj/download/4459b557baf9282e>
  20. Абдулина Г.А., Ахметова С.Б., Джантасова А.Д. и др. Микробиологический мониторинг воздуха учебных помещений – основа профилактики воздушно-капельных инфекций среди учащихся // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География». 2018. Т. 89. № 1. С. 20–27.
  21. Горбаткова Е.Ю. Гигиеническая оценка условий обучения (на примере высших учебных заведений Уфы) // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 4. С. 405–411. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-4-405-411
  22. Наголкин А.В., Загидуллов М.Ф., Донецкая Д.И. Инновационное решение обеспечения биобезопасности воздушной среды с помощью российской технологии обеззараживания воздуха «Поток» // Инновации. 2015. № 12 (206). С. 106–110.
  23. Шестопалов Н.В., Скопин А.Ю., Федерова Л.С., Гололобова Т.В. Совершенствование методических подходов к управлению риском распространения инфекций с аэрозольным механизмом передачи возбудителя // Анализ риска здоровью. 2019. № 1. С. 84–90.
  24. Пунченко О.Е., Косякова К.Г., Васильева Н.В. Исследование микробиоты воздуха в многопрофильном стационаре Санкт-Петербурга // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 5. С. 33–36.
- ### References
1. Noakes CJ, Beggs CB, Sleigh PA, Kerr KG. Modelling the transmission of airborne infections in enclosed spaces. *Epidemiol Infect*. 2006;134(5):1082-91. doi: 10.1017/S0950268806005875
  2. Gabrielyan NI, Gorskaya EM, Romanova NI, Saitgareev RSh. External environment of surgical clinic and nosocomial infections. *Meditsinskiy Alfavit*. 2015;1(6):7-12. (In Russ.)
  3. Zaripova AZ, Badamshina GG, Ziatdinov VB, Isaeva GSh. Regional peculiarities of incidence of infections associated with health care. *Prakticheskaya Meditsina*. 2016;5(97):7-11. (In Russ.)
  4. Badamshina GG, Ziatdinov VB, Isaeva GSh, Kirillova MA, Zemskova SS. Analysis of risk for infections related to providing medical assistance. *Health Risk Analysis*. 2017;2(2):113-118. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2017.2.12
  5. Belyaeva EV, Ermolina GB, Boriskina EV, Shkurkina IS, Kropotov VS. The study of persistence of *S. epidermidis* and *S. haemolyticus* in a children's hospital. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;4(337):18-24. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-18-24
  6. Badamshina GG, Ziatdinov VB, Fatkhutdinova LM. Topical issues of assessment of working conditions of medical workers on the level of biological factor. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(9):551-552. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-551-552
  7. Shaikhrazieva ND, Bulycheva IA, Lopushov DV, Sabaeva FN. Etiological structure and antibiotic resistance of the nosocomial strains of microorganisms in the department of anaesthesiology and resuscitation. *Meditsinskiy Al'manakh*. 2019;1(58):32-34. (In Russ.) doi: 10.21145/2499-9954-2019-1-32-34
  8. Abdollahi A, Mahmoudezadeh S. Microbial profile of air contamination in hospital wards. *Iran J Pathol*. 2012;7(3):177-182. Accessed July 28, 2022. [https://ijp.iranpath.org/article\\_8355.html](https://ijp.iranpath.org/article_8355.html)
  9. Afshinnekoo E, Meydan C, Chowdhury S, et al. Geospatial resolution of human and bacterial diversity with city-scale metagenomics. *Cell Syst*. 2015;1(1):72-87. doi: 10.1016/j.cels.2015.01.001
  10. MetaSUB International Consortium. The Metagenomics and Metadesign of the Subways and Urban Biomes (MetaSUB) International Consortium inaugural meeting report. *Microbiome*. 2016;4(1):24. doi: 10.1186/s40168-016-0168-z
  11. Tikhonov VV, Nikolaeva OV, Pilgun PA. Quantity of airborne microorganisms in public transport of Moscow in winter period. *Gorodskie Issledovaniya i Praktiki*. 2018;3(3):36-47. (In Russ.) doi: 10.17323/usp33201836-47
  12. Biryukov MV, Chernitsyna VV. [Assessment of the microclimate and bacterial flora in the summertime in public transport of Volgograd.] In: *Actual Problems of Experimental and Clinical Medicine: Proceedings of the 78th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Volgograd, October 14-16, 2020*. Volgograd: Volgograd State Medical University Publ.; 2020:173. (In Russ.)
  13. Belova IV, Tochilina AG, Solovyeva IV, et al. Species composition of microbiota in city buses. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;4(337):10-17. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-337-4-10-17
  14. Gervazieva VB, Sveranovskaya VV, Shternshis YuA, Semenov BF. Role of respiratory viruses in the development of allergy. *Tsitokiny i Vospaleniye*. 2003;2(3):1-8. (In Russ.)
  15. Germanenko IG. [Epidemiological features of adenovirus infection in children.] In: *Contemporary Problems of Human Infectious Pathology: Collection of Scientific Papers*. Minsk: Republican Research Center for Epidemiology and Microbiology Publ.; 2012:21-24. (In Russ.)
  16. Isaeva GSh, Ziatdinov VB, Gabidullina SN. The hygienic and microbiological monitoring of air in grade school. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2016;60(2):83-88. (In Russ.) doi: 10.18821/0044-197X-2016-60-2-83-88
  17. Saltykova TS, Zhigarlovsky BA, Ivanenko AV, Volkova NA, Antonova VI, Briko NI. Epidemiological characteristics of acute respiratory viral infection and influenza in Russian Federation and Moscow. *Zhurnal Infektologii*. 2019;11(2):124-132. (In Russ.) doi: 10.22625/2072-6732-2019-11-2-124-132
  18. Le Cann P, Bonvallot N, Glorennec P, Deguen S, Goeury C, Le Bot B. Indoor environment and children's health: recent developments in chemical, biological, physical and social aspects. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;215(1):1-18. doi: 10.1016/j.ijheh.2011.07.008
  19. Badri RM, Alani RR, Hassan SS. Identification and characterization of air bacteria from some school of Baghdad city. *Mesop Environ J*. 2016;2(4):9-13. Accessed July 28, 2022. <https://www.iasj.net/iasj/download/4459b557baf9282e>
  20. Abdulina GA, Akhmetova SB, Jantasova AD, et al. Microbiological monitoring of air in classrooms is the basis for preventing airborne infections among students. *Vestnik Karagandinskogo Universiteta. Seriya: Biologiya. Meditsina. Geografiya*. 2018;89(1):20-27. (In Russ.)
  21. Gorbatkova EJu. Hygienic assessment of learning environment conditions (by the example of higher educational institutions of the city of Ufa). *Gigiya i Sanitariya*. 2020;99(4):405-411. (In Russ.) doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-4-405-411
  22. Nagolkin AV, Zagidullov MF, Donetskaya DI. Innovative solution to ensure biosafety in the air using Russian air decontamination technology "Potok". *Innovatsii*. 2015;12(206):106-110. (In Russ.)
  23. Shestopalov NV, Skopin AYU, Fedorova LS, Gololobova TV. Developing methodical approaches to managing risks of airborne infections with aerosol contagion. *Health Risk Analysis*. 2019;1(1):84-92. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2019.1.09.eng
  24. Punchenko OE, Kosyakova KG, Vasilyeva NV. The investigation of the air microbiota in the multidisciplinary hospital of Saint Petersburg. *Gigiya i Sanitariya*. 2014;93(5):33-36. (In Russ.)

