

УДК 37.01, 614.4

Формирование санитарно-безопасной образовательной среды

Тутманова Рената Радмировна tutmanovarr@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена изучению комплексного анализа реализации противоэпидемических мер в учебных учреждениях. Исследование охватывает эпидемиологические аспекты распространения COVID-19, нормативно-правовую базу, регламентирующую организацию профилактических мероприятий, а также разработку и внедрение технических средств обеспечения безопасности. Проведен анализ воздействия УФ-излучения на микроорганизмы, результатом которого стала разработка бактерицидного рециркулятора, оснащенного современными техническими средствами контроля и управления. Выявлено, что при регулярном обеззараживании воздуха формируется санитарно-безопасная образовательная среда, которая благоприятно влияет на преподавателей и студентов.

Ключевые слова: образовательная среда, санитарно-безопасная среда, бактерицидное воздействие, УФ-излучение, рециркулятор, бактерицидный рециркулятор

Implementation of anti-epidemic measures in educational institutions

Tutmanova Renata Radmirovna tutmanovarr@student.bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. This article is devoted to the study of a comprehensive analysis of the implementation of anti-epidemic measures in educational institutions. The study covers the epidemiological aspects of the spread of COVID-19, the regulatory framework governing the organization of preventive measures, as well as the development and implementation of technical security measures. The analysis of the effects of UV radiation on microorganisms was carried out, which resulted in the development of a bactericidal recirculator equipped with modern technical means of control and management. It has been found that regular air disinfection creates a sanitary and safe educational environment, which has a beneficial effect on teachers and students.

Keywords: educational environment, sanitary and safe environment, bactericidal effect, UV radiation, recirculator, bactericidal recirculator

Введение. Пандемия COVID-19 наглядно продемонстрировала важность применения эффективных мер по предотвращению распространения вируса, особенно в условиях замкнутых пространств, где соблюдение социальной дистанции затруднено. Современные технологии и инновационные решения играют ключевую роль в обеспечении безопасной среды для людей, так как они способствуют минимизации контактов и повышению уровня дезинфекции.

Целью исследования является совершенствование системы противоэпидемической защиты в учебных учреждениях путем комплексного анализа реализации профилактических мер, разработки технических решений в области обеззараживания воздуха.

Значимость данной работы заключается в том, что инфекции аэрозольного механизма передачи занимают лидирующие позиции по количеству случаев инфекционной заболеваемости во всем мире [1]. Пандемическое распространение SARS-CoV-2, вызывающего заболевание COVID-19, стало одной из самых глобальных проблем XXI века [2].

Материалы и методы. Эпидемиологические тенденции и показатели COVID-19. В мире всего зарегистрировано 787 317 909 случаев заболевания (102 914 на 1 млн населения). Летальных исходов во всем мире зарегистрировано 7 089 685 (926,8 на 1 млн населения), данные актуальны на 30.04.2025 [3].

Нормативное обеспечение борьбы с эпидемиями в РФ. В Российской Федерации борьба с эпидемиями и иными чрезвычайными ситуациями санитарно-эпидемиологического характера регулируется рядом нормативных документов.

Бактерицидное действие УФ-излучения на микроорганизмы. Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения на микроорганизмы происходит в спектральном диапазоне 205–315 нм [4].

Компоненты рециркулятора. Необходимо обеспечить обеззараживание воздушной среды помещения УФ-установкой закрытого типа. Установки данного типа применяются при скоплении людей, в случае необходимости усиления санитарно-эпидемиологического режима в помещениях по санитарно-гигиеническим или эпидемиологическим показаниям.

В качестве источника УФ-излучения рассмотрим бактерицидную лампу TUV-15W Philips. Для дополнительной очистки воздуха необходимо использовать фильтр, чтобы избежать оседания пылевых частиц внутри корпуса рециркулятора. Установим датчик измерения эмиссии УФ-излучения. Этот компонент позволяет контролировать фактическую интенсивность ультрафиолетового излучения внутри камеры рециркулятора. Датчик наработки часов УФ-лампы позволяет отслеживать общее время работы лампы. Установим в рециркулятор Wi-Fi или Bluetooth-модуль, что позволит интегрировать рециркулятор с мобильными устройствами.

Дерево отказов бактерицидного рециркулятора. Для обеспечения стабильной и эффективной работы бактерицидного рециркулятора важна оценка его надежности на этапе его проектирования. Одним из наиболее информативных методов является анализ дерева отказов, позволяющий системно выявить потенциальные причины отказов системы и их влияние на общее функционирование устройства.

Результаты. Общее количество зафиксированных случаев заболеванием COVID-19 в период с 30.03.2025 по 27.04.2025 по данным ВОЗ составило 25 436. На рис. 1 показана карта с подтвержденными случаями COVID-19, зарегистрированных в ВОЗ [5].

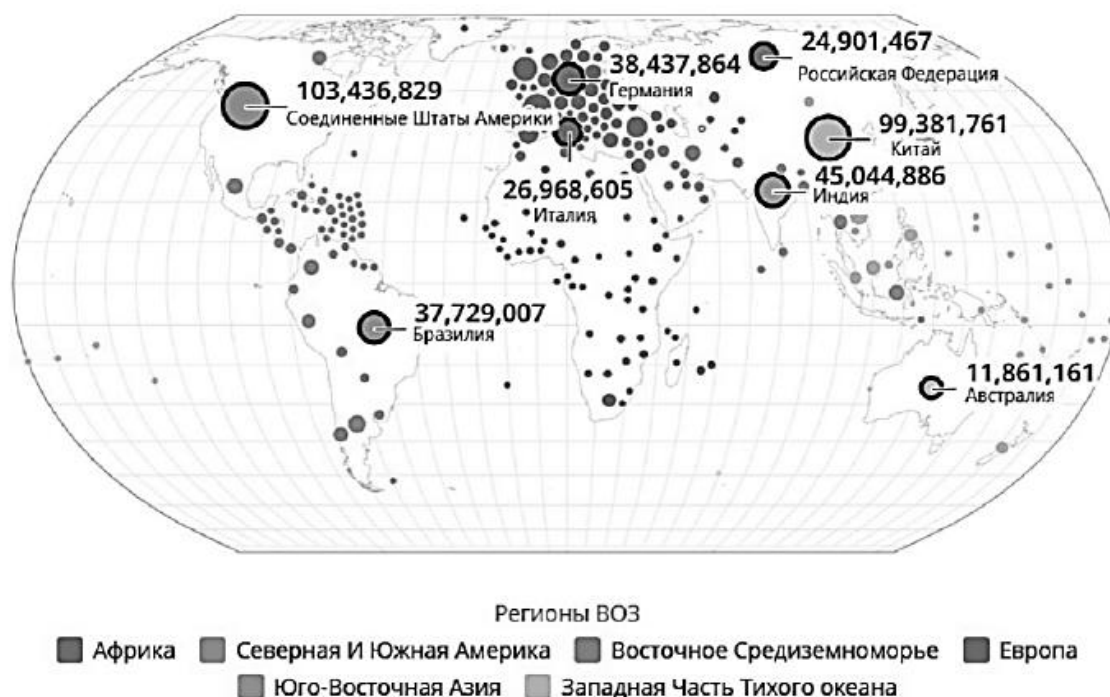


Рис. 1. Карта распространения COVID-19 за период с 30.03.2025 по 27.04.2025, зарегистрированных ВОЗ

Федеральный закон № 52-ФЗ обеспечивает правовую основу для эффективного выявления и реагирования на вспышки инфекционных заболеваний, координации действий различных ведомств и служб, а также минимизации последствий эпидемий для населения. Федеральный закон № 157-ФЗ устанавливает комплексный подход к иммунопрофилактике, объединяя законодательные, организационные и финансовые меры, что способствует предотвращению эпидемий и защите здоровья населения.

Степень воздействия на микроорганизмы определяется функцией относительной спектральной бактерицидной эффективности. Ее максимум приходится на длину волны 265 нм, соответствующей максимальной чувствительности микроорганизмов.

На рис. 2 представлен бактерицидный рециркулятор, который сделан из полифенилсульфон. Данный материал подходит для использования в конструкции благодаря своим свойствам: отличной устойчивостью к воздействию УФ-излучения, хорошей химической стойкости к дезинфицирующим средствам, а также долговечности при длительной эксплуатации.

Во входной группе учебного заведения планируется установка бактерицидного рециркулятора. Внутри помещения, непосредственно над входной дверью, смонтирован настенный бактерицидный рециркулятор с габаритными размерами: длина — 1100 мм, высота и ширина — по 200 мм. Настенный рециркулятор размещается над наружной входной дверью, но ниже тепловой завесы, на расстоянии не менее 300–400 мм от нее, чтобы избежать воздействия восходящего теплового потока на циркуляцию воздуха через УФ-установку.

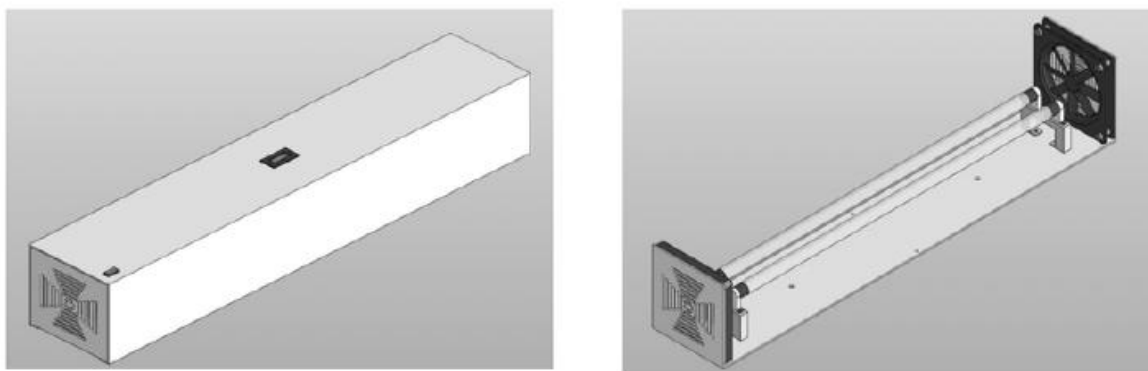


Рис. 2. Бактерицидный рециркулятор

Проводится построение дерева отказов с головным событием — отсутствие эффективной УФ-дезинфекции воздуха. Рассматриваются основные функциональные элементы устройства их потенциальные отказы, а также логические связи между ними. Основными причинами отказа эффективной УФ-дезинфекции воздуха являются:

- нарушение работы лампы;
- нарушение подачи воздушного потока;
- нарушение работы датчиков.

Рассмотрены вероятностные характеристики отказов компонентов, включая УФ-лампу ($P_{\text{лампа}} = 0,019$), вентилятор ($P_{\text{вентилятор}} = 0,008$), фильтр ($P_{\text{фильтр}} = 0,005$), датчик контроля интенсивности УФ-излучения ($P_{\text{датчик}} = 0,005$) и счетчик времени наработки ($P_{\text{счетчик}} = 0,007$). На основании типовых данных по отказам и логической структуры дерева было рассчитано значение суммарной вероятности отказа системы, которое составило 4,3 %.

Обсуждение полученных результатов. Пандемия COVID-19 продолжает оставаться одной из наиболее актуальных проблем глобального здравоохранения. Полученные данные на 30 апреля 2025 демонстрируют масштабность и серьезность эпидемиологической угрозы.

Федеральные законы № 52-ФЗ и №157-ФЗ формируют комплексную правовую базу для противодействия эпидемиям: первый обеспечивает оперативное реагирование на вспышки заболеваний, второй создает системные механизмы их профилактики через иммунизацию населения.

Ход кривой относительной спектральной бактерицидной эффективности практически не отличается для различных видов микроорганизмов. Вирусы и бактерии в вегетативной форме обладают наибольшей чувствительностью к воздействию ультрафиолетового излучения, тогда как грибы и простейшие микроорганизмы демонстрируют более высокую устойчивость.

Преимуществами такого размещения являются:

- полноценное обеззараживание верхних и нижних воздушных потоков во входной группе;
- компактность — не мешает проходу, обслуживанию, не конфликтует с тепловой завесой.

Полученное значение отказа системы в 4,3 % указывает на умеренный уровень риска отказа при условии типичной эксплуатации. Для повышения надежности системы рекомендуется:

- внедрение стабилизаторов напряжения и защиты от перегрузок;
- регулярное техническое обслуживание фильтрующих и вентиляционных компонентов;
- реализация программной самодиагностики и мониторинга технического состояния.

Заключение. Результаты проделанной работы направлены на снижение микробной и вирусной нагрузки, что, в свою очередь, должно существенно сократить уровень заболеваемости среди преподавательского состава и студентов. Систематическое обеззараживание воздуха способствует формированию санитарно-безопасной образовательной среды, тем самым создавая условия для повышения учебной активности, устойчивой посещаемости занятий и, как следствие, роста академической успеваемости обучающихся, а также облегчения условий труда преподавателей.

Список источников

- [1] Ступишина О.В. Проектирование дизайна ультрафиолетового бактерицидного рециркулятора для дезинфекции воздуха в помещении. *Российская наука в современном мире. XXXVIII Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, Актуальность, 2021, с. 106–108.
- [2] Супотницкий М.В. *COVID-19: трудный экзамен для человечества*. Москва, НП ИД «Русская панорама», 2021, 256 с.
- [3] *Анализ динамики эпидемического процесса COVID-19 в мире за неделю с 26.04.2025 г. по 30.04.2025 г.* URL: <https://covid19-preprints.microbe.ru/> (дата обращения 05.05.2025).
- [4] *Р 3.5.1.4025–24. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.* URL: <https://mru42.fmba.gov.ru/upload/iblock/404/u0z5ce1n08f7obxn0u701warismc1qrhd/Rukovodstvo-R-3-5-1-4025-24-Ispolzovanie-ultrafioletovogo-bakteritsidnogo-izluch.pdf> (дата обращения 05.05.2025).
- [5] *Who COVID-19 dashboard.* URL: <https://data.who.int/> (accessed 05.05.2025).