

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ

асп. Глебов Р.С., доц. Туманов М.П., асп. Антюшин С.С. (МИЭМ)

Структура интеллектуальной системы состоит из трёх основных блоков: база знаний, блок мотивации и вычислитель [1]. При создании «интеллектуального здания» (интегрированная система управления зданием) основными задачами является сочетание: комфортности, удобства эксплуатации, безопасность и экономичность [2].

Вентиляционная установка является основной системой, управляющей микроклиматом и обеспечивающая комфортное пребывание людей в обслуживаемом помещении. Для создания комфортных условий система управления вентиляционной установкой должна: обладать знаниями о климатических параметрах благоприятных для человека, уметь создавать и поддерживать данные условия в обслуживаемом помещении. Основными параметрами, влияющими на микроклимат в помещениях, являются температура и влажность воздуха. Для благоприятного самочувствия человека важным является не каждый параметр в отдельности, а соотношение между температурой и влажностью воздуха в помещении [2,3]. Соответствующее соотношение приводятся в литературе как таблицы, графики и диаграммы для службы эксплуатации [3]. Интеллектуальная подсистема управления климатическими параметрами может автоматически решать данную задачу, для этого данная подсистема должна:

- Иметь знания о комфортных соотношениях температуры и влажности.
- Уметь выбирать благоприятные условия для человека по заданным критериям
- Корректировать управление при несоответствии климатических параметров заданным критериям

Описание интеллектуальной системы управления микроклиматом

По значениям сигналов с датчиков влажности и температуры подсистема определяет текущее соотношение температуры и влажности в обслуживаемом помещении. Текущее состояние микроклимата оценивается на основании данных с датчиков и в соответствии с рисунком 1. [3]. При необходимости подсистема производит поиск более рационального (с точки зрения комфорта) режима работы системы вентиляции. Поиск нового состояния выполняется по заданным критериям, на основе которых вычисляется новое значение температуры для текущего значения влажности. Вычисленное значение передается в контур управления температурным режимом как сигнал уставки.

В отличие от отдельного метода управления температурой и влажностью, где поиском благоприятного соотношения между температурой и влажностью занимается служба эксплуатации, данный подход позволяет исключить человеческий фактор в подборе климатических условий.

Подсистема поиска комфортных условий не является частью локальной системы автоматики и не критична с точки зрения функционирования системы вентиляции (безопасности эксплуатации). Подсистема может применяться как дополнение к основному функционалу системы вентиляции.

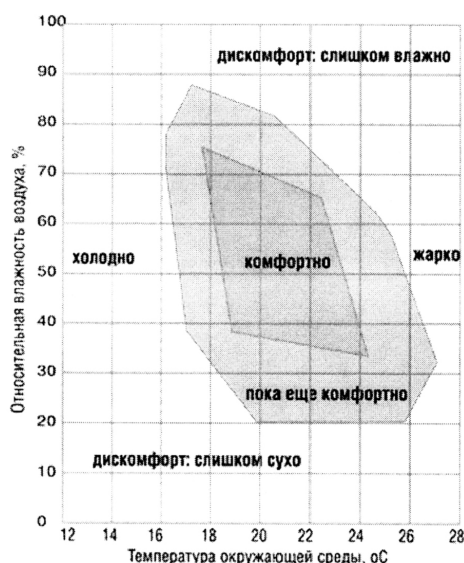


Рисунок 1 – Зависимость комфортности пребывания человека в помещении от влажности и температуры воздуха

Область применения

Подсистема интеллектуального управления микроклиматом разработана для систем управления приточными вентиляционными установками. Данный метод можно применять для систем вентиляции, главной задачей которых является создание комфортных условий для пребывания человека: жилые, офисные, учебные, аудиторные и санаторно-оздоровительные помещения. Благоприятный микроклимат в помещениях позволяет повысить работоспособность и сохранить здоровье человека.

Математический аппарат данного метода можно применять в технологических помещениях, где создание специального микроклимата является основной задачей, например: книгохранилище, архивы, музейные хранилища и другие специализированные помещения. Для использования интеллектуальной подсистемы управления микроклиматом в технологических помещениях необходимо изменить базу знаний в соответствии с прикладной задачей.

Требования к применению метода

При реализации алгоритма управления на уровне локальной системы автоматики, подпрограмма интеллектуального управления внедряется в программное обеспечение локального контроллера вентиляционной установки. В данном случае требования для применения метода будут следующими:

- Система управления вентиляционной установкой должна быть отлажена и иметь функционирующий контур управления температурным режимом.

- Система вентиляции должна иметь установленный датчик влажности воздуха (в помещении или в воздуховоде), подключенный к локальному контроллеру.

При реализации алгоритма управления на уровне диспетчеризации и управления зданием, подпрограмма интеллектуального управления интегрируется с программным обеспечением, имеющим доступ к мониторингу и управлению системой вентиляции (SCADA-система, BMS или другое ПО). Для применения интеллектуального метода управления микроклиматом помещений, в данном случае, необходимо выполнение следующих условий:

- Система управления вентиляционной установкой должна быть отлажена и иметь функционирующий контур управления температурным режимом.
- Программное обеспечение интеллектуальной системы должно иметь доступ к показаниям датчика влажности воздуха в реальном времени.
- Программное обеспечение должно иметь доступ к управлению и мониторингу системы вентиляции.

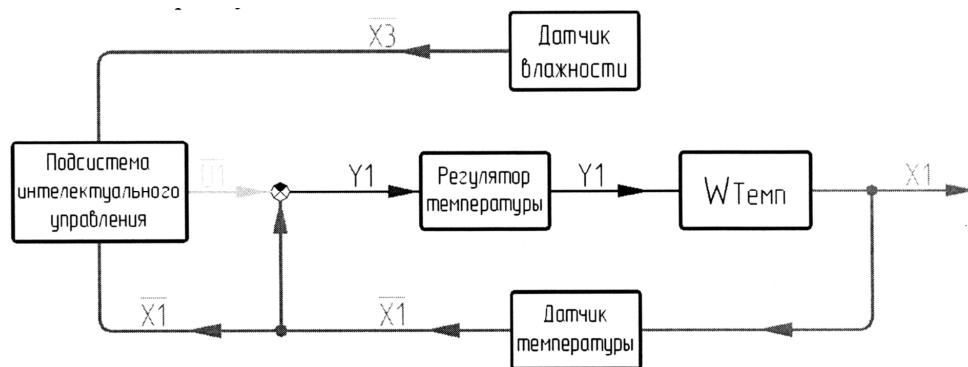


Рисунок 2 – Структурная схема системы интеллектуального управления микроклиматом

Внедрение интеллектуальной подсистемы не влияет на логику работы контура управления температурой (на локальную автоматику), поэтому внедрение подсистемы не требует изменения программного обеспечения, обеспечивающего функционал локальной системы автоматики. Интеллектуальную подсистему можно использовать в вентиляционных установках, где имеются два контура управления (контур управления температурой и контур управления влажностью). В данном случае уставка в контуре влажности задается напрямую. Параллельно сигнал уставки влажности пропускается через интеллектуальную подсистему, на выходе которой получается значение уставки температуры, подходящее для создания комфортного микроклимата.

Принцип работы

Интеллектуальная подсистема управления температурой и влажностью воздуха включает три основных блока: блок базы знаний, блок мотивации, блок вычислителя.

- Блок базы знаний включает в себя данные об областях комфортности. Математическое описание базы знаний представляет собой набор отрезков влажности и границ областей комфортности (рисунок 4.б) [4]. По отрезкам влажности формируются зоны влажности, которые разделяются точками смены функций границ $T_1, \dots, T_{13}$ (рисунок 4.а.). Границы областей комфортности выражены в виде кусочно-непрерывных функций границ:

- левая граница умеренной зоны комфортности (ЛГУЗК)
- правая граница умеренной зоны комфортности (ПГУЗК)
- левая граница зоны комфортности (ЛГЗК)
- правая граница зоны комфортности (ПГЗК)

Метаматематическое описание базы знаний можно представить в виде системы уравнений, представленной на рисунке 3.

$$Z_{\text{жизн}} = \begin{cases} 0 < H < 20, \\ 20 \leq H < 32, \\ 32 \leq H < 34, \\ 34 \leq H < 38, \\ 38 \leq H < 58, \\ 58 \leq H < 62, \\ 62 \leq H < 65, \\ 65 \leq H < 75, \\ 75 \leq H < 78, \\ 78 \leq H < 82, \\ 82 \leq H < 88, \\ 88 \leq H < 100, \end{cases}$$

$$T_{\text{ПГУЗК}}(H) = \begin{cases} 0 < H < 20 & -1 \\ 20 \leq H < 32 & T(H) = 0.108 \cdot H + 23.50 \\ 32 \leq H < 58 & T(H) = -0.073 \cdot H + 29.30 \\ 58 < H < 62 & T(H) = -0.125 \cdot H + 32.30 \\ 62 < H < 82 & T(H) = -0.205 \cdot H + 37.30 \\ 82 < H < 88 & T(H) = -0.533 \cdot H + 64.20 \\ 88 < H < 100 & -1 \end{cases}$$

$$T_{\text{ЛГЗК}}(H) = \begin{cases} 0 < H < 34 & -1 \\ 34 \leq H < 38 & T(H) = -1.375 \cdot H + 71.15 \\ 38 \leq H < 75 & T(H) = -0.035 \cdot H + 20.24 \\ 75 \leq H < 100 & -1 \end{cases}$$

$$T_{\text{ПГЗК}}(V) = \begin{cases} 0 < H < 34 & -1 \\ 34 \leq H < 65 & T(H) = -0.065 \cdot H + 26.59 \\ 65 \leq H < 75 & T(H) = -0.480 \cdot H + 53.60 \\ 75 \leq H < 100 & -1 \end{cases}$$

Рисунок 3 – Математическое описание базы знаний о комфортном состоянии воздушной среды

- Блок мотивации на основании показаний с датчиков температуры и влажности определяет текущее состояние микроклимата. Относительно границ областей комфортности определяется текущее состояние микроклимата: «комфортно», «умеренно комфортно», «дискомфортно». В зависимости от текущего состояния микроклимата и режима работы подсистемы (см. далее) принимается решение о необходимости изменения уставки в контуре управления температурным режимом. При необходимости изменения состояния микроклимата управление передается в блок вычислителя, в противном случае блок мотивации начинает свою работу заново.

- Блок вычислителя выполняет расчет нового значения уставки в контуре управления температурным режимом. Новое значение (T_{NEW}) вычисляется по следующей формуле:

$$T_{NEW} = T_{NEW}(H, T, L, R, X, T_{ПП}, t, T_{ЛГУЗК}, T_{ПГУЗК}, T_{ЛГЗК}, T_{ПГЗК}, Z_{зоны}),$$

где:

T_{NEW} – вычисленное алгоритмом новое значение температуры.

H – текущее значение влажности, получаемое с датчика.

T – текущее значение температуры, получаемое с датчика, или значение уставки в контуре управления температурой.

L – определяет режим работы подсистемы, который принимает одно из двух значений (0 или 1): умеренно-комфортный режим (0) или комфортный режим (1). Поиск нового состояния системы будет производиться в области данного режима, в соответствии с рисунком 1.

R – запас устойчивости определяет на каком расстоянии новое состояние системы будет находиться от границы комфортности. Если запас устойчивости превышает допустимые границы выбранной области, уставка температуры выбирается по центру области.

X – шаг поиска решения на диаграмме комфортности. Данный параметр определяет точность поиска решения. Для уменьшения нагрузки на процессор параметр шага можно изменить и повысить производительность системы. Вычислительная мощность ПЛК ограничена, поэтому возможность регулирования данного параметра является важным аспектом.

$T_{ПП}$ – время переходного процесса в контуре управления температурным режимом. Данный параметр дает возможность полноценной отработки сигнала уставки в контуре управления температурным режимом.

t – текущее значение времени, необходимое для контроля отработки задания в контуре управления температурой.

$T_{ЛГУЗК}, T_{ПГУЗК}, T_{ЛГЗК}, T_{ПГЗК}, Z_{зоны}$ – данные базы знаний о границах областей комфортности и зонах влажности.

Если параметр L установлен в ноль (поиск решения проводится в зоне умеренной комфортности), интеллектуальная подсистема с шагом X относительно текущего состояния (значение влажности и температуры воздуха) ищет значение температуры, которое будет удовлетворять отношению $K \geq T_{ЛГУЗК} + R$ (текущая температура меньше граничного значения) или $K \leq T_{ПГУЗК} - R$ (текущая температура больше граничного значения). Если параметр L установлен в единицу (поиск решения проводится в зоне комфортности), то интеллектуальная подсистема ищет значение температуры, которое будет удовлетворять отношению $K \geq T_{ЛГЗК} + R$ или $K \leq T_{ПГЗК} - R$. По зоне влажности, получаемой по текущему значению влажности воздуха, определяется вид функции границ в данной зоне. Если удвоенный интервал запаса устойчивости ($2 \cdot R$) превышает значение разности границ в зоне, то есть интервал запаса устойчивости превышает интервал области комфортности, то значение температуры

устанавливается с максимально возможным запасом устойчивости - по центру области.

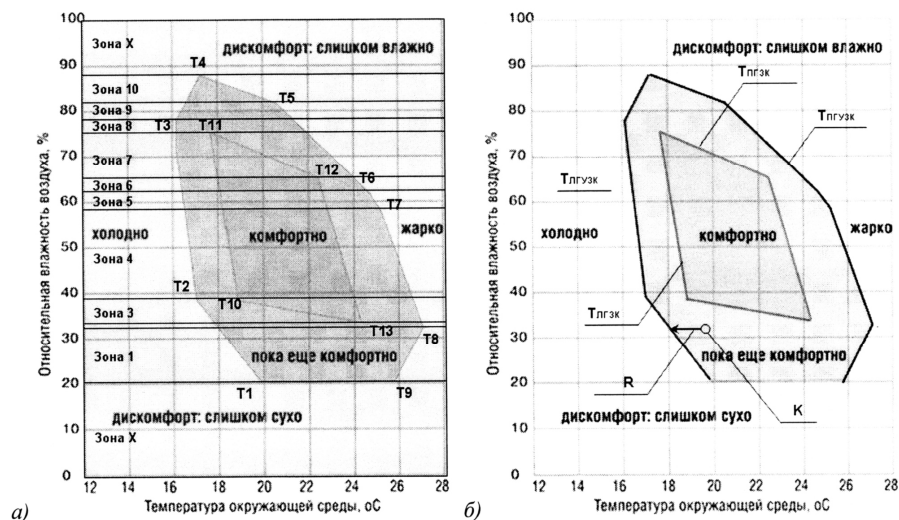


Рисунок 4 – а) Зоны влажности на графике комфортности. б) функции границ на диаграмме комфортности

Реализация подсистемы интеллектуального управления

Метод интеллектуального управления уставкой температуры реализован в учебно-методическом центре компании «Армо-Групп». Система вентиляции учебно-методического центра (УМЦ) имеет структуру, приведенную на рисунке 5. Локальная система управления вентиляционной установкой выполнена на программируемом логическом контроллере WAGO 750-819, с LonWorks интерфейсом. Диспетчеризация выполнена на основе: SCADA-системы PcVue 8.00 с VBA и сетевой технологии LonWorks. Алгоритм интеллектуального управления внедрен на уровне диспетчеризации в SCADA-систему, как подпрограмма.

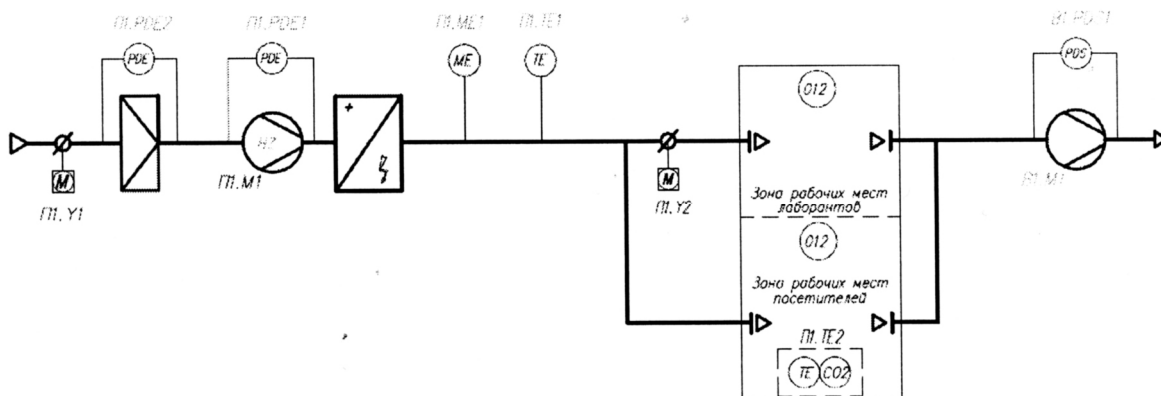


Рисунок 5 – Структурная схема системы вентиляции УМЦ «Армо-групп»

Подсистема интеллектуального управления (включая базу знаний) реализована на встроенном языке программирования SCADA-Basic [5].

Программное обеспечение запускается циклически с интервалом равным времени переходного процесса в контуре управления температурой.

Интеллектуальная подсистема в режиме реального времени отображает текущее состояние на диаграмме комфортности, что позволяет наглядно оценить текущее состояние микроклимата в обслуживаемом помещении. Управление осуществляется по датчику влажности П1.МЕ1 (рисунок 6). Имеется возможность программного отключения интеллектуального режима, и перехода на ручное управление уставкой температуры.

Интерфейс управления интеллектуальным режимом (рисунок 7) вызывается из основного окна мониторинга и управления системы вентиляции (рисунок 6). С его помощью можно задать следующие параметры интеллектуального режима:

- Включить/выключить подсистему интеллектуального управления
- Установить запас устойчивости подсистемы (R)
- Установить шаг поиска решения (X)
- Установить режим работы алгоритма (L)



Рисунок 6 – Основной интерфейс мониторинга и управления вентиляционной установкой

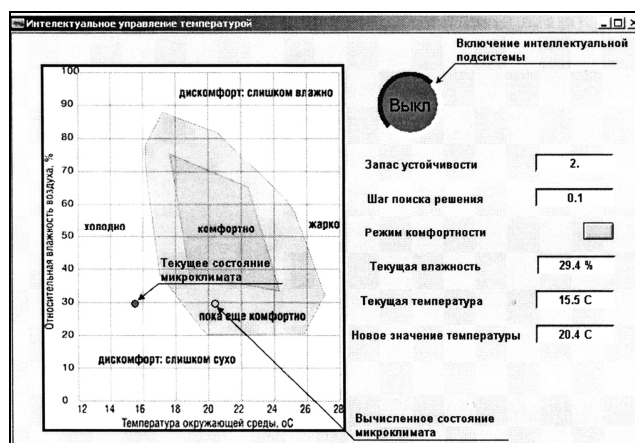


Рисунок 7 – Интерфейс подсистемы интеллектуального управления уставкой температуры

На мнемосхеме можно в реальном времени увидеть текущее состояние микроклимата. Если включена подсистема интеллектуального управления, на диаграмме комфортности отображается новое состояние, в которое переходит система.

Заключение

Система интеллектуального управления микроклиматом позволяет автоматизировать процесс поиска и создания комфортных условий в обслуживаемом помещении, устранить человеческий фактор в выборе комфортного микроклимата. Для реализации системы достаточным условием является наличие каналов: мониторинга температуры, управления температурой и канала мониторинга влажности. Интеллектуальная система не зависит от локальной системы управления вентиляционной установкой, что позволяет реализовывать в качестве алгоритма системы диспетчеризации.

Использование достижений современных исследований в области санитарно-гигиенических норм эксплуатации помещений повысит работоспособность и положительно отразится на здоровье людей.

Литература

1. Макаров И.М., Лохина В.М. Интеллектуальные системы автоматического управления, ISBN 5-9221-0162-5. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Сс. 15-24.
2. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. // Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха, ISBN 966-8571-15-0. – К.: ТОВ Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2005. – Сс. 521-527.
3. Беккер А. Системы вентиляции, ISBN 5-94836-047-4. – М.: Техносфера Евроклимат, 2005. – Сс. 18-21.
4. Крыштафович А.Н. Формирование базы знаний организации: теоретические основы, практические методы. – Минск: Банкаўскі веснік, ЖНІВЕНЬ, 2008 август. №22 (432). – Сс. 38-44.
5. Колтунцев А.В., Золотарев С.В. Применение SCADA-пакета PcVue для создания распределенных систем управления. – М.: Автоматизация в промышленности, 2008 октябрь №10. – Сс. 36-39.