

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБУВНОГО СТЕЛЛАЖА

*Теплякова В.А., Томашевич А.С.,*

*студентки 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Буевич А.Э., канд. техн. наук, доцент*

**Ключевые слова.** Система озонирования, обувь, экология, озон, предельно допустимая концентрация.

**Keywords.** Ozonation system, shoes, ecology, ozone, maximum permissible concentration.

В настоящее время актуальной является проблема экологической чистоты населенных пунктов. Особая потребность в очистке воздуха имеется в общежитиях, где проживает большое количество людей, в пунктах проката спортивной обуви, раздевалках спортивных залов, боулинге. Ситуация, когда после долгого ношения обуви, из-за сильной жары, некачественных материалов верха обуви или стельки, а также воздействия санитарных профилактических мероприятий образуется стойкий, неприятный запах, который без должного ухода со временем становится интенсивней. Традиционные методы дезинфекции обуви приводят к повреждению деталей обуви, что сокращает срок ее службы. Разработка устройства бесконтактной дезинфекции обуви позволит обеспечить легкий уход за обувью и исключить причину возникновения запаха.

Цель исследования – разработать простое устройство для применения в жилых помещениях малой площади, таких как комната в общежитии, которое в автономном режиме способно генерировать озон в концентрации, необходимой для дезинфекции обуви и безопасной для людей.

**Материал и методы.** Работа основана на результатах анализа научно-технической информации по устройству и принципам действия озонаторов; областей их применения; исследования условий общежитий.

**Результаты и их обсуждение.** Озон ( $O_3$ ) уничтожает все известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты простейших и так далее. Не существует и не может возникнуть устойчивых к озону форм микробов. Озон действует очень быстро – в течение секунд. Озон удаляет, а не маскирует неприятные запахи и привкусы, устраняет вредные химические соединения. Остаточный озон быстро превращается в кислород ( $O_2$ ). Озон уничтожает известные микроорганизмы в 300–3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы.

Озон – сильный яд. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 предельно допустимая концентрация  $O_3$  в воздухе рабочей зоны – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, максимальная разовая ПДК  $O_3$  в атмосферном воздухе – 0,16 мг/м<sup>3</sup>, средняя суточная ПДК  $O_3$  в атмосферном воздухе – 0,03 мг/м<sup>3</sup>. Характерный запах  $O_3$  органолептически начинает ощущаться уже при концентрациях 0,004–0,015 мг/м<sup>3</sup>, что существенно ниже гигиенического норматива. Разработанный генератор озона предлагается размещать на обувной полке, закрытой чехлом из нетканого материала для препятствия проникновению озона в остальное помещение.

Рассчитаем время работы озонатора для предельно допустимой концентрации озона согласно ГОСТ 12.1.007-76 для обувного стеллажа с габаритными размерами: ширина – 79 см, глубина – 33 см, высота – 59 см, объем – 0,154 м<sup>3</sup>.

Расчет времени работы Т озонатора производим по формуле:

$$T=2*(K*V)/P, \quad (1)$$

где: 2 – коэффициент, который учитывает время полураспада озона; К – целевая концентрация; V – объем места экспонирования озоном; P – производительность генератора озона; Т – время работы озонатора.

Вычислим время работы генератора для получения максимально допустимой концентрации согласно ГОСТ в 0,16 мг/м<sup>3</sup> в объеме обувного стеллажа 0,154 м<sup>3</sup>:

$$T=2*(0,16 \text{ мг/м}^3 * 0,153813 \text{ м}^3) / 2 \text{ мг/час} = 0,246 \text{ часа.}$$

За время распада озона полученной концентрации примем период полураспада 7 минут. Исходя из принятого времени, вычислим концентрацию озона после периодов полураспада:

$$1 \text{ период: } 0,16 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,8 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$2 \text{ период: } 0,8 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,4 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$3 \text{ период: } 0,4 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$4 \text{ период: } 0,2 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Теоретически, за 4 цикла полураспада по 7 минут концентрация озона в объёме, занимаемым обувным стеллажом, снизится до допустимой  $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Следует отметить, что период может быть существенно меньше, исходя из реальных условий.

Принимаем время паузы озонатора 30 минут. Таким образом, при времени работы озонатора 15 минут, времени паузы для разложения озона 30 минут общее время экспонирования озоном составит 45 минут.

Панель управления озонатором позволяет установить три режима работы. Приняв за основной режим работы «15 минут на 30 минут», добавим два дополнительных, увеличив функциональные возможности озонатора: «5 минут на 30 минут» и «30 минут на 30». Расчитаем концентрацию озона для дополнительных режимов по формуле:

$$K = T * P / (2 * V) \quad (2)$$

где: 2 – коэффициент, который учитывает время полураспада озона; K – целевая концентрация; V – объём места экспонирования озоном; P – производительность генератора озона; T – время работы озонатора.

Рассчитаем концентрацию озона для режима «5 минут на 30 минут»:

$$K_{5\text{мин}} = 1/12 \text{ часа} * 2 \text{ мг}/\text{час} / (2 * 0,153813 \text{ м}^3) = 0,0541 \text{ мг}/\text{м}^3$$

При режиме работы «5 минут на 30 минут» концентрация в заданном объёме на привесит концентрацию ПДК, установленную ГОСТ.

Рассчитаем концентрацию озона для режима «30 минут на 30 минут»:

$$K_{30\text{мин}} = 1/2 \text{ часа} * 2 \text{ мг}/\text{час} / (2 * 0,153813 \text{ м}^3) = 0,325 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Вычислим концентрацию озона после паузы 30 минут.

$$1 \text{ период: } 0,325 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,163 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$2 \text{ период: } 0,163 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,82 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$3 \text{ период: } 0,82 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,41 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$4 \text{ период: } 0,41 \text{ мг}/\text{м}^3 / 2 = 0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Конструкция озонатора представлена на рисунке. На рисунке изображены: 1 – панель заряда и управления, 2 – аккумулятор 500 mAh, 3 – высоковольтный трансформатор, 4 – генератор озона, 5 – монтажная площадка.

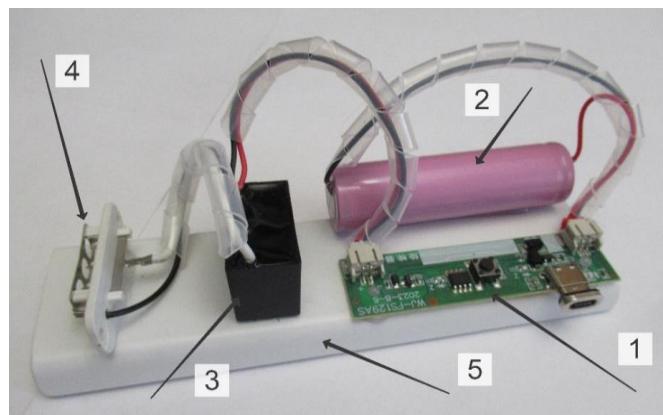


Рисунок – Конструкция озонатора

Теоретически за 4 цикла полураспада по 7 минут концентрация озона в объёме, занимаемым обувным стеллажом, снизится до  $0,2 \text{ мг}/\text{м}^3$ , что выше допустимой ПДК. Следует отметить, что объём обувного стеллажа слишком мал для того, чтобы при от-

крытии чехла существенно увеличить концентрацию озона в помещении. Тем не менее, предлагаем использовать режим работы озонатора «30 минут на 30 минут» при отсутствии в помещении людей и животных.

**Заключение.** Таким образом, разработана конструкция обувного стеллажа с озонатором, рассчитано количество озона, необходимое для озонирования выбранного объема, разработана компоновочная схема и рассчитаны компоненты озонатора, рассчитан объем, изготовлен защитный чехол и проверена его эффективность. Проведены успешные предварительные испытания. Использование системы озонирования для обувного стеллажа имеет экологическую целесообразность и социальную значимость, так как позволит обеспечить легкий уход за обувью, исключить причины возникновения неприятного запаха и улучшить качество проживания и обслуживания людей.

1. Бушунова, А.М. Озонатор. Применение / А.М. Бушунова, В.А. Теплякова, Т.В. Буевич (науч. рук.) // Молодость. Интеллект. Инициатива: матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 26 апреля 2024 года: в 2 т. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – Т. 1. – С. 19–21. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/43181> (дата обращения: 05.09.2024)

2. Митько, Д.Д. Физика и медицина / Д.Д. Митько, А.С. Томашевич, Т.В. Буевич (науч. рук.) // Молодость. Интеллект. Инициатива: матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 26 апреля 2024 года: в 2 т. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – Т. 1. – С. 48–50. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/43197> (дата обращения: 05.09.2024)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И STEM ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПОКУПКИ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

**Хмелевский В.Е.,**

*студент 4 курса БГУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Капусто А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент*

Ключевые слова: Многокритериальная оптимизация; анализ иерархий; STEM; недвижимость; квартиры; Минск.

Keywords: Multi-criteria optimisation; hierarchy analysis; STEM; real estate; flats; Minsk.

В статье представлена постановка задачи многокритериальной оптимизации для определения оптимального варианта поведения при покупке квартиры на примере рынка жилой недвижимости города Минска.

Целью работы является применение методов анализа иерархий и STEM, для обоснования оптимального варианта выбора объекта жилой недвижимости с учетом сформированных заказчиком пожеланий.

**Материал и методы.** Материалом исследования послужила статистическая база 3-х комнатных квартир на вторичном рынке жилой недвижимости г. Минска. Для решения применены методы многокритериальной оптимизации.

**Результаты и их обсуждение.** *Многокритериальная оптимизация (МКО) – это одновременная оптимизация минимум двух (и более) конфликтующих между собой целевых функций в заданной области определения [1].* Окончательное решение принимает человек, которого принято называть лицом, принимающим решение (ЛПР). Возможные варианты действий называются альтернативами, причем их должно быть не менее двух [2].

Оптимизация выбора объекта жилой недвижимости в крупном городе, таком как Минск, предполагает сравнение разных вариантов по ряду выдвигаемых покупателем требований и пожеланий. Так как большая часть желаемых параметров имеет количественную оценку, то это позволяет использовать для выработки рекомендаций аппарат математических методов. Именно МКО позволяет комплексно подойти к решению этой задачи, обеспечивая баланс между различными требованиями и предпочтениями.

В исследовании использованы два метода МКО для выбора объекта недвижимости – метод анализа иерархий и метод STEM. Отличие этих методов состоит в том, что при использовании первого метода ЛПР принимает решение на каждом шаге, и тем самым влияет на окончательный результат, при втором ЛПР не оказывает индивидуального