

УДК 519.8 681.5

А.В. Черников

E-mail: arsenyperm@mail.ru

Пермский государственный университет

Моделирование подсистемы создания влажности и поддержания
влажности при изменении внешних климатических параметров
глобальной системы управления климатом.

Аннотация. В статье рассматривается комплексный подход к построению системы создания, поддержания влажности в помещении, с помощью Н и Т – логики. Рассматривается пример работы данной системы. Сделаны выводы о применимости системы.

Ключевые слова: климатотехника, нечеткая логика, влажность помещения, системы управления.

1. Введение. Одной из составляющих неотъемлемых частей нашей повседневной жизни является климат, особенно помещения, в которых мы находимся большую часть нашего повседневного времени. Движение воздушных масс, температура, влажность все это очень сильно воздействует на нас. Поэтому очень важно и необходимо поддерживать необходимый режим климата, комфортный для вас, в вашем доме/квартире.

Цель данной работы: создать модель системы создания необходимой влажности в помещении, автоматически поддерживающей заданную влажность при изменении внутренних/внешних параметров климата, для этого применить комплексный подход, то есть постараться использовать для первой и второй части задачи оптимальные методы их решения.

2. Проблемы создания и поддержания комфортного климата. На III конференции – конкурсе грантов аспирантов и молодых ученых механико-математического факультета Пермского государственного университета мною был сделан доклад на тему: «Система управления климатом в помещении, основанная на нечеткой логике» (3), в которой была обозначена задача создания комфортного климата в помещении с помощью нечеткой логики и построена данная система. Но проблема создания комфортного климата влечет за собой и другую неименно важную проблему: достижение комфортных климатических параметров и поддержание их. В данной статье будем рассматривать систему создания и поддержания влажности.

Система управления климатом помещения – сложная система, которая включает в себя: системы управления влажностью, температурой и скоростью воздушных масс. Разработка данных систем – процесс сложный и требующий в каждом случае своего конкретного подхода. Рассмотрим в разрезе среднестатистическое помещение.

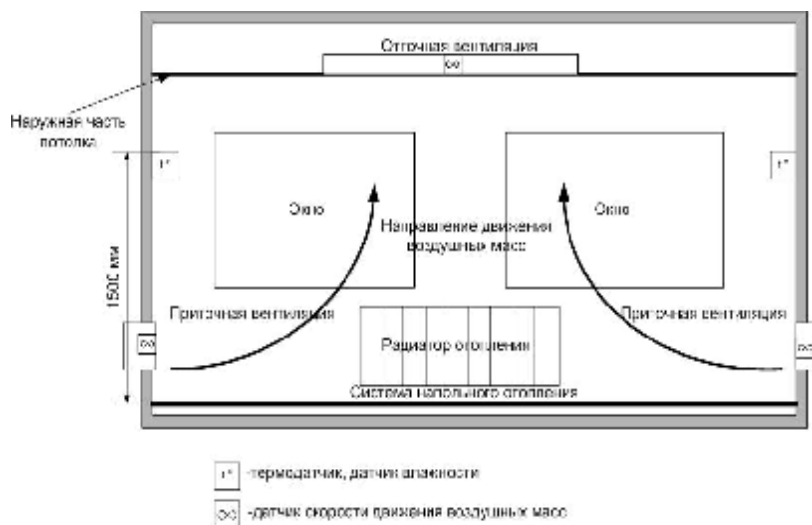


Рис. 1. Помещение в разрезе

Как видно на рис. 1 в помещении присутствуют все три заложенные ранее системы, необходимые для поддержания климата. Система управления температурой основана на: теплом поле – основа системы, радиатора отопления – включается только при недостижимости поставленного результат другими источниками тепла и воздуха поступающего из каналов вентиляции. В помещении на высоте 1500 мм на стенах расположены датчики температуры, это сделано из соображения снятия средней температуры помещения, и датчики скорости воздушных масс на входе/выходе отточной/приточной вентиляции. Система управления влажностью: приточная и отточная вентиляция (сложная система приточной вентиляции). Система управления скоростью воздушных масс: приточная и отточная вентиляция, причем приточная вентиляция работает так, что скорость на выходе канала в помещении не более 1 м/с, отточная – может более 1 м/с. Далее будет рассмотрена только система создания и поддержания необходимой влажности в помещении.

Система управления влажностью – одна из важнейших подсистем системы управления климатом, которая входит в общую систему вентиляции помещения. Наилучший результат позволяет дать система, которая имеет два входных канала, связанных в один: чтобы забирать с одной стороны влажный ионизированный воздух, с другой стороны сухой воздух. В основном канале, после объединения двух

входных каналов заслонками, находятся фильтры, нагревательные, охлаждающие элементы, датчики и увлажнители воздуха.

3. Применение системного подхода к решению задачи создания и поддержания необходимой влажности в помещении при изменении внешних климатических параметров.

3.1. Система управления изменением влажности.

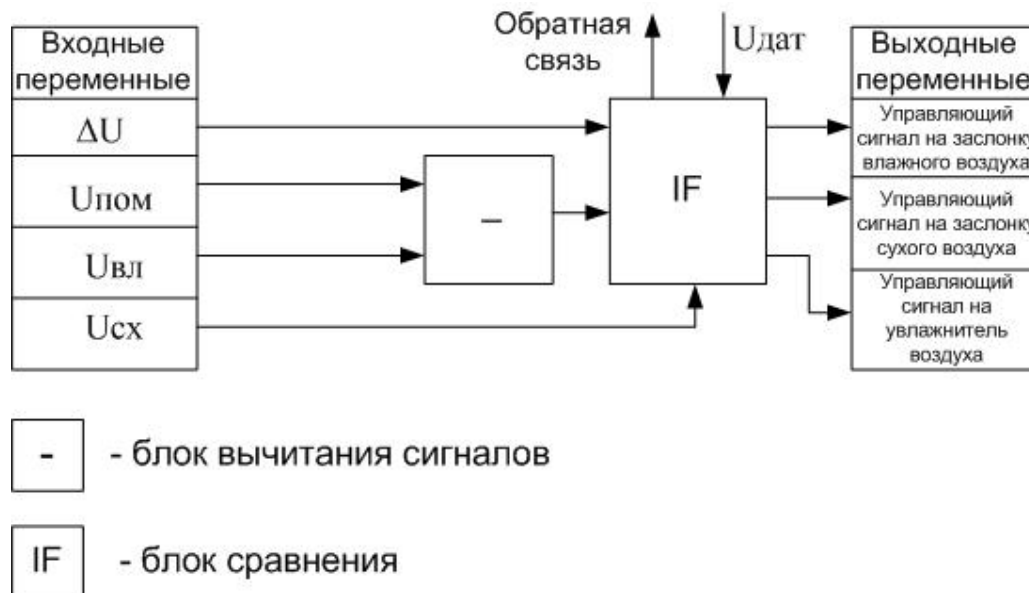


Рис. 2. Принципиальная рабочая схема сигналов и их обработки, где $U_{\text{пом}}$ - влажность в помещении на данный момент, $U_{\text{вл}}$ - влажность на входе в воздухопровод с влажным воздухом, $U_{\text{сх}}$ - влажность на входе в воздухопровод с сухим воздухом, ΔU - сигнал от системы управления климатом, $U_{\text{дат}}$ - влажность в помещении на данный момент

Схема представленная на рис. 2 работает следующим образом:

- при возникновении сигнала ΔU больше или меньше нуля система вычитает сигналы $U_{\text{пом}}$ и $U_{\text{вл}}$ в блоке вычитания сигналов,
- результат вычитания и ΔU подаются на вход блока сравнения,
- в блоке сравнения происходит выбор алгоритма (табл. 1), отслеживаются изменения влажности и подаются управляющие сигналы заслонками влажного, сухого воздуха и увлажнителя,
- после завершения процесса изменения влажности подается сигнал на основной контроллер о выполнении данной операции (рис.2 Обратная связь).

ΔU	Знак результата выполнения процесса блоком вычитания	Команды (К1), подаваемые на устройство управления	Условия (У1) прекращения предыдущей команды (К1)	Команды (К2), после выполнения условия
<0	<0 ($0,8 \cdot U_{вл} > U_{пом} - \Delta U$)	Заслонка СХ открыта полностью; заслонка ВЛ закрыта полностью.	$U_{дам} = U_{пом} - \Delta U + 5\%$	Заслонка ВЛ открыта на 80%; заслонка СХ открыта на $b = 0,8 \cdot (U_{вл} - U_{пом}) / (U_{пом} - U_{сх} - \Delta U)$
<0	>0 ($U_{вл} < U_{пом} - \Delta U$)	Заслонка СХ открыта полностью; заслонка ВЛ закрыта полностью.	$U_{дам} = U_{пом} - \Delta U + 5\%$	Заслонка ВЛ открыта полностью; заслонка СХ закрыта полностью; увлажнитель включен на разницу $b = (U_{пом} - \Delta U) - U_{вл}$
>0	<0 ($0,8 \cdot U_{вл} > U_{пом} + \Delta U$)	Заслонка ВЛ открыта полностью; заслонка СХ закрыта полностью.	$U_{дам} = U_{пом} + \Delta U - 5\%$	Заслонка ВЛ открыта на 80%; заслонка СХ открыта на $b = 0,8 \cdot (U_{вл} - U_{пом}) / (U_{пом} - U_{сх} + \Delta U)$
>0	>0 ($U_{вл} < U_{пом} + \Delta U$)	Заслонка ВЛ открыта полностью; заслонка СХ закрыта полностью.	$U_{дам} = U_{пом} + \Delta U - 5\%$	Заслонка ВЛ открыта полностью; заслонка СХ закрыта полностью; увлажнитель включен на разницу $b = (U_{пом} + \Delta U) - U_{вл}$

Табл. 1. Алгоритмы работы блока «IF», где СХ – сухой воздух, ВЛ – влажный воздух, где $V_{тр}$ объем входной трубы СХ/ВЛ

Стоит обратить внимание на то, откуда берется выражение: $b = 0,8 \cdot (U_{вл} - U_{пом}) / (U_{пом} - U_{сх} - \Delta U)$. Влажность зависит от массы воздуха, прошедшего через трубы за единицу времени, и следовательно от объема воздушных масс и количества паров воды в воздухе. Если две трубы (СХ и ВЛ) сходятся в один объем, причем площадь поперечного сечения труб одинакова, то конечную влажность можно найти по формуле: $U_{пом} = U_{сумм} / (\% \text{ откp. засл.}) = (a \cdot U_{вл} + b \cdot U_{сх}) / (a + b)$, где а, b – процент открытия соответствующих заслонок. Заслонка канала ВЛ специально открывается на 80 %, чтобы осталась возможность регулирования этим параметром в дальнейшем. Итак, как работает блок «IF». После поступления сигналов с блока вычитания и с основного контроллера (нечеткого):

- сначала проверяется, достижима ли необходимая влажность: $U_{пом} > = (0,8 \cdot U_{вл} + U_{сх}) / 2$, если условие выполняется, то система переходит к следующему пункту работы, если нет – воздух в СХ канале подается в фильтры, где искусственно снижается влажность до такого уровня, чтобы удовлетворял: $U_{пом} = (0,8 \cdot U_{вл} + 0,5 \cdot U_{сх}) / 2$,
- смотрится знак ΔU и результата вычитания,
- находится необходимая команда К1, которая подается на заслонки СХ и ВЛ, и увлажнитель сигналы о работе,
- по достижению условия У1 происходит прекращение выполнения команды К1 и начало выполнения команды К2.

Но влажность важно не только установить на определенный уровень, но и уметь правильно и эффективно поддерживать в установленном диапазоне, что и будет рассмотрено далее.

3.2. Система поддержания влажности в помещении.

Система будет строиться аналогичным образом, что и система управления климатом в помещении (3): будут включены все те же методы. Но система разделена на две подзадачи: систему управления влажностью, когда меняется влажность только в помещении и систему управления влажностью, когда влажность меняется в каналах. В данной работе будет рассмотрена только вторая система, так как данная система более наглядно показывает все преимущества Н-логики в решении данной задачи. В системе входных сигналов два - изменение влажности в канале ВЛ и изменение влажности в канале СХ; выходные сигналы – процент открытия заслонки СХ, процент открытия заслонки ВЛ, процент включения увлажнителя.

3.2.1. Фаззификация

В процессе фаззификации в качестве терм - множества лингвистических переменных будем использовать множества: изменение влажности в канале СХ - $U_{сх}$ с функциями принадлежности, изображенными на рис. 3; изменение влажности в канале ВЛ - $U_{вл}$ с функциями принадлежности, изображенными на рис. 4; процент включения увлажнителя/осушителя - $V_{ув}$ с функциями принадлежности, изображенными на рис. 5; процент открытия заслонки СХ - $V_{сх}$ функциями принадлежности, изображенными на рис. 6; процент открытия заслонки ВЛ – $V_{вл}$ с функциями принадлежности, изображенными на рис. 7.

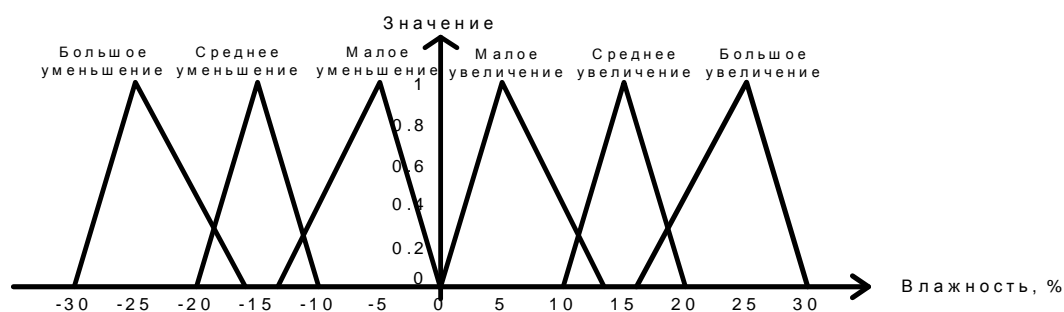


Рис. 3. Графики функций принадлежности для терма лингвистической переменной «изменение влажности в канале СХ»

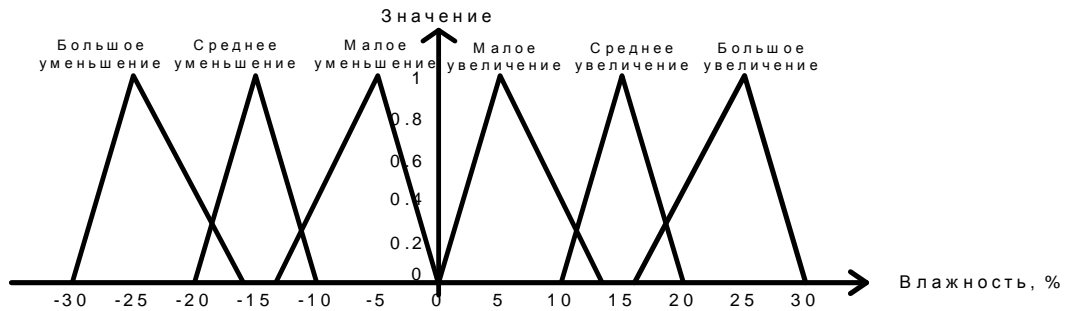


Рис. 4. Графики функций принадлежности для термина лингвистической переменной «изменение влажности в канале ВЛ»

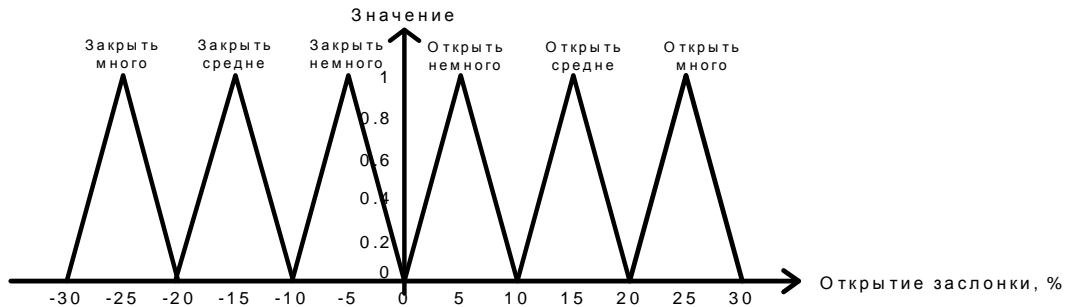


Рис. 5. Графики функций принадлежности для термина лингвистической переменной «процент открытия заслонки СХ»

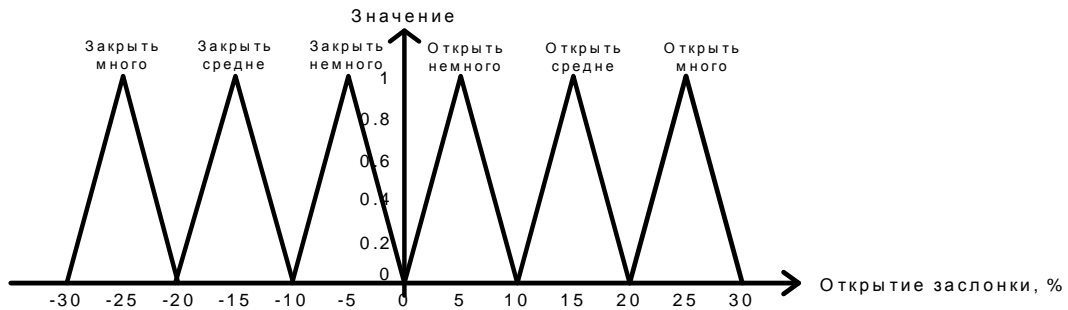


Рис. 6. Графики функций принадлежности для термина лингвистической переменной «процент открытия заслонки ВЛ»

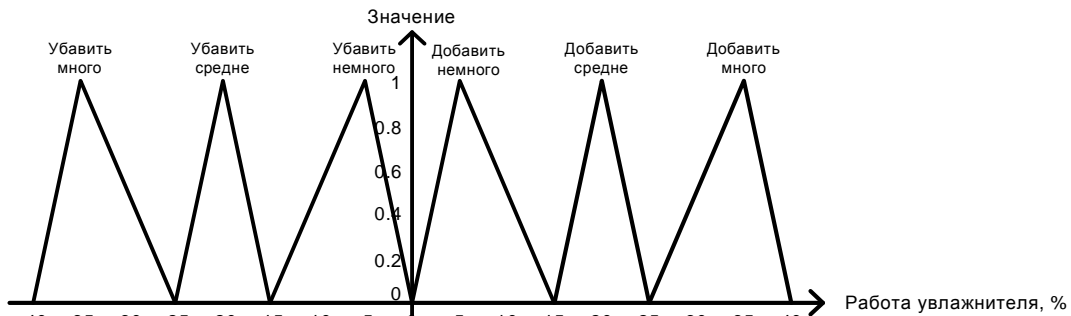


Рис. 7. Графики функций принадлежности для термина лингвистической переменной «процент включения увлажнителя/осушителя»

Далее построим базу нечетких лингвистических правил для работы системы, которая является связью между лингвистическими переменными на входе системы и выходе системы.

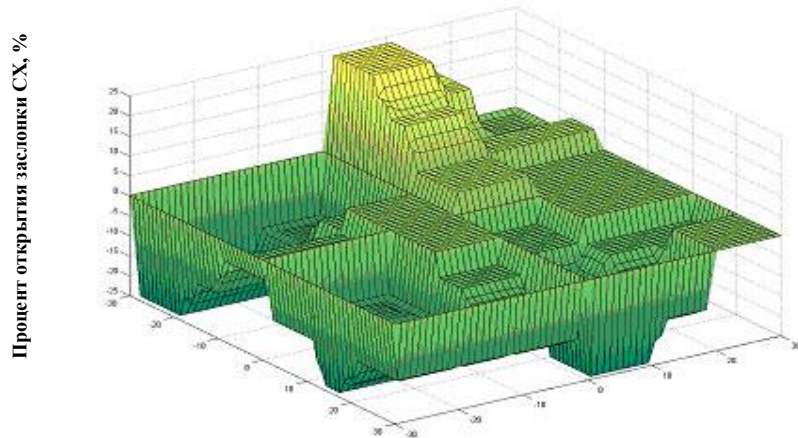
3.2.2. База правил

№	$\Delta U_{сх}$	$\Delta U_{вл}$	%U _{сх}	%U _{вл}	Увлажн	№	$\Delta U_{сх}$	$\Delta U_{вл}$	%U _{сх}	%U _{вл}	Увлажн
1	БУ	БУ	ЗМ	-	ДС	19	МВ	БУ	ОМ	-	-
2	БУ	СУ	ЗС	-	ДС	20	МВ	СУ	ОС	-	-
3	БУ	МУ	ЗН	-	ДС	21	МВ	МУ	ОН	-	-
4	БУ	МВ	ЗС	-	ДС	22	МВ	МВ	ЗН	-	-
5	БУ	СВ	ЗМ	-	ДС	23	МВ	СВ	ЗС	-	-
6	БУ	БВ	ЗС	-	ДМ	24	МВ	БВ	ЗМ	-	-
7	СУ	БУ	ЗМ	-	ДН	25	СВ	БУ	ОС	ЗН	-
8	СУ	СУ	ЗС	-	ДН	26	СВ	СУ	ОН	ЗН	-
9	СУ	МУ	ЗН	-	ДН	27	СВ	МУ	-	ЗН	-
10	СУ	МВ	ЗС	-	ДН	28	СВ	МВ	-	ЗН	-
11	СУ	СВ	ЗМ	-	ДН	29	СВ	СВ	ЗН	ЗН	-
12	СУ	БВ	ЗС	-	ДС	30	СВ	БВ	ЗС	ЗН	-
13	МУ	БУ	ЗС	-	ДН	31	БВ	БУ	ОС	ЗС	-
14	МУ	СУ	ЗН	-	ДН	32	БВ	СУ	ОН	ЗС	-
15	МУ	МУ	-	-	ДН	33	БВ	МУ	-	ЗС	-
16	МУ	МВ	-	-	ДН	34	БВ	МВ	-	ЗС	-
17	МУ	СВ	ЗН	-	ДН	35	БВ	СВ	ЗН	ЗС	-
18	МУ	БВ	ЗС	-	ДН	36	БВ	БВ	ЗС	ЗС	-

Табл. 2. База правил, где $\Delta U_{сх}$, $\Delta U_{вл}$ – изменение влажности в каналах СХ и ВЛ; %U_{сх}, %U_{вл} – процент открытия заслонок каналов СХ и ВЛ; Увлажн – процент вкл. увлажнителя; БУ – большое уменьшение; СУ – среднее уменьшение; МУ – малое уменьшение; МВ – малое увеличение; СВ – среднее увеличение; БВ – большое увеличение; ЗМ – закрыть много; ЗС – закрыть средне; ЗН – закрыть немного; ОН – открыть немного; ОС – открыть средне; ОМ – открыть много; ДС – добавить средне; ДН – добавить немного; ДМ – добавить много

3.2.3. Дефаззикация

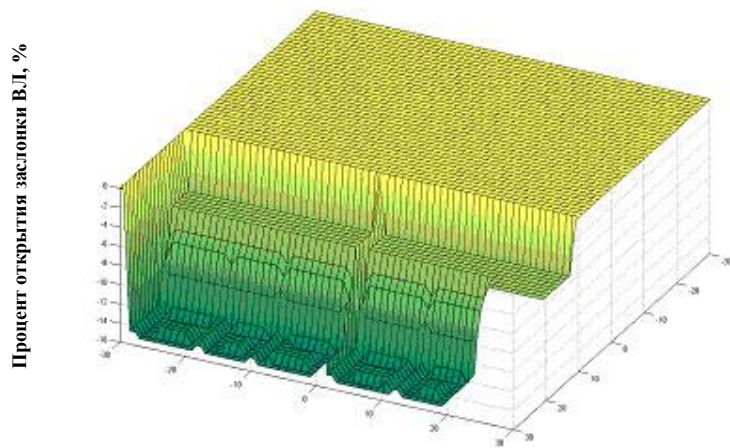
Процесс дефаззикации производится методом Мамдани и аналогичен подобному процессу для системы управления климатом (3. Далее рассмотрим графики изменения выходных параметров от входных. Эмулируем данную систему в программном пакете MatLab; внесем корректировку: все полученные значения округлим до целочисленных значений, до ближайших минимальных целых. Корректировка сделана для того, исключить дробные значения, так как подобная точность не нужна в системе.



Изменение влажности в канале СХ, %

Изменение влажности в канале ВЛ, %

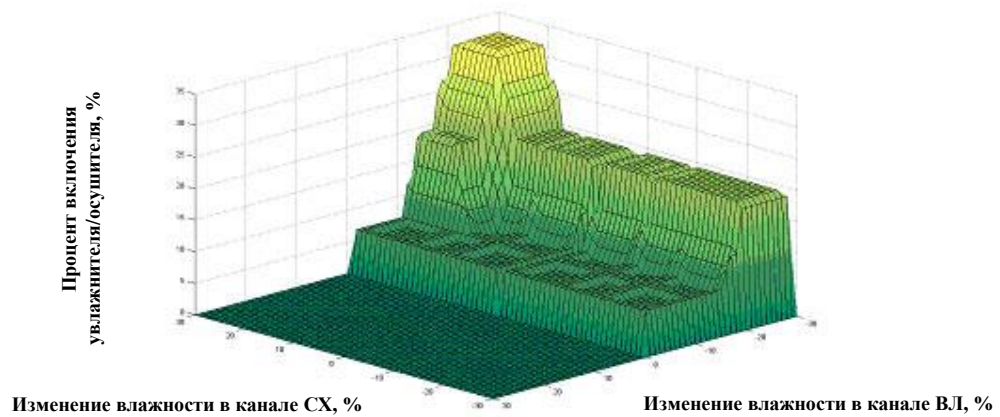
Рис. 8. График зависимости изменения процента открытия заслонки СХ от изменения влажности в канале СХ и изменения влажности в канале ВЛ



Изменение влажности в канале СХ, %

Изменение влажности в канале ВЛ, %

Рис. 9. График зависимости изменения процента открытия заслонки ВЛ от изменения влажности в канале СХ и изменения влажности в канале ВЛ



Изменение влажности в канале СХ, %

Изменение влажности в канале ВЛ, %

Рис. 10. График зависимости изменения процента включения увлажнителя/осушителя от изменения влажности в канале СХ и изменения влажности в канале ВЛ

3.2.4. Рассмотрение графиков, выводы

Из графиков видно, что система управляет всеми тремя выходными сигналами при определенных входных сигналах. Такое управление эффективно с точки зрения достижения цели, так как позволяет более просто, быстро и как показало практическое применение энергоэффективно достигать поставленного результата.

Для примера рассмотрим случай: влажность в канале ВЛ – 80%; в канале СХ – 40%; в помещении установлена – 63% (то есть по формуле (1) заслонка ВЛ открыта на 80% и дает 65%, заслонка СХ открыта на 57%), влажность в канале СХ уменьшилась на 10%, а влажность в канале ВЛ не изменилась. Теоретически система должна изменением процента открытия заслонок поддержать влажность на необходимом уровне. Процесс поиска выходных сигналов аналогичен такому же процессу для системы управления климатом. В результате получаем следующие результаты: заслонка канала ВЛ не меняет положение; заслонка канала СХ открывается на 5%, что компенсирует изменение влажностей в каналах СХ и ВЛ (из формулы: $U_{ном} = U_{сумм} / (\% \text{ откр. засл.}) = (a \cdot U_{вл} + b \cdot U_{сх}) / (a + b)$); увлажнитель/осушитель не изменяет режима работы. По формуле (1) получаем: $U_{ном} = (72\% + 18\%) / (0,8 + 0,62) = 63\%$. В результате, получаем, в системе вентиляции будет значение влажности – 63%, что теоретически верно и равно начальному значению влажности с 5% заложенной ошибкой.

4. Общие выводы

Итак, в результате проделанной работы получена теоретическая модель системы управления влажностью при изменении внешних параметров климата. Выделим отдельно плюсы применения нового метода (Н-логики) и системного подхода в целом в построении систем управления:

- 1) Простота разработки системы: система строится на понятных интуитивно правилах, минимальное количество знаний о процессах.
- 2) Достигаемость результата: даже при достаточно приблизительном подборе терм – множеств переменных входных/выходных и построений их функция принадлежности система дает приемлемый результат для правильной работы.
- 3) Минимальное количество правил: система включает минимум необходимых правил. Для сравнения система управления скоростью воздушных масс построенная

на правилах ЕСЛИ...ТОГДА имеет минимум 3600 правил (входные параметры имеют шаг, через 1), система, построенная на нечеткой логике, имеет 36 правил (для данной системы).

4) Наличие микропроцессоров с заложенными методами нечеткой логики дает возможность реализации данных систем.

5) Система управления получается объединенная и более эффективная, так как в определенных случаях в ней используется для управления Т-логика, в других Н-логика. Это дает преимущество скорости и эффективности обработки информации и так же модульность конечной аппаратной части. Последнее является неоспоримым плюсом в разработке аппаратных средств данной системы.

6) В системы заложены условия приведения к целочисленным значениям, что упростит работу аппаратной стороны проекта.

Так же стоит отметить, что каждая из представленных систем управления имеет свои отдельные регистрирующие устройства и устройства управления, что позволяет отдельно друг от друга производить операции управления параметрами климата, и при возникновении воздействий одной системы на другую возвращать параметры к первоначальным, не воздействуя на другие параметры. Последнее является неоспоримым огромным плюсом построенной системы, дает достаточную гибкость управления, уменьшает энергопотребление системы.

5. Заключение

В результате проведенной работы разработаны модели: создания влажности в помещении, основанная на Т – логике; автоматического поддержания влажности в помещении, основанная на Н – логике; применен комплексный подход в решении общей задачи управлением влажностью и создана минимальная техническая модель поддержания климата/влажности в помещении.

Список литературы.

1. С. В. Зоколей. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой. М.: «Стройиздат», 1984. – 617 с.

2. А. В. Леоненков. Нечеткое моделирование в среде MatLab и FuzzyTech. СПб.: БХВПетербург, 2005. – 736 с.

3. А. В. Черников. Система управления климатом в помещении, основанная на нечеткой логике. III конференция-конкурс грантов аспирантов и молодых ученых механико-математического факультета Пермского государственного университета/

сборник тезисов научных докладов. Пермь: ООО «Учебный центр «Информатика»»,
2008. – 83 – 90 стр.