

Рис. 15. Снижение согласованности мнений экспертной комиссии в зависимости от числа ошибок, допущенных каждым экспертом. Синей линией (маркером) отображены мнения 19-ти экспертов. Оранжевой – 13-ти экспертов и серой – 7-ми. Там же приведена линейная аппроксимация этих зависимостей

Практически, используя предложенный в работе математический подход, можно не только сократить число экспертов в 2.5 раза, но и допустить, что каждый из них имеет право на 1-2 ошибки в подобном тесте.

Существенно, что различные способы представления данных, использованные в работе, облегчают и ускоряют анализ экспертных мнений.

Заключение

Результаты экспертного опроса, выполненные по классическому и детализованному алгоритму, в целом согласуются: мнения экспертного сообщества в вопросе относительной значимости опасности и вредности отдельных производственных факторов непротиворечивы.

Однако, в отличие от классического, предлагаемый метод позволил легко выявить недостаточно согласных экспертов. Предложенные здесь алгоритмы выявления противоречивых данных основаны на целевом раскрытии

корреляционных матриц и удобных лепестковых диаграммах. Такой подход снимает всякие ограничения на число анализируемых факторов и привлекаемых экспертов.

Обнаруженные в ходе компьютерного эксперимента возможности разработанных алгоритмов подтверждают их пригодность для оптимизации экспертных групп и процедур.

Список первоисточников

1. Захарова О.А., Селихина А.В. Моделирование информационно-аналитической систем машиностроения производственной безопасности на основе экспертных оценок. Вестник ДГТУ №1, 2020г.
2. Гельман В. Я. Решение математических задач средствами Excel. Практикум. Учебник для ВУЗов – Санкт-Петербург: 2003.-240 с.
3. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере. ИНФРА-М, 2002.-528с.

УДК 62-533.65
ГРНТИ 75.31.25

Chermalykh A.V.

*candidate of engineering sciences, associate professor
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

Brovko V.O.

*postgraduate at the department of automation control of electrotechnical systems
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

THE AIR EXCHANGE CONTROL SYSTEM IN PUBLIC AREAS DEPENDING ON TEMPERATURE AND HUMIDITY

Чермалых Александр Валентинович

к.т.н., доц.

Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского

Бровко Валерия Олеговна

*аспирант кафедры автоматизации управления электротехническими комплексами
Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского*

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДУХООБМЕНА В ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Summary. The approach and a technique for monitoring and regulating two parameters of air, namely its temperature and humidity, of viewers stay in the visual hall of the cinema, are considered. To obtain quantitative indicators, the proposed simulation model of the air exchange control system in the visual hall of the cinema, taking into account the support of the necessary climatic conditions.

Аннотация. Рассмотрен подход и методика контроля и регулирования двух параметров воздуха, а именно его температура и влажность, которые влияют на комфортные условия пребывания людей в зрительном зале кинотеатра, который выбран в качестве объекта исследования. Для анализа динамики и получения количественных показателей по температуре и влажности предлагается имитационная модель системы регулирования воздухообмена в зрительном зале с учетом возможных изменений этих параметров.

Keywords: microclimate, air exchange, temperature, humidity, simulation model

Ключевые слова: микроклимат, воздухообмен, температура, влажность, имитационная модель

Актуальность. Обеспечение нужного климатического режима в зрительном зале кинотеатра является мероприятием, требующим особого подхода, поскольку большое количество людей достаточно долгое время находится в одном закрытом помещении. Основными параметрами, которые влияют на комфортные климатические условия пребывания зрителей в зале кинотеатра являются качество воздуха (его газовый состав), температура и влажность.

Чистый теплый воздух в кинотеатре позволит чувствовать себя зрителю уютно и комфортно. Это особенно важно, если предполагается, что перед сеансом зритель должен оставлять свою верхнюю одежду в гардеробе. Поэтому необходимо уделить особое внимание вентиляции зрительного зала, в том числе, учитывая климатические условия региона, его обогрева теплым воздухом, а также в совокупности вентиляции киноаппаратной, а также фойе кинотеатра (тепловые завесы в зимний период).

Цель и задачи. Повышение безопасности и уровня комфортности зрителей за счет регулирования воздухообмена в общественных помещениях с учетом поддержания необходимых параметров микроклимата.

Основные задачи следующие:

- определить основные показатели качества воздуха, которые влияют на микроклимат в общественных помещениях;

- разработать имитационную модель для исследования каналов управления температурным режимом и влажностью в зале кинотеатра.

Материал и результаты исследований. Рекомендуемые значения температуры воздуха в общественных помещениях согласно отечественным нормам находятся в пределах 20-22 °С – в холодный период года и 22-25 °С – в теплый период года. Относительная влажность воздуха должна удовлетворять комфортным условиям нахождения зрителей в зале кинотеатра. В дневное время она должна достигать приблизительно 25-30%, а при отключении вентиляции во время последнего сеанса влажность поднимается до 40-50%. [1]

Регулировать температуру в зале кинотеатра целесообразно в канале управления калорифером, изменяя количество теплоносителя (воды или пара).

Для исследования канала управления температурным режимом T в зале кинотеатра синтезирована имитационная модель на основе общих положений [2, 3, 4, 5], которая представлена на рис. 1.

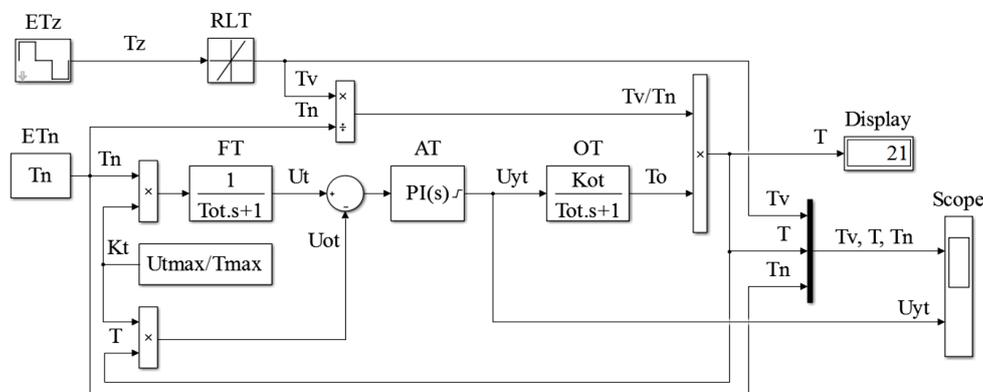


Рис. 1. Модель канала регулирования температуры воздуха в зале кинотеатра

Основные функциональные элементы модели:
 OT - объект канала регулирования температуры воздуха с общим коэффициентом

передачи $K_{ot} = T_n / U_{y\max}$ и постоянной времени $T_{ot} = 320$ с, где $T_n = 21^\circ\text{C}$ - номинальная нормированная величина температуры воздуха для комфортных

условий пребывания людей при допустимом диапазоне изменения температуры от $T_{min} = 19^{\circ}\text{C}$ до $T_{max} = 23^{\circ}\text{C}$, $U_{y_{max}} = 10$ В – максимальное значение сигнала управления;

AT – пропорционально-интегрирующий регулятор температуры;

FT – фильтр на входе системы управления для уменьшения перерегулирования по температуре;

ET_n – блок задания нормированного оптимального значения температуры T_n в зале кинотеатра;

ET_z – блок имитации ступенчатого изменения температуры в зале $T_z = 21,0; 22,5; 21,0; 19,5; 21,0$ $^{\circ}\text{C}$;

RLT – элемент формирования линейной зависимости изменения температуры в зале T_v во времени.

Алгоритм функционирования модели:

$0 \leq t < 3000$ с – постепенный рост температуры до номинального значения 21°C ;

$3000 \leq t < 4000$ с – увеличение температуры в зале до $22,5^{\circ}\text{C}$;

$4000 \leq t < 5000$ с – уменьшение температуры до номинальной;

$5000 \leq t < 6000$ с – уменьшение температуры до $19,5^{\circ}\text{C}$;

$6000 \leq t < 7000$ с – увеличение температуры до нормированного значения;

$t = 7000$ с – завершение процесса моделирования.

Двухканальный осциллограф Score позволяет отследить динамику поведения системы регулирования температуры с изменением во времени следующих параметров: температуры в зале T_v , фактической температуры T и ее нормированного значения T_n , а также сигнала U_{yt} на выходе регулятора температуры. Указанные зависимости изображены на рис. 2 в виде графиков.

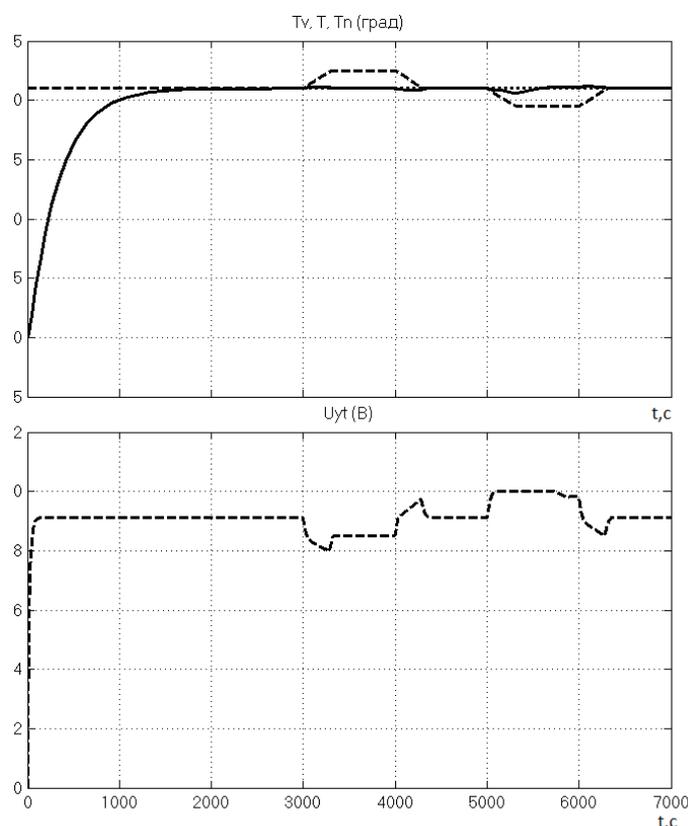


Рис. 2. Графики изменения переменных канала регулирования температуры: $T_v(t)$, $T(t)$, $T_n(t)$, $U_{yt}(t)$

На первом входе: $T_v(t)$ – пунктирная линия, $T(t)$ – сплошная линия, $T_n(t)$ – штрих-пунктирная линия. На втором входе: $U_{yt}(t)$ – пунктирная линия.

Диаграммы температур наглядно отражают возможность настройки системы таким образом, чтобы обеспечить в каждый момент времени поддержание необходимой нормированной температуры в 21°C . Это подтверждают показания цифрового измерителя *Display* (см. рис. 1).

Графическая зависимость $U_{yt}(t)$ отображает характер изменения сигнала управления на выходе регулятора температуры, который в реальной

системе фактически подается на вход электропривода клапана регулирования количества теплоносителя на входе калорифера.

Поскольку в природе резкого изменения влажности не происходит, то для упрощения системы и повышения энерго- и ресурсосбережения имеется возможность построения системы с релейным принципом регулирования влажности.

Синтезирована имитационная модель такой системы для исследования канала контроля и

регулирования влажности H в зале кинотеатра, которая представлена на рис. 3.

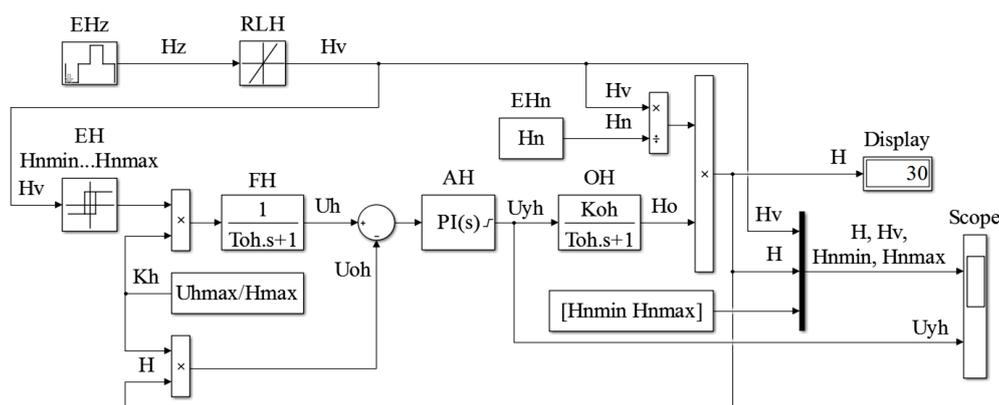


Рис. 3. Модель канала контроля и регулирования влажности воздуха в зале кинотеатра

Основные функциональные элементы модели:

OH - объект канала регулирования влажности воздуха с общим коэффициентом передачи $K_{oh} = H_n / U_{y_{hmax}}$ и постоянной времени $T_{oh} = 320$ с, где $H_n = 40\%$ - номинальная нормированная величина влажности воздуха для комфортных условий пребывания людей, $U_{y_{hmax}} = 10$ В - максимальное значение сигнала управления;

AH - пропорционально-интегрирующий регулятор влажности;

FH - фильтр на входе системы управления для уменьшения перерегулирования по влажности;

EHn - блок задания нормированного оптимального значения влажности в зале кинотеатра;

EHz - блок имитации ступенчатого изменения влажности в зале $H_z = 40, 25, 40, 55, 40, 25\%$;

RLH - элемент формирования линейной зависимости изменения влажности H_v во времени;

EH - релейный элемент, обеспечивающий переключение и поддержание в допустимом нормированном диапазоне изменения влажности от $H_{nmin} = 30\%$ (нижняя граница) до $H_{nmax} = 45\%$ (верхняя граница).

Алгоритм функционирования модели:

$0 \leq t < 3000$ с - постепенный рост влажности до нормированного минимального значения 30% ;

$3000 \leq t < 5000$ с - уменьшение влажности в зале до 25% ;

$5000 \leq t < 7000$ с - увеличение влажности до номинального значения 40% ;

$7000 \leq t < 9000$ с - увеличение влажности до 55% ;

$9000 \leq t < 11000$ с - уменьшение влажности до номинальной 40% ;

$11000 \leq t < 14000$ с - уменьшение влажности в зале до 25% ;

$t = 14000$ с - окончание процесса моделирования.

Двухканальный осциллограф $Scope$ предоставляет возможность отслеживать динамику поведения системы регулирования влажности при изменении во времени: влажности в зале H_v , фактической влажности H и ее нормированных допустимых значений H_{nmin} и H_{nmax} , а также сигнала U_{yh} на выходе регулятора влажности. Указанные зависимости изображены на рис. 4 в виде графиков.

На первом входе: $H_v(t)$ - пунктирная линия, $H(t)$ - сплошная линия, $H_{nmin}(t)$ и $H_{nmax}(t)$ - штрих-пунктирные линии.

На втором входе: $U_{yh}(t)$ - пунктирная линия.

Диаграммы влажности отображают настройку системы таким образом, чтобы обеспечить в каждый момент времени поддержание значений влажности в пределах коридора H_{nmin} и H_{nmax} . Переход на эти ограничения происходит в случае, когда значение влажности выходят за эти пределы. Если влажность становится меньше нижней границы - поддерживается $H = H_{nmin} = 30\%$, а в случае, когда влажность становится больше верхней границы - поддерживается $H = H_{nmax} = 45\%$. Это подтверждают для нижней границы диапазона показания цифрового измерителя $Display$ (см. рис. 3).

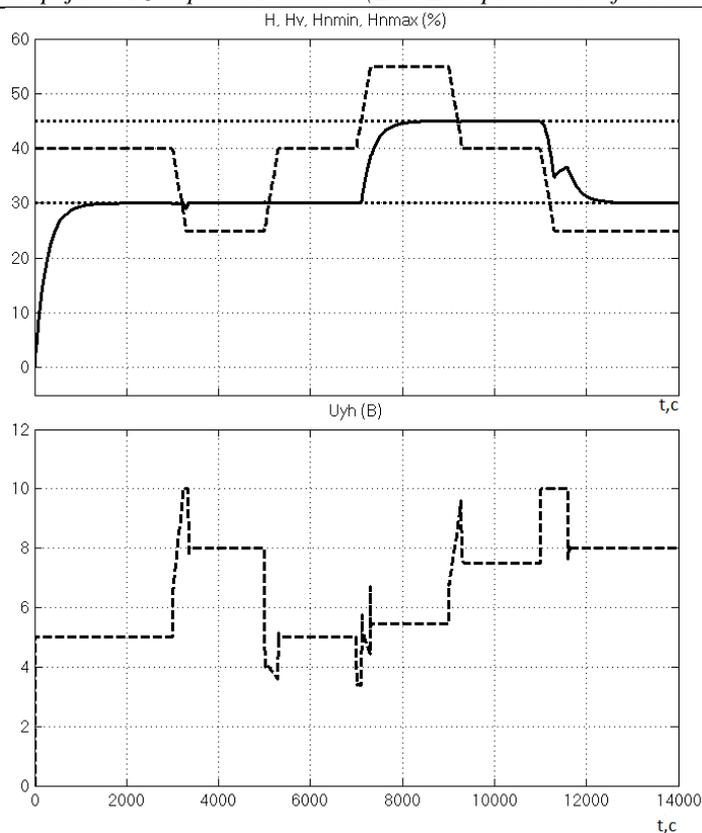


Рис. 4. Графики изменения переменных канала регулирования влажности:
 $H_v(t), H(t), H_{nmin}(t), H_{nmax}(t), U_{yh}(t)$

Графическая зависимость $U_{yh}(t)$ отображает характер изменения сигнала управления на выходе регулятора влажности, который в реальной системе фактически подается на вход привода клапана регулирования количества увлажнителя в камере орошения - пара или водяной пульпы.

Выводы. Для анализа динамики и получения количественных показателей по температуре и влажности была разработана имитационная модель системы регулирования воздухообмена в зрительном зале с учетом возможных изменений этих параметров. Канал регулирования температуры позволяет поддерживать постоянное нормированное значение за счет изменения количества теплоносителя на входе калорифера. Канал контроля и регулирования влажности воздуха реализует релейный принцип управления,

поддерживая значение влажности на уровне нормируемых возможных значений.

Список литературы:

- СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования»
 Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7: Самоучитель. – М.: ДМК-Пресс, 2008. – 784 с.
 Дьяконов В.П. MATLAB и Simulink в электроэнергетике. Справочник [Текст] / В.П. Дьяконов, А.А. Пеньков. – М.: Горячая линия, 2009. – 816 с.
 Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.
 Цыганков А.В. Состояние и перспективы развития систем кондиционирования. Вестник Мах №4 — С. 47–50.