# **6 ОХРАНА ТРУДА. НОРМАЛИЗАЦИЯ ГАЗОВОГО И ИОННОГО СОСТАВА ВОЗДУХА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ**

Целью дипломного проекта является разработка программного комплекса для отслеживания и визуализации действий пользователей в играбельной рекламе. Данная система представляет собой специализированное программное решение, включающее средства аналитики, сбора данных и построения визуальных отчетов. Предназначена для специалистов, занимающихся разработкой и оптимизацией интерактивной рекламы. Во время работы с системой на пользователя могут оказывать неблагоприятное воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы: повышенное содержание вредных газов, пыли и положительных ионов в воздухе, недостаточная концентрация отрицательных ионов. В настоящем разделе рассмотрим вопросы, связанные с обеспечением нормализации газового и ионного состава воздуха в производственном помещении.

Воздушная среда, в которой осуществляются профессиональная деятельность и разработка информационных систем, оказывает прямое влияние на здоровье и работоспособность сотрудников. При длительной работе в помещениях с вычислительной техникой часто наблюдается ухудшение качественного состава воздуха, связанное с накоплением вредных веществ и снижением уровня аэроионов. Источниками подобных отклонений служит, в первую очередь, сама техника: принтеры, системные блоки, мониторы, копировальные аппараты. В процессе своей работы они выделяют в воздух озон, оксиды азота, мелкодисперсную пыль и способствуют образованию положительно заряженных ионов. Одновременно они не создают отрицательных ионов, необходимых для поддержания здоровой воздушной среды, вследствие чего нарушается ионный баланс. При этом помещение с герметичными окнами, отсутствием систем механической вентиляции и высокой плотностью техники становится замкнутой воздушной камерой, где постепенно накапливаются вредные примеси и снижается уровень кислорода.

Дополнительным фактором ухудшения состояния воздуха служит испарение летучих органических соединений – например, от отделочных материалов мебели, клеев, пластиковых корпусов техники. Со временем в воздух попадают формальдегид, ацетон, толуол и другие компоненты, негативно влияющие на центральную нервную систему и дыхательные пути. При высокой плотности техники и слабом воздухообмене могут наблюдаться превышения предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных в ГН 2.2.5.12-32-РБ-2003 [1]. Скопление углекислого газа (CO₂) также становится существенной проблемой, особенно в условиях закрытых окон и круглосуточной работы систем, выделяющих тепло и углекислый газ. Снижение уровня кислорода и рост концентрации CO₂ ведут к снижению концентрации внимания, быстрой утомляемости, сонливости, головным болям.

Особое внимание следует уделить параметрам аэроионизации воздуха. Согласно СанПиН 9-98 РБ 98 [2], оптимальной считается концентрация отрицательных ионов в пределах 600–50 000 ион/см³ при одновременном снижении уровня положительно заряженных частиц. На практике же в помещениях с большим количеством офисной техники часто наблюдается резкое преобладание положительных ионов. Это вызывает раздражительность, ухудшение сна, снижение иммунной защиты организма. Установлено, что уже при концентрации отрицательных ионов менее 300 ион/см³ снижается устойчивость к стрессу, возрастает риск развития сердечно-сосудистых нарушений, появляются симптомы кислородного голодания. Ионный дисбаланс также усугубляется при наличии искусственного освещения люминесцентными лампами и отсутствии естественного притока воздуха. Эти факторы должны учитываться при оценке состояния воздуха на рабочих местах, связанных с длительным пребыванием сотрудников. Повышенная сухость воздуха способствует накоплению положительных ионов и пылевых частиц, ухудшая санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды.

Пылевые загрязнения, аэрозоли и газы в совокупности формируют агрессивную воздушную среду. При этом мелкодисперсные частицы пыли (размером менее 5 мкм) проникают в глубокие отделы легких, оказывая долговременное вредное воздействие. Источниками пыли могут быть как текстиль и мебель, так и скопления на вентиляционных решетках и элементах систем охлаждения оборудования. Воздушные потоки, проходя через загрязнённые фильтры, разносят частицы по всему помещению. При плохой вентиляции и отсутствии регулярной уборки повышается уровень пыли в воздухе, особенно в зонах возле работающего оборудования.

Согласно ГН 2.2.5.12-32-РБ-2003 [1], предельно допустимая концентрация озона в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³, оксида углерода – 20 мг/м³, формальдегида – 0,5 мг/м³. Лазерные и струйные принтеры, активно используемые в офисной среде, при печати способны выделять озон в концентрациях до 0,3 мг/м³, что превышает допустимую норму более чем в три раза. Вентиляционные системы без фильтров и замкнутый цикл циркуляции воздуха могут способствовать накоплению этих соединений, особенно при круглосуточной эксплуатации оборудования. Пыль, содержащаяся в воздухе, может быть как органического, так и неорганического происхождения, и её концентрация, особенно при недостаточной влажности, достигает уровней, представляющих опасность для органов дыхания.

Обеспечение безопасных условий труда при работе с вычислительной техникой и информационными системами требует применения комплекса мер, направленных на поддержание нормативного газового и ионного состава воздуха в рабочей зоне. Ключевыми направлениями в этом процессе являются инженерно-технические, санитарно-гигиенические и организационные мероприятия, цель которых − создание стабильной и благоприятной воздушной среды, соответствующей действующим нормативам. Одним из базовых решений служит организация эффективной вентиляции. В помещениях с постоянным пребыванием работников, занятых на компьютерах, должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с достаточным воздухообменом и системой фильтрации. В соответствии с требованиями СНБ 4.02.01-03 [3], воздухообмен должен компенсировать тепловыделения оборудования и обеспечивать постоянный приток свежего воздуха с одновременным удалением загрязнённого.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть оснащены фильтрами, способными улавливать как пылевые частицы, так и газообразные загрязнители. Особенно эффективно применение сорбционных фильтров с активированным углём, способных связывать летучие органические соединения − формальдегид, ацетон, толуол и другие. Для восстановления нормального ионного фона в помещениях целесообразно использовать ионизаторы воздуха, генерирующие отрицательные аэроионы. Наиболее эффективно размещение таких устройств вблизи рабочих мест, что способствует снижению утомляемости, нормализации сна и улучшению общего состояния организма.

Согласно СанПиН 9-98 РБ 98 [2], относительная влажность воздуха в рабочей зоне должна составлять 40–60 %. При пониженной влажности увеличивается количество пыли в воздухе, нарушается терморегуляция организма, повышается концентрация электростатических зарядов, негативно влияющих на самочувствие. Для стабилизации влажности используются бытовые и промышленные увлажнители воздуха, а контроль осуществляется при помощи психрометров и гигрометров.

Расстановка офисного оборудования также должна учитывать необходимость равномерной циркуляции воздуха. Следует избегать плотного размещения техники и предусматривать свободное пространство между устройствами для отвода тепла. Принтеры, копировальные аппараты и иное оборудование, выделяющее озон, необходимо размещать в отдельных зонах с автономной вытяжной вентиляцией. При невозможности физического разделения допускается использование локальных вытяжек и герметичных кожухов с фильтрацией выбросов.

Одним из ключевых методов снижения запылённости воздуха является регулярная влажная уборка помещения, включающая обработку горизонтальных поверхностей, фильтров вентиляционных решёток и элементов систем охлаждения техники. Для контроля ионного состава применяются переносные ионометры, позволяющие зафиксировать отклонения в концентрации аэроионов от нормативных значений.

Дополнительно рекомендуется включать в организационную политику предприятия мероприятия по периодическому проветриванию помещений, медицинским осмотрам сотрудников и регламентации рабочего времени с обязательными перерывами.

Таким образом, изложенные в данном разделе рекомендации по нормализации газового и ионного состава воздуха в производственном помещении обеспечат санитарно-гигиенические условия труда, способствующие сохранению здоровья, повышению работоспособности и снижению утомляемости сотрудников при работе с программным комплексом для отслеживания и визуализации действий пользователей в играбельной рекламе.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] ГН 2.2.5.12-32-РБ 2003  «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/000601\_20995\_PostGSV\_N210\_2003.pdf – Дата доступа: 19.03.2025.

[2] Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 декабря 2012 г. № 194 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/text\_tnpa/000356\_251257\_Gigiena\_22220\_2009\_sanpin.pdf – Дата доступа: 17.04.2025.

[3] Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 259 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/3MCeNW – Дата доступа: 19.04.2025.