

Читать
онлайн
Read
online

Горбаткова Е.Ю.¹, Ахмадуллина Х.М.², Ахмадуллин У.З.³, Зулкарнаев Т.Р.³,
Хуснутдинова З.А.¹, Мануйлова Г.Р.¹

Гигиеническая оценка воздушной среды студенческих аудиторий

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы», 450000, Уфа, Россия;

²ЧОУ ВО «Восточная экономико-юридическая гуманитарная академия», 450092, Уфа, Россия;

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 450000, Уфа, Россия

Введение. Качество воздуха в учебных помещениях является важным фактором, определяющим здоровье студентов вузов. Длительное нахождение в закрытых помещениях приводит к накоплению антропоксинов и бактериальному загрязнению воздушной среды учебных аудиторий вузов.

Материалы и методы. Мониторинг содержания диоксида углерода (CO₂) в воздушной среде вузов осуществляли на основе проведённых 486 замеров в учебных помещениях с использованием прибора Testo 435-2. Бактериальное загрязнение воздуха с идентификацией микроорганизмов изучали в 48 аудиториях вузов г. Уфы (182 точки отбора), применяли аспирационный метод с использованием пробоотборника ПУ-1Б.

Результаты. При оценке качества воздушной среды аудиторий вузов в зависимости от содержания диоксида углерода выяснилось, что высокое качество воздуха (400 ppm CO₂ и менее) определено лишь в каждой десятой аудитории (9,8%), тогда как низкое качество (1000 ppm и более) — в каждом третьем учебном помещении (32,1%). Оценка бактериального загрязнения воздуха аудиторий образовательных организаций с идентификацией микроорганизмов выявила наличие патогенной микрофлоры (золотистого стафилококка) в 6,3% аудиторий, плесневых грибов — в 16,8% аудиторий, высокую концентрацию и большое разнообразие бацилл. Наличие в ряде помещений значительного количества *Pseudomonas stutzeri*, *Staphylococcus epidermidis* и *Staphylococcus hominis* может представлять опасность для обучающихся с ослабленной иммунной системой.

Ограничения исследования. Исследование проводили на базе 4 вузов разного профиля г. Уфы (всего 12 вузов и филиалов), что обеспечило репрезентативный объём выборки. Предметом дальнейших исследований станет изучение условий обучения в других вузах г. Уфы, находящихся вблизи промышленных предприятий (нефтеперерабатывающих заводов).

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о необходимости постоянного мониторинга качества воздушной среды образовательных организаций и разработки практических рекомендаций для каждого вуза с учётом полученных факторов риска по каждой аудитории.

Ключевые слова: воздушная среда; студенты; вузы; антропоксины; бактериальное загрязнение

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

Для цитирования: Горбаткова Е.Ю., Ахмадуллина Х.М., Ахмадуллин У.З., Зулкарнаев Т.Р., Хуснутдинова З.А., Мануйлова Г.Р. Гигиеническая оценка состава воздушной среды студенческих аудиторий. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(4): 453-458. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-4-453-458>

Для корреспонденции: Горбаткова Елена Юрьевна, канд. пед. наук, доцент кафедры охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», 450000, Уфа. E-mail: gorbatkovaue@mail.ru

Участие авторов: Горбаткова Е.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Ахмадуллина Х.М. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Ахмадуллин У.З. — сбор и обработка материала, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Зулкарнаев Т.Р., Хуснутдинова З.А. — сбор и обработка материала; Мануйлова Г.Р. — статистическая обработка.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 28.10.2021 / Принята: 12.04.2022 / Опубликовано: 30.04.2022

Elena Yu. Gorbatkova¹, Khamida M. Akhmadullina², Ulfat Z. Ahmadullin³, Talgat R. Zulkarnaev³,
Zolija N. Husnutdinovas¹, Gulshat R. Manuilova¹

Hygienic assessment of the air environment of student classrooms

¹M. Aknulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, 450000, Russian Federation;

²Eastern Economic and Legal Humanitarian Academy, Ufa, 450092, Russian Federation;

³Bashkir State Medical University of the Russian Ministry of Health, Ufa, 450000, Russian Federation

Introduction. The air quality in educational premises is an important factor determining the health of university students. Prolonged exposure to indoor environment leads to the accumulation of anthropotoxins and bacterial air pollution in university classrooms.

Materials and methods. Monitoring of the CO₂ content in the air environment of universities was carried out on the basis of four hundred eighty six measurements in the educational premises using the Testo 435-2 device. Bacterial air pollution in the classrooms of Ufa universities with the identification of microorganisms was studied in forty eight classrooms by the aspiration method using a PU-16 sampler; 182 sampling points were selected.

Results. When assessing the air quality of university classrooms depending on the carbon dioxide content, it turned out that high air quality (400 ppm or less) was determined only in every tenth classroom (9.8%), while low quality (1000 ppm or more) was determined in every third classroom (32.1%).

The assessment of bacterial air pollution in the classrooms of educational institutions with the identification of microorganisms revealed the presence of pathogenic microflora (Staphylococcus aureus) in 6.3% of the classrooms; mold fungi – in 16.8% of the classrooms; a high concentration and a wide variety of bacilli. The presence of a significant number of Pseudomonas stutzeri, Staphylococcus Epidermidis and Staphylococcus hominis in many rooms can be dangerous for students with a weakened immune system.

Limitations. The study was conducted on the basis of four different universities in Ufa, Republic of Bashkortostan (12 universities and branches in total), which provided a representative sample of the volume. The subject of further research will be the study of the conditions of study in other universities in Ufa.

Conclusion. The obtained data indicate the need for continuous monitoring of the air quality of educational institutions and the development of practical recommendations for each university, taking into account the risk factors obtained for each audience.

Keywords: air environment; students; universities; anthropotoxins; bacterial contamination

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

For citation: Gorbatkova E.Yu., Akhmadullina Kh.M., Ahmadullin U.Z., Zulkarnaev T.R., Husnutdinova Z.A., Manuilova G.R. Hygienic assessment of the air environment of student classrooms. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(4): 453-458. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-4-453-458> (In Russian)

For correspondence: Elena Yu. Gorbatkova, MD, PhD, Associate Professor of the Department of Health Protection and Safety of life activity, M. Akmulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, 450000, Russian Federation. E-mail: gorbatkova2@mail.ru

Information about authors:

Gorbatkova E.Yu., <https://orcid.org/0000-0003-1720-3253>

Akhmadullin U.Z., <https://orcid.org/0000-0001-6076-9039>

Husnutdinova Z.A., <https://orcid.org/0000-0002-3463-2028>

Akhmadullina Kh.M., <https://orcid.org/0000-0001-6966-1745>

Zulkarnaev T.R., <https://orcid.org/0000-0003-3438-2089>

Manuilova G.R., <https://orcid.org/0000-0001-7302-5012>

Contribution: Gorbatkova E. Yu. – the concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, writing a text, diting, approval of the manuscript final version, responsibility for the integrity of all parts of the article; Akhmadullina Kh.M. – collection and processing of material, writing a text, approval of the manuscript final version, responsibility for the integrity of all parts of the article; Akhmadullin U.Z. – collection and processing of material, editing, approval of the manuscript final version, responsibility for the integrity of all parts of the article; Zulkarnaev T.R., Khusnutdinova Z.A. – collection and processing of material; Manuilova G.R. – statistical processing.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: October 28, 2021 / Accepted: April 12, 2022 / Published: April 30, 2022

Введение

По данным ВОЗ, ежегодно 4,3 млн человек умирают из-за загрязнения воздуха внутри помещений [1]. Анализ смертности, проведённый с использованием попарного сравнения российских городов, также подтверждает, что смертность от болезней сердечно-сосудистой системы в наибольшей степени зависит от загрязнения атмосферного воздуха [2]. Всё вышесказанное определяет актуальность настоящего исследования.

Не случайно ВОЗ рекомендует государствам-членам создать системы мониторинга качества воздуха и реестры состояния здоровья, чтобы улучшить эпидемиологический надзор за всеми заболеваниями, связанными с загрязнением воздуха, проводить научные исследования в области последствий загрязнения воздуха для здоровья и наращивать потенциал осуществления «Рекомендаций ВОЗ по качеству воздуха в помещениях».

Особую важность данная проблема приобретает в период пандемии коронавирусной инфекции, планетарно изменившей практически все сферы человеческой и профессиональной жизнедеятельности.

В наибольшей степени изменения затронули систему высшего образования: многотысячные коллективы студентов вузов в условиях изоляционно-ограничительного режима перешли на обучение по дистанционной технологии, что, безусловно, дало значительный толчок развитию электронного образования.

Но в то же время именно обучение с использованием удалённого доступа позволило, во-первых, высветить неочевидную роль личности преподавателя в аудитории, живого общения со студентами, во-вторых, показало неизбежность трансформации образовательного контента, в том числе применительно к вопросам сохранения и укрепления здоровья обучающихся. С неоспоримой очевидностью в очередной раз была доказана первоопределяющая роль гигиены в предупреждении инфекционных заболеваний.

Гигиеническая оценка микроклимата студенческих аудиторий является одной из основ прогнозирования состояния здоровья и работоспособности обучающихся. Поскольку большое число студентов находятся в учебных помещениях вузов длительное время, это приводит к на-

коплению антропоксинов и микроорганизмов различных видов (в том числе патогенных). Диоксид углерода (CO₂) относится к 4-му классу опасности и считается относительно безвредным, однако показатели содержания CO₂ в воздухе помещений являются индикаторами содержания других загрязняющих веществ¹.

Кроме того, при скоплении людей возрастает бактериальная обсеменённость воздуха, содержание антропоксинов (сероводород, аммиак, индол и др.) [3, 4]. Изменению свойств воздуха соответствует содержание углекислоты, превышающее 0,1% (1‰), что считается предельно допустимой концентрацией (ПДК) для воздуха закрытых помещений. Содержание CO₂ в воздухе помещений является косвенным показателем чистоты воздуха.

Цель исследования – гигиеническая оценка антропоксинов и бактериального состава воздушной среды учебных аудиторий образовательных организаций и разработка практических рекомендаций, направленных на сохранение здоровья студенческой молодёжи, на примере вузов г. Уфы.

Объект исследования: состояние воздушной среды учебных аудиторий вузов.

Предмет исследования: гигиеническая оценка антропоксинов и бактериального состава воздушной среды учебных аудиторий на примере вузов г. Уфы.

Задачи исследования:

1. Провести мониторинг содержания CO₂ как индикатора содержания других вредных загрязняющих веществ и интенсивности вентиляции в воздушной среде учебных аудиторий вузов.

2. Оценить бактериальное загрязнение воздуха помещений вузов с идентификацией микроорганизмов.

3. На основании полученных результатов разработать практические рекомендации, направленные на улучшение качества воздушной среды учебных аудиторий и сохранение здоровья студентов вузов.

¹ ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изменениями № 1, 2). М., 1977. 9 с.

Материалы и методы

В настоящее время в г. Уфе обучение студентов ведут 12 вузов и филиалов. Исследование проводили на базе четырёх вузов разного профиля г. Уфы: ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Финансовый университет), ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы» (БГПУ), ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (БГАУ), ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), что обеспечило репрезентативный объём выборки при известной численности генеральной совокупности. При выборе учебных аудиторий соблюдали принцип равенства по количеству, площади и функциональному назначению. Вузы располагаются в сельтебной зоне, вдали от промышленных предприятий и крупных магистралей.

Компьютерную статистическую обработку проводили с использованием программы Microsoft Office Excel (2007) и универсального статистического пакета Statistica 6.0. Близость к нормальному закону распределения количественных признаков определяли с использованием критерия согласия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса. Средние значения двух выборок сравнивали с помощью *t*-критерия Стьюдента. Различия между сравниваемыми показателями считали достоверными при $p < 0,05$.

Мониторинг содержания CO_2 в воздушной среде учебных аудиторий вузов осуществляли на основе произведённых 486 замеров. Оценку производили с использованием прибора Testo 435-2 (рег. № 49158-12, заводской № 60811094, с зондами 0635 1535 № 10331090). Измерения проводили в центре аудитории, на высоте 1,5 м от пола, до начала учебных занятий и в конце учебного дня [5]. Качество воздуха оценивали в соответствии с ГОСТ 30494-2011². Измерения проводили в холодный период года (ноябрь, декабрь). Некоторые учебные помещения (лаборатории) оборудованы системой вытяжной вентиляции, однако на момент проведения экспериментальной части работы они не использовались; вентиляция осуществлялась посредством естественного проветривания.

Бактериальное загрязнение воздуха с идентификацией микроорганизмов изучали в 48 аудиториях четырёх вузов г. Уфы, были выбраны 182 точки отбора (91 точка для идентификации различных видов микроорганизмов и 91 точка – для определения стафилококка). Учитывали площадь аудиторий, точки отбора проб устанавливали из расчёта одна проба воздуха на каждые 20 м² площади (по типу конверта: четыре точки по углам комнаты и одна в центре). Заборы производили в конце учебных занятий на высоте 1,6 м [6].

Всего получено 228 результатов идентификации микроорганизмов, обнаруженных в воздушной среде образовательных организаций, оценивали также общее микробное число.

Для забора проб воздуха в аудитории применяли аспирационный метод с использованием пробоотборника ПУ-16. Для определения общего числа микроорганизмов и их идентификации объём пропущенного воздуха составлял 100 дм³, для определения золотистого стафилококка – 250 дм³ [5].

Для посева микроорганизмов использовали желточносолоевой агар (для выявления стафилококков) и питательный агар типа МПА (мясопептонный агар) (для остальных микроорганизмов). Посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 48 ч.

Исследование бактериального загрязнения воздуха аудиторий с идентификацией микроорганизмов (но без учёта результатов определения показателей CO_2) проводили на

аппарате VITEK® MS Prep station AQ01 (на базе клиники БГМУ г. Уфы). Перерасчёт количества выросших колоний проводили на 1 м³ воздуха³.

Результаты

При изучении содержания CO_2 в воздушной среде учебных аудиторий анализ проводили в соответствии с нормативами, подразделяющими качество воздуха на 4 класса.

Концентрация углекислого газа измеряется в ppm (количество частиц CO_2 на миллион частиц воздуха):

- высокое качество воздуха (< 400 ppm);
- среднее качество воздуха (400–600 ppm);
- допустимое (приемлемое) качество воздуха (600–1000 ppm);
- низкое качество воздуха (> 1000 ppm).

Как видно из рис. 1, качество воздуха в 38,3% аудиторий было допустимым (приемлемым) (600–1000 ppm), в 32,1% аудиторий – низким (> 1000 ppm), в 19,8% – средним (400–600 ppm) и в 9,8% аудиторий – высоким (400 ppm и менее).

Таким образом, практически каждая третья студенческая аудитория находится в зоне риска из-за низкого качества воздуха ($p < 0,05$). При этом средний показатель содержания диоксида углерода в окружающем атмосферном воздухе составил $372 \pm 12,6$ ppm.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что наиболее благоприятные условия по качеству воздуха (в зависимости от содержания CO_2) были в аудиториях БГАУ, среднее качество воздуха установлено в аудиториях УГАТУ (24,5%) и БГПУ (19,8%). В зоне допустимого качества воздуха в зависимости от содержания CO_2 находится большинство аудиторий Финансового университета (45,7%) и УГАТУ (42,8%). От 24,5 до 36,3% аудиторий обследованных вузов находится в зоне низкого качества воздуха (в зависимости от содержания CO_2), $p < 0,05$.

При более детальном рассмотрении категории помещений с очень низким качеством воздуха, где содержание CO_2 составляло более 2000 ppm, выяснилось, что таких аудиторий 5,4%, то есть почти каждое двадцатое учебное помещение ($p < 0,05$). Больше всего таких аудиторий в БГАУ (9,6%) и Финансовом университете (9,1%).

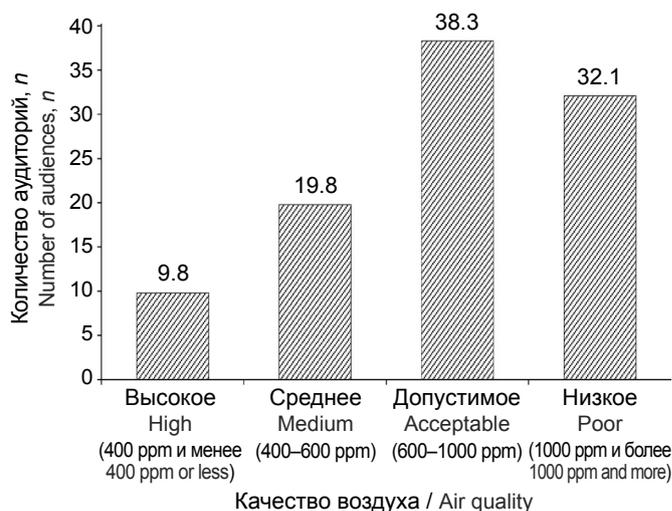


Рис. 1. Распределение аудиторий вузов в зависимости от качества воздуха (содержания CO_2), %.

Fig. 1. Distribution of university audiences depending on air quality (CO_2 content), in %.

² ГОСТ 30494-2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М., 2011. 27 с.

³ МУК 4.1.2942-11 Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях: методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 12 с.

Таблица 1 / Table 1

Распределение аудиторий вузов (в %) по качеству воздуха (в зависимости от содержания CO₂)
Distribution of university audiences (in%) by air quality depending on the CO₂ content

Вузы Universities	Качество воздуха (в зависимости от содержания CO ₂) / Air quality versus CO ₂ content				
	высокое (менее 400 ppm) high (less than 400 ppm)	среднее average (400–600 ppm)	допустимое permissible (600–1000 ppm)	низкое (1000 ppm и более) poor (1000 ppm and more)	отдельно выделенная категория: очень низкое (2000 ppm и более) separately highlighted category: very poor (2000 ppm and more)
УГАТУ State Aviation Technical University	8.2	24.5	42.8	24.5	2.0
БГПУ Bashkir State Pedagogical University	7.2	19.8	38.1	34.9	5.2
БГАУ Bashkir State Agrarian University	21.4	16.7	28.6	33.3	9.6
Финансовый университет Financial University	4.6	13.4	45.7	36.3	9.1
Все вузы / All universities	9.8	19.8	38.3	32.1	5.4

Изучено распределение аудиторий вузов в зависимости от качества воздуха по содержанию CO₂ до и после занятий (рис. 2).

Установлено низкое качество воздуха до начала учебных занятий в каждой четвёртой аудитории (24,7%), что свидетельствует о неудовлетворительном режиме вентиляции перед занятиями и между парами ($p < 0,05$). При длительном пребывании в помещении с повышенной концентрацией диоксида углерода возможен риск возникновения у учащихся изменений со стороны дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем.

За время проведения учебных занятий качество воздуха в аудиториях значительно ухудшается: доля аудиторий с высоким и средним качеством воздуха существенно уменьшается, и соответственно происходит резкое увеличение числа случаев высокой концентрации CO₂ в воздухе ($p < 0,05$). Это вызывает серьёзную обеспокоенность.

Изучено распределение аудиторий вузов в зависимости от приточной общеобменной бесканальной вентиляции с естественным побуждением: поступление воздуха через открывающиеся створки окон, фрамуги, форточки и открытые двери [7].

Во время учебных занятий 55,6% аудиторий находились в режиме «окна закрыты, дверь закрыта» (средний показатель содержания диоксида углерода в этих аудиториях составил $1255,9 \pm 18,3$ ppm); 17,8% аудиторий находились в режиме «окно открыто на откидной системе» (средний показатель – $746,8 \pm 11,5$ ppm); 14,3% – «окно открыто в режиме микропрветривания» (средний показатель – $1058 \pm 21,2$ ppm); 12,3% аудиторий находились в режиме «окна закрыты, дверь открыта» (средний показатель – $791,3 \pm 14,1$ ppm), $p < 0,05$ (рис. 3).

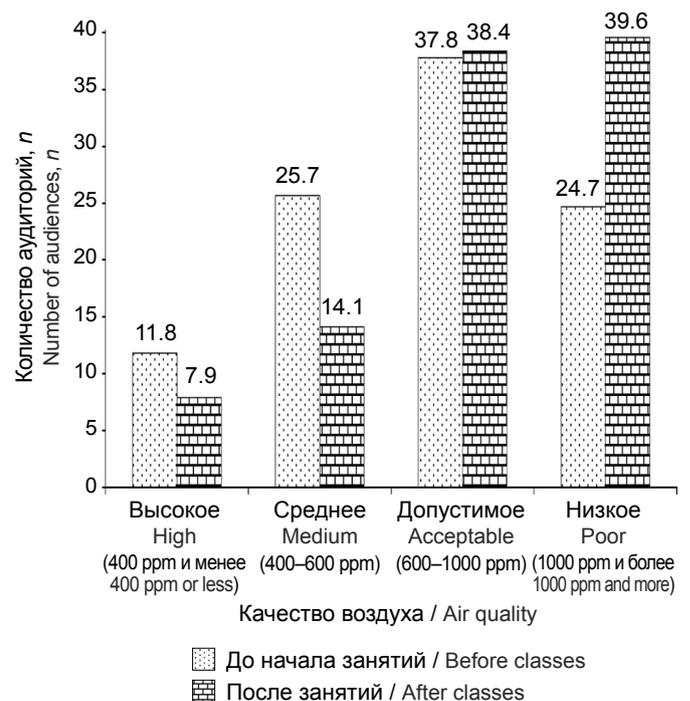


Рис. 2. Распределение аудиторий в зависимости от качества воздуха (содержания CO₂) до и после занятий (в %).

Fig. 2. Distribution of classrooms depending on air quality (CO₂ content) before and after classes, in %.

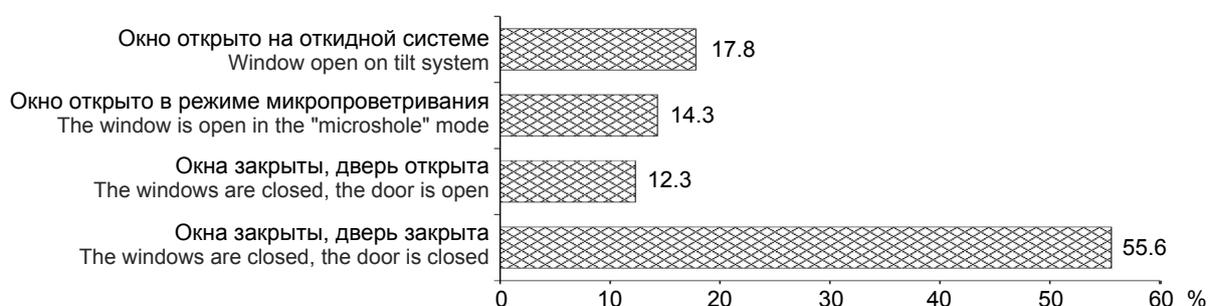


Рис. 3. Распределение аудиторий вузов в зависимости от вариантов использования естественной вентиляции (в %).

Fig. 3. Distribution of university audiences by using natural ventilation, in %.

Таблица 2 / Table 2

Содержание микроорганизмов в воздушной среде аудиторий вузов

The content of microorganisms in the air of university classrooms

Микроорганизм Microorganism name	Диапазон содержания микроорганизмов в воздухе аудиторий, КОЕ/л Range of microorganisms content in the air of audiences	Количество аудиторий, в воздухе которых выявлены микроорганизмы, % Number of audiences with microorganisms detected in the air, %
<i>Staphylococcus aureus</i>	6–8	6.3
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12–208	39.9
<i>Staphylococcus hominis</i>	24–88	28.3
<i>Staphylococcus warneri</i>	до 4	4.2
Плесневые грибы	10–50	16.8
<i>Micrococcus luteus</i>	20–240	83.3
<i>Bacillus cereus</i>	10–140	23.1
<i>Bacillus simplex</i>	10–50	16.8
<i>Bacillus horneckiae</i>	7–10	11.0
<i>Bacillus altitudinis</i>	8–10	6.3
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	до 10	2.1

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о необходимости мониторинга качества воздуха по содержанию CO₂, проведения регулярного проветривания помещений перед началом занятий и во время перемен, организации эффективной естественной и искусственной вентиляции учебных помещений обследованных вузов г. Уфы.

Микробиологическое исследование воздушной среды (табл. 2) выявило, что в 83,3% аудиторий наиболее часто встречались *Micrococcus luteus*. Считается, что его роль в возникновении болезней человека минимальна.

Staphylococcus epidermidis и *Staphylococcus hominis*, также являющиеся непатогенными микроорганизмами, обнаружены в 39,9 и 28,3% аудиторий соответственно ($p < 0,05$). Однако у людей с ослабленной иммунной системой данные микроорганизмы могут вызывать инфекционные заболевания [6].

Определено высокое содержание в воздухе различного вида бактерий: *Bacillus cereus* (23,1%), *Bacillus simplex* (16,8%), *Bacillus horneckiae* (11%) и *Bacillus altitudinis* (6,3%), которые в большинстве своём являются спорообразующими почвенными бактериями. Эти результаты свидетельствуют о наличии в аудитории земли, попавшей с грязной обувью в помещение и затем превращающейся в пылевые частицы, обнаруживаемые в воздухе. Следует отметить, что содержание в некоторых аудиториях *Bacillus cereus* достигало 240 колониеобразующих единиц. Данные микроорганизмы могут являться причиной пищевых отравлений (токсикоинфекций), индуцированных энтеротоксинами возбудителей (заболевания протекают со рвотой и диарейным синдромом) [8].

В 16,8% аудиторий обнаружены плесневые грибы (от 10 до 50 колониеобразующих единиц), $p < 0,05$.

Staphylococcus warneri определён в 4,2% учебных помещений, он является представителем нормальной микрофлоры кожи и слизистых оболочек некоторых органов человека, однако возможно развитие конъюнктивитов, инфекций урогенитального тракта, септицемий, ассоциированных с данным возбудителем.

В 6,3% аудиторий обнаружен золотистый стафилококк (от 4 до 8 колониеобразующих единиц), являющийся возбудителем многих заболеваний, имеющих как локализованный, так и генерализованный характер ($p < 0,05$). Именно инфекции стафилококковой этиологии отводится ведущая

роль в возникновении большинства гнойно-септических заболеваний [9]. Золотистый стафилококк не должен присутствовать в воздушной среде аудиторий.

В 2,1% аудиторий обнаружен *Pseudomonas stutzeri*, являющийся оппортунистическим (хотя и редким) патогеном человека [10].

Обсуждение

Исследование проводили на базе четырёх вузов разного профиля г. Уфы, находящихся в селитебной зоне, вдали от промышленных предприятий и крупных магистралей. Предметом дальнейших исследований станет изучение условий обучения в вузах г. Уфы, расположенных вблизи промышленных предприятий (нефтеперерабатывающих заводов).

Наши данные согласуются с результатами аналогичных исследований, проведённых в г. Казани: в воздухе учебных помещений образовательных организаций наблюдалось (без проветривания) достоверное увеличение общего микробного числа практически в 2 раза сразу после первого занятия [11]. Учёные из Португалии обнаружили наличие в помещениях образовательных организаций высоких концентраций грибов с преобладанием родов *Penicilium* и *Cladosporium* [12]. Исследователями из Финляндии установлено, что проведение фунгицидной обработки в образовательных организациях уменьшает риск развития астмы и острых респираторных заболеваний [13]. По результатам исследований, проведённых в Дании, сделан вывод, что средние значения содержания диоксида углерода в воздухе помещений (спален) студенческого городка составили 2 585 ppm при закрытых окнах [14]. По данным учёных Узбекистана, содержание CO₂ в воздухе образовательных учреждениях находилось в пределах от 0,21 до 0,39 мг/л [15], что несколько выше по сравнению с результатами наших исследований.

Заключение

При оценке качества воздушной среды аудиторий вузов в зависимости от содержания диоксида углерода выяснилось, что высокое качество воздуха (400 ppm и менее) определено лишь в каждой десятой аудитории (9,8% от всех замеров), тогда как низкое качество (1000 ppm и более) – в каждом третьем учебном помещении (32,1%). Мониторинг содержания CO₂ в учебных помещениях показал, что уже до начала занятий в каждой четвёртой аудитории (24,7%) отмечалось низкое качество воздуха, а к концу занятий количество аудиторий с низким качеством воздуха увеличилось на 65%. При этом во время занятий были полностью закрыты окна и двери более чем в половине аудиторий (55,6% всех учебных помещений). Средний показатель содержания диоксида углерода в воздухе этих аудиторий составил 1255,9 ± 18,3 ppm (максимальный уровень достигал 3033 ppm). Полученные результаты свидетельствуют о необходимости регулярного проветривания помещений и проведения систематического контроля качества воздушной среды образовательных организаций.

При оценке бактериального загрязнения воздуха аудиторий с идентификацией микроорганизмов в ряде случаев установлено присутствие патогенной микрофлоры (золотистого стафилококка в 6,3% аудиторий), плесневых грибов (в 16,8% аудиторий). Высокая концентрация и большое разнообразие бактерий (преимущественно почвенных микроорганизмов *Pseudomonas stutzeri*, *Staphylococcus epidermidis* и *Staphylococcus hominis*) в ряде помещений свидетельствуют о загрязнённости некоторых аудиторий. Поскольку в Российской Федерации в настоящее время нормативы бактериальной обсеменённости действуют только применительно к учреждениям лечебно-профилактической направленности, санитарно-гигиеническая оценка воздушной среды образовательных организаций и проведение соответствующих профилактических мероприятий вызывают затруднения.

Результаты гигиенической оценки антропоксинов и бактериального состава воздушной среды студенческих аудиторий (на примере вузов г. Уфы) представляют собой часть комплексного медико-гигиенического исследования по научному обоснованию системы здоровьесберегающих мероприятий для студентов вузов.

Разработанные практические рекомендации носят конкретный характер для каждого вуза с учётом полученных данных по каждой аудитории (определены режимы проветривания в зависимости от размеров аудиторий и времени года, выявлены аудитории с наи-

более высокими показателями загрязнения воздушной среды, требующие ревизии организованной вентиляции и пр.).

Разработан и рекомендован в качестве электива курс «Формирование здоровья обучающихся», направленный на изучение здоровьесберегающих условий обучения, мотивацию студентов к здоровому образу жизни. Большое внимание в этом курсе уделено качеству воздушной среды помещений. Очевидно, что в постковидном мире медико-гигиенические требования к микроклимату студенческих помещений вузов значительно возрастают.

Литература

(п.п. 8, 10, 12–14 см. References)

- ВОЗ. Загрязнение воздуха внутри жилых помещений и его влияние на здоровье; 2018. Доступно: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- Салтыкова М.М., Балакаева А.В., Федичкина Т.П., Бобровницкий И.П. Основные причины смертности, обусловленной загрязнением воздуха. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(4): 337–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-4-337-343>
- Маклакова О.А., Зайцева Н.В., Эйфельд Д.А. Особенности формирования сочетанной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(11): 1246–51. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1246-1251>
- Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Бадаева Е.А., Смирнов В.В., Зарицкая Е.В. К вопросу о гигиенических требованиях к качеству воздуха закрытых помещений на объектах жилищного строительства на стадии ввода в эксплуатацию. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 608–12. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-6-608-612>
- ВОЗ. Методы мониторинга качества воздуха в школьных помещениях. Бонн; 2011.
- Поздеев О.К. *Медицинская микробиология: учебное пособие*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
- ТО 06-17640. Пособие по проектированию принципиальных схем систем вентиляции и противодымной вентиляции в жилых, общественных зданиях и стоянках автомобилей: примеры схем и решений. Огнестойкие воздуховоды. Противопожарные клапаны и дымовые клапаны. М.: Моспроект; 2009.
- Семенова О.П. *Изучение комплексного влияния лазерного излучения и искусственных магнитных полей на золотистый стафилококк*. Саратов; 2004.
- Исаева Г.Ш., Зиятдинов В.Б., Габидуллина С.Н. Гигиенический и микробиологический мониторинг воздушной среды в начальной школе. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2016; 60(2): 83–8. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2016-60-2-83-88>
- Камилова Т.Р., Мавлянова З.Ф., Абдусаматова Б.Э. Сравнительная санитарно-гигиеническая оценка условий обучения в разных типах образовательных учреждений. *Экология и гигиена*. 2016; (2): 71–5.

References

- WHO. Indoor air pollution and its impact on health; 2018. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> (in Russian)
- Saltykova M.M., Balakaeva A.V., Fedichkina T.P., Bobrovnikskiy I.P. Leading air pollution related reasons of death. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(4): 337–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-4-337-343> (in Russian)
- Maklakova O.A., Zaytseva N.V., Eysfel'd D.A. Features of the formation of combined pathology in children under conditions of atmospheric air pollution. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(11): 1246–51. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1246-1251> (in Russian)
- Kriyit V.E., Sladkova Yu.N., Badaeva E.A., Smirnov V.V., Zaritskaya E.V. On the issue of hygienic requirements for air quality of enclosed spaces at housing construction projects at the stage of commissioning. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 608–12. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-6-608-612> (in Russian)
- WHO. Methods for monitoring air quality in school premises. Bonn; 2011.
- Pozdeev O.K. *Medical Microbiology: Textbook [Meditsinskaya mikrobiologiya: uchebnoe posobie]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. (in Russian)
- ТО 06-17640. Manual on the design of schematic diagrams of ventilation systems and smoke ventilation in residential, public buildings and parking lots: examples of schemes and solutions. Fire-resistant air ducts. Fire dampers and smoke flaps. Moscow: Mosproekt; 2009. (in Russian)
- Gahan M.E., Thomas R., Rossi R. Sample records for bacillus species studied. *Science. Gov*. 2015; 12(1): 25–37.
- Seменова О.П. *The Study of Complex Influence of Laser Radiation and Artificial Magnetic Fields on Staphylococcus aureus Thesis [Изучение комплексного влияния лазерного излучения и искусственных магнитных полей на золотистый стафилококк]*. Saratov; 2004. (in Russian)
- Lalucat J., Bannasar A., Bosch R. Pseudomonas stutzeri. *Microbiol. Mol. Biol. Rev*. 2006; 70(2): 510–47.
- Isaeva G.Sh., Ziatdinov V.B., Gabidullina S.N. The hygienic and microbiological monitoring of air in grade school. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2016; 60(2): 83–8. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2016-60-2-83-88> (in Russian)
- Madureira J., Pereira C., Paciência I., Teixeira J.P., de Oliveira Fernandes E. Identification and levels of airborne fungi in Portuguese primary schools. *J. Toxicol. Environ. Health A*. 2014; 77(14-16): 816–26. <https://doi.org/10.1080/15287394.2014.909302>
- Sauni R., Uitti J., Jauhiainen M., Kreiss K., Sigsgaard T., Verbeek J.H. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma (Review). *Evid. Based Child. Health*. 2013; 8(3): 944–1000. <https://doi.org/10.1002/ebch.1914>
- Strom-Tejsen P., Zukowska D., Wargocki P., Wyon D.P. The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance. *Indoor Air*. 2016; 26(5): 679–86.
- Kamilova T.R., Mavlyanova Z.F., Abdusamatova B.E. Comparative sanitary and hygienic assessment of the environment of schooling in different types of educational institutions. *Ekologiya i gigiena*. 2016; (2): 71–5. (in Russian)