

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 628.87+658.52

Шайпак  
Анастасия Александровна

Методика совершенствования информационной системы контроля  
микроклимата рабочих зон Беларуськалия

**АВТОРЕФЕРАТ**  
на соискание степени магистра

по специальности 1-59 80 01 «Охрана труда и эргономика»

---

Научный руководитель  
Рыбак Виктор Александрович,  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Микроклимат оказывает существенное влияние на организм человека. Все жизненные процессы в организме обеспечивают энергией двигательную активность, меньшая часть которой затрачивается на выполнение полезной работы, а большая часть преобразуется в тепловую энергию.

Обязательным условием жизнедеятельности является полное отведение выделяемой организмом человека теплоты в окружающую среду или защита организма человека от чрезмерной отдачи тепла во внешнюю среду. Нарушение теплового баланса ведет к перегреву или переохлаждению и, в дальнейшем, к нарушению функционального состояния работника, снижению и потере трудоспособности, возникновению несчастных случаев, травм.

В конечном итоге, при перегреве возможны потеря сознания и летальный исход, при переохлаждении – замерзание. Менее выраженные отклонения комбинаций параметров микроклимата, обеспечивающих комфортное состояние человека, способствуют продлению временной нетрудоспособности, возникновению профессиональной патологии.

Современный этап развития науки и техники характеризуется комплексной автоматизацией и механизацией трудовых процессов, широким внедрением систем управления.

При внедрении на производстве средств автоматизации и механизации условия труда претерпевают существенные изменения. Изменяются функции работников и требования по технике безопасности, которые следует соблюдать при обслуживании машин и механизмов и управлении. Несмотря на то, что снижается доля физического труда, повышается ответственность работников, предъявляются высокие требования к их вниманию. Но такая повышенная психологическая нагрузка может привести к ошибочным действиям работников и к травматизму в условиях неоптимального микроклимата.

Происходит изменение и факторов, влияющих на формирование условий труда. Они не только воздействуют на физиологические системы человека, снижая его работоспособность, но могут и провоцировать небезопасные действия. Известно, что число несчастных случаев, вызванных в конечном итоге опасными действиями, значительно больше, чем несчастных случаев, вызванных опасными условиями труда.

Появление сложных видов трудовой деятельности, обусловленное техническим прогрессом, влечет за собой серьезные требования к скорости выполнения человеком трудового процесса, точности, надежности и другим психофизиологическим характеристикам человека.

Одним из необходимых условий нормальной работоспособности рабочих является обеспечение в рабочих зонах комфортных метеорологических условий, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека.

Целью данной работы является разработка методики совершенствования информационных систем контроля микроклимата рабочих зон Беларуськалия, а именно системы контроля микроклимата в шахтах Беларуськалия и системы контроля микроклимата в офисных помещениях.

Актуальность работы связана с выбором наиболее оптимальных путей поддержания оптимального микроклимата на рабочих зонах для повышения работоспособности, внимательности, поддержания хорошего самочувствия и снижения травматизма и заболеваний рабочих в том числе хронических.

В силу ограниченного пространства и большой глубины в подземных горных выработках имеют место тяжелые условия работы горнорабочих. Это приводит к ухудшению производительности труда, здоровья рабочих, повышению риска травм и аварий, а также ограничивает возможности проведения производственных процессов.

Поэтому, одним из важнейших звеньев сложной технологической системы шахты, является система контроля микроклимата шахтных выработок, целью которого является поддержание нормальной атмосферы в шахте – обеспечение необходимого притока свежего воздуха, обеспечение хорошего освещения и обеспечение допустимых концентрация метана в шахтной атмосфере.

Именно поэтому, исследование информационной системы контроля микроклимата в шахтах имеет большое экономическое значение. Это будет способствовать повышению эффективности и интенсивности технологических процессов, а, следовательно, и работы шахты в целом.

Основными задачами данной работы являются:

- исследование влияния параметров микроклимата на работоспособность и самочувствие человека;
- проведение обзора существующих систем освещения, вентиляции, отопления и контроля вредных веществ;
- исследование и анализ системы контроля микроклимата в шахтах Беларуськалия;
- исследование и анализ системы контроля микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Данная работа выполнена на тему «Методика совершенствования информационной системы контроля микроклимата рабочих зон Беларуськалия»

В настоящее время проблема микроклимата рабочих зон является особо значимой. Рабочие с тяжелыми условиями труда должны быть обеспечены передовыми системами для поддержания оптимального микроклимата. В ином случае повышается риск производственного травматизма, болезней и летального исхода. У офисных работников при неправильно подобранной системе микроклимата повышается уровень стресса, снижается внимательность и повышается риск простудных заболеваний.

Объект исследования – системы контроля микроклимата, в частности системы вентиляции, отопления, освещения и контроля вредных веществ.

Целью исследования является разработка методики совершенствования информационных систем контроля микроклимата рабочих зон шахт и офисных помещений Беларуськалия.

Методы исследования – теоретический и практический анализ.

В связи с поставленной целью были определены и решены следующие задачи:

- выявлены основные требования к вентиляции и освещению в рабочих зонах горнодобывающих шахт и проанализированы причины травматизма и летального исхода при работе в шахте в том числе причины взрывов;

- изучены особенности существующих систем контроля микроклимата рабочих зон шахт и офисных помещений Беларуськалия и выявлены их основные недостатки;

- проведен анализ видов систем-аналогов для контроля микроклимата в шахтах и офисных помещениях;

- на основании проведенного анализа разработана методика совершенствования существующих систем контроля микроклимата в шахтах и офисных помещениях Беларуськалия.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты диссертации направлены на улучшение климатических особенностей рабочих зон и повышение эффективности систем контроля микроклимата шахт и офисных помещений Беларуськалия, что влечет за собой улучшение условий труда и снижение травматизма и заболеваемости на работе.

Материалы диссертации были опубликованы в сборнике материалов 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Микроклимат – сочетание физических факторов: теплового излучения, температуры воздуха, его влажности и скорости движения. Совместно перечисленные параметры создают метеорологические условия внутри пространств открытого и закрытого типа. Если окружающая среда содержит раздражающие или возбуждающие факторы, она препятствует физической, интеллектуальной деятельности. Такая обстановка исключает вероятность расслабления и отдыха, а значит, она психологически дискомфортная, небезопасная для состояния здоровья.

Влияние микроклимата на здоровье человека выражается в поддержании функциональности каждой системы организма. И если температура воздуха, его влажность и скорость движения отклонены от нормы, человек склонен к заболеваемости, что подчеркивает важность организации адекватного температурного режима, уровня освещения, влажности и свежести воздуха внутри помещения.

Анализ параметров микроклимата, влияющих на работоспособность и самочувствие рабочих, а также систем поддержания оптимального микроклимата в рабочих зонах позволили сформировать следующие задачи для исследования:

1. Выявить основные требования к вентиляции и освещению в рабочих зонах горнодобывающих шахт.
2. Проанализировать причины травматизма и летального исхода при работе в шахте в том числе причины взрывов.
3. Изучить особенности существующей системы контроля микроклимата офисных помещений Беларуськалия и выявить ее недостатки.
4. Провести анализ видов систем-аналогов для контроля микроклимата в шахтах и офисных помещениях.
5. Разработать методику совершенствования существующих систем контроля микроклимата в шахтах и офисных помещениях Беларуськалия.

Во второй главе был дан анализ системами контроля микроклимата в шахтах и офисных помещениях Беларуськалия.

Проведя классификацию типов проветривания шахт, было выявлено, что центральная схема проветривания является наиболее оптимальным вариантом для проветривания калийных шахт. Центральные схемы проветривания характеризуются расположением воздухопопадающего и воздухоотводящего стволов в непосредственной близости друг от друга, обычно в центре шахтного поля. Свежий воздух движется по подающему стволу, поступает на крылья шахты, омывает очистные забои и движется по вентиляционным выработкам к

выдающему стволу, по которому выходит на поверхность. Так как воздух движется по параллельным выработкам в разном направлении, центральную схему называют также возвратноточной. Именно эта система проветривания используется в шахтах Беларуси.

Рассмотрев систему вентиляции шахт Беларуси, можно сказать, что используемые водяные калориферы являются оптимальным решением для поддержания оптимального уровня кислорода в шахтах на различной глубине. Водяные калориферы обладают чрезвычайно высоким уровнем производительности. Такие качества достигаются благодаря большому диапазону температур, перепад которых создаёт калорифер.

Основным недостатком системы микроклимата в шахтах Беларуси является устаревший вид осветительных приборов – люминесцентные лампы.

Было выявлено, что в офисных помещениях Беларуси система микроклимата не является эффективной:

- отсутствует единое управление системами вентиляции, отопления и освещения;
- система вентиляции в основном является естественной, что не подходит для поддержания оптимального температурного режима в больших офисных помещениях;
- отдельные кондиционеры, управляемые вручную сотрудниками, лишь ухудшают микроклиматические показатели офиса в целом;
- отсутствие увлажнителя воздуха приводят к сухости слизистых оболочек работников.

Поэтому одной из важных целей работы является устранение недостатков существующей системы и разработка способов повышения ее эффективности.

Одним из важнейших элементов условий труда является освещение. Правильно выполненная система освещения играет существенную роль в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов, создает комфортные условия работы, повышает общую работоспособность. Увеличение освещенности при напряженной зрительной работе способствует повышению производительности на 10-20%, уменьшению брака на 20%, снижению количества несчастных случаев на 30%. Недостаточное освещение может привести к профессиональным заболеваниям, травматизму. На сегодняшний день светодиодная лента для горных выработок является наиболее эффективным источником света из всех существующих.

Взрывы шахтного газа представляют серьезную угрозу безопасности в горнодобывающей промышленности. Они не только приводят к гибели людей, но и приносят производственные потери и огромные финансовые трудности для горнодобывающих компаний.

Учитывая опасность повышения концентрации взрывчатых веществ, использование газоанализаторов с инфракрасным датчиком является более эффективным решением для предотвращения и предупреждения внезапных выбросов веществ и взрыва в шахтах. Интеграция газоанализаторов в систему контроля микроклимата шахт позволит своевременно уменьшать концентрацию вредных и опасных веществ путем подачи свежего воздуха через вентиляционные стволы.

Поэтому в третьей главе были выбраны более эффективные осветительные приборы для работы в шахтах, а также датчики газоанализатора, которые позволят с большей вероятностью предотвратить взрывы из-за внезапных выбросов метана.

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, предлагается внедрить в офисные помещения Беларуськалия автоматизированную систему контроля микроклимата, обеспеченную качественными системами управления факторами воздушной среды внутри офисных помещений.

Система контроля микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия состоит из системы вентиляции, отопления и системы освещения. Данные системы контролируют все основные параметры и поддерживают микроклимат в пределах оптимальных значений для эффективной работы сотрудников. Основным недостатком существующей системы контроля микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия заключается в том, что данные три системы работают отдельно друг от друга и не имеют общего пульта управления.

Учитывая тот факт, что большая часть офисов Беларуськалия располагаются в многоэтажном здании (20 этажей), то для создания оптимального микроклимата на каждом этаже здания предлагается разместить на каждом этаже отдельный микроконтроллер с пультом управления. Все микроконтроллеры будут также передавать информацию на главный диспетчерский пункт, с которого может производиться корректировка режимов работы и программного кода.

Разработана методика совершенствования системы контроля микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия, которая предусматривает внедрение новых приборов и усовершенствованных интегрированных систем.

В качестве системы вентиляции предлагается создать вентиляцию офисных помещений на основе приточно-вытяжных установок. Монтирование кондиционеров на базе систем чиллер-фанкойл и VRF-систем.

VRF-система – это особый кондиционер мультизонального характера. Такое устройство позволяет работать с большим количеством помещений одновременно или обслуживать сразу все здание.

Данный способ очистки воздуха внутри офисного помещения подходит в тех случаях, когда площадь пространства достаточно большая, что подходит для офисного здания Беларуськалия.

Нормальная влажность воздуха имеет прямое отношение к микроклимату здания. Здоровая среда для работы служащих, защита работников от вирусных атак, интерьер кабинетов и офисное оборудование – так же, будет защищено от воздействия статического электричества. Это основные преимущества хорошей влажности, которые напрямую влияют на производительность труда, минимизирует появления вредных выделений в воздухе, что в свою очередь сокращает риски заболевания персонала.

Для эффективного увлажнения воздуха в офисных помещениях Беларуськалия предлагается использовать традиционные увлажнители. Традиционные увлажнители увлажняют воздух, продувая его через кассету, фильтр или иной предмет, обильно смоченный водой. Таким образом, они работают по принципу естественного испарения. Эти приборы потребляют относительно немного электроэнергии и умеренно очищают воздух в процессе работы за счет оседания части пыли в воде. Выбор модели без функции саморегуляции позволит регулировать все параметры микроклимата с одного главного микроконтроллера.

Для правильной реализации предложенной системы контроля микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия также были разработаны алгоритмы работы всех подчинённых систем, а также структурная схема.

Работа главного микроконтроллера офиса практически будет сведена к параллельному контролю системы увлажнения, освещения и воздушного отопления и передаче параметров на пульт управления этажа и диспетчерский пункт управления всей системой.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроклимат является основополагающим фактором хорошего самочувствия, эффективной работоспособности и безопасности в рабочих зонах работников. Неправильно сформированный микроклимат в шахтах ведет к снижению внимательности, увеличению травматизма и получения хронических заболеваний, а также может стать причиной взрыва, обвала и летального исхода работника. Микроклимат офисных помещений напрямую влияет на стрессоустойчивость, работоспособность и здоровье сотрудников. Именно по этим причинам очень важно, чтобы каждая рабочая зона была оборудована информационной системой контроля микроклимата.

В ходе выполнения диссертационного исследования поставленная в работе цель достигнута, задачи решены.

В первой главе был проведен анализ влияния параметров микроклимата на работоспособность и здоровье работников, а также анализ систем поддержания оптимального микроклимата в рабочих зонах, который позволил сформулировать основные задачи для исследования.

Во второй главе были рассмотрены существующие системы микроклимата в шахтах и офисных помещениях Беларуськалия, их важность и необходимость, а также основные недостатки.

В третьей главе было проведено исследование способов совершенствования систем контроля микроклимата. На основании этого было принято решение заменить тип осветительных приборов в системе освещения шахт на светодиодные ленты, а также заменить используемые газоанализаторы на газоанализаторы с инфракрасным датчиком. Для улучшения микроклимата в офисных помещениях Беларуськалия было предложено внедрить новую систему контроля микроклимата, используя существующую систему освещения. Новая система микроклимата будет работать автономно с помощью главного микроконтроллера, который выводит информацию о текущих параметрах микроклимата помещения и значениях задействованных систем на пульт управления. В состав системы микроклимата офисных помещений кроме системы вентиляции, отопления и освещения также будет входить увлажнитель воздуха для предотвращения сухости слизистых оболочек сотрудников.

Предложенные улучшения призваны сделать системы микроклимата шахт и офисных помещений более эффективными для сохранения здоровья и поддержания высокого уровня работоспособности у рабочих.

Таким образом в результате диссертационного исследования была разработана методика совершенствования систем контроля микроклимата рабочих зон в шахтах и офисных помещениях Беларуськалия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Список публикаций соискателя

[1-А] Шайпак, А.А. Система вентиляции производственных и офисных помещений / А.А. Шайпак // Материалы 57-ой научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» – Минск, 2021 – С. 402–406 с.

[2-А] Шайпак, А.А. Информационная система контроля микроклимата в помещениях / А.А. Шайпак // Материалы 57-ой научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» – Минск, 2021 – С. 407–410 с