

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ГЕЛИОЛИМОНАРИЯХ

*К.Э.Боллиев преподаватель Узбекистан,  
Каршинский государственный университет.  
А.Х.Хошимов преподаватель Узбекистан,  
Каршинский государственный университет.*

**Аннотация:** В данной статье моделирование и оптимальное управления микроклиматом в гелиолимонариях.

**Ключевые слова:** Агротехнические нормы , активной облученности, прогноз, энергоэффективных системы, модели.

Сегодня 40 % мирового потребления энергии и около 30 % выбросов углекислого газа приходится на здания и сооружения. В современных зданиях обеспечение внутренних комфортных условий – сложная техническая задача, требующая обеспечения оптимальных значений всех факторов, влияющих на микроклимат, при ограничении потребления энергии. Оптимальными условиями являются такие, при которых обеспечена высокая работоспособность и безопасность здоровья человека. Поэтому снижение потребления энергии и сопутствующих выбросов парниковых газов в зданиях является актуальной задачей, которая обуславливает активную разработку новых вычислительных методов для энергоэффективных систем управления микроклиматом.

Ежегодно достаточно большое внимание уделяется качественному поддержанию микроклимата в тепличных предприятиях. Эффективное использование энергоресурсов и правильно выбранная технология поддержания микроклимата - вот основные составляющие, позволяющие существенно уменьшить себестоимость производимой продукции и повысить урожайность. Как объект управления температурным режимом современная теплица характеризуется не стационарностью параметров, вытекающих из особенностей технологии производства, и крайне неудовлетворительной динамикой. Агротехнические нормы предписывают высокую точность стабилизации температуры 87 (1°C), своевременное её изменение в зависимости от уровня фотосинтетически активной облученности, фазы развития растений и времени суток. Все эти обстоятельства предопределяют высокие требования к функционированию и качественному совершенствованию оборудования автоматизации.

Решение этой задачи представляет собой один из важных компонентов проектирования системы управления интеллектуальным зданием. В мире

накоплен значительный опыт проектирования систем управления ОВК, что приводит к экономии энергоресурсов в среднем на 8–12 % при обеспечении оптимальной комфортности для жителей в интеллектуальных зданиях и снижении сопутствующих выбросов парниковых газов.

Важным условием уменьшения трудоемкости проектирования таких систем является применение компьютерного моделирования, точность и адекватность используемых моделей микроклимата в помещении. Следует отметить особенность моделирования для систем управления микроклиматом по сравнению с моделями, используемыми при проектировании здания: необходимы математические модели, не требующие больших затрат времени на вычисления при высокой точности результатов. Учитывая неизбежное запаздывание регулирования по отношению к изменению параметров микроклимата, модель должна обеспечивать точный прогноз развития процесса.

Хорошие результаты дают инфракрасные датчики, но они дороги. Лучшее соотношение цена/качество имеют ультразвуковые датчики. Наиболее популярны гигрометры с двумя термосопротивлениями - сухим и влажным, их применяют там, где есть возможность организовать регулярную заправку датчика дистиллированной водой. Следует уделять внимание формированию температурного поля. Желательно, чтобы разница температур по горизонтали на площади теплицы 88 была не более 1°C, здесь помогут тихоходные рециркуляционные вентиляторы мощностью до 400 Вт с рабочим колесом 500 мм. Для защиты растений от солнечной радиации и в целом теплицы от потери тепла применяют защитные экраны, изготавливаемые с различными коэффициентами теплоизоляции и светоотражения. Один из способов применения экрана - неполное открытие, то есть когда его прозрачность не достаточна велика. Используя экран, надо иметь в виду, что наиболее оптимальная внешняя радиация составляет около 200 Вт/м, что играет важную роль при подборе прозрачности экрана. Для измерения содержания углекислого газа используется два способа: с помощью установленного датчика в теплице или путем взятия пробы и доставки ее из теплицы к прибору. В настоящее время сложились три подхода к созданию системы для управления микроклиматом

В настоящее время в отечественной литературе существует большое количество статей по отдельным моделям и методам управления микроклиматом в зданиях, но до сих пор отсутствуют обзорные статьи, которые позволили бы сравнить различные подходы между собой, выявить достоинства и недостатки каждого метода и возможности комбинированного использования разных подходов. В то же время подробные обзорные статьи за рубежом появляются достаточно часто, что связано с быстрым развитием различных методов интеллектуальных вычислений применительно к управлению зданиями. В

данной работе проведен анализ основных современных подходов к моделированию процессов формирования микроклимата в помещении с целью определения наиболее эффективных моделей и набора контролируемых параметров.

Двухуровневая система. В данной системе автоматика первого уровня управляет отделением регулирования, предоставляет возможность ввода заданий, параметров настройки регуляторов, вывода информации на дисплей контроллера. Автоматика второго уровня управляет технологическими системами блока теплиц, получает информацию о состоянии климата за пределами теплиц и осуществляет корректирующее воздействие на локальные контроллеры автоматики первого уровня, предоставляет оперативному персоналу информацию о состоянии объекта в удобном для восприятия и анализа виде. Распределенная система. Процесс управления разделен на систему принятия решения и исполнительную систему, каждая из которых имеет собственный локальный регулятор, получающий инструкцию от центрального контроллера. Центральный контроллер получает информацию о состоянии объекта, принимает управляющее решение на основании имеющихся установок актуальной математической модели управления, архивирует необходимую информацию в базе данных. Предоставляет оператору возможность мониторинга процессов регулирования.

Классификация моделей управления микроклиматом в здании. Все модели управления микроклиматом в помещении можно разделить на три класса.

Модели белого ящика – построены на физических принципах термо, гидро и газодинамики. Эти модели состоят из нескольких сложных дифференциальных уравнений, в которых использованы многочисленные коэффициенты, учитывающие геометрию здания, тепловые свойства ограждающих конструкций, инсоляцию и т.д. Все параметры и коэффициенты моделей известны, они либо вычисляются, либо измеряются. Такие модели громоздки, требуют больших вычислительных ресурсов и временных затрат. Другой вид моделей – учитывает чувствительность человека к тепловым и влажностным условиям на основе показателя комфортности. Наконец, третий вид моделей основан на электротепловой аналогии, которая обусловлена тождественностью уравнения электропроводности и уравнения теплопроводности. В работах показана аналогия с описанием явлений влагопереноса, что позволяет учесть состояние влажности в помещении.

Моноконтроллерная система. Центральный контроллер собственными средствами выполняет весь комплекс мероприятий по обработке информации, принятию решений, управляющих воздействий. К контроллеру подключают персональный компьютер (PC) для визуализации информации и предоставления

интерфейса связи оператора с аппаратурой управления. Рассмотрим основные моменты в разработке систем управления промышленных сооружений защищенного грунта - ангарных и блочных теплиц. Блочные теплицы - это капитальные сооружения, ангарные теплицы могут быть как сезонными, так и капитальными. Современные теплицы имеют следующее оборудование для управления микроклиматом: контуры отопления шатровый, надпочвенный, подлотковый, подпочвенный, систему «растущих» труб; теплокалориферы; циркуляционные вентиляторы; форточную вентиляцию - боковую и шатровую; теплозащитные и отражающие экраны, испарительное охлаждение. Все оборудование необходимо объединить в единую систему управления с возможностью применения различной тактики. Например, в межсезонье, когда теплицы пусты и идет подготовка к новому обороту, целесообразным будет режим энергосбережения. В начальный период вегетации, когда закладывается будущий урожай, необходимо поддержание режимов микроклимата с максимально возможной точностью. В весенний и летний периоды при высокой инсоляции важно защитить растения от солнца, а теплицу от поступления излишков тепловой энергии извне, но в то же время обеспечить необходимый градиент температур в объеме теплицы. В период вегетации растений требуется соблюдение влажностного режима, что достигается путем увлажнения, а также манипуляциями устройствами форточной вентиляции и рециркуляционными вентиляторами. Рост растений сопровождается воздействием системы «растущих труб», обеспечивающей необходимые условия для перемещения ассимиляторов в растении. Совсем недавно разработана методика режима суточной интегрированной температуры, ее применение дает возможность экономии энергоресурсов. Особенность этого метода состоит в теплице пониженных ночных температур при естественном повышении дневной температуры за счет солнечной радиации, но с соблюдением допустимой разницы между дневной и ночной температурой. В результате этого растение развивается под влиянием некоторой среднесуточной температуры. Таким образом, основное качество системы управления - ее гибкость, необходимая для реализации указанных режимов работы или их комбинации. Отличия систем управления в ангарных и блочных теплицах.

Модели черного ящика – не используют в явном виде физические принципы при построении модели. Известны только входные и выходные параметры модели. Такая модель является некоторой аппроксимацией наблюдаемых процессов. К таким моделям можно отнести всевозможные модели на основе нейронных сетей, модели на основе нечеткой логики и нейро-нечеткое моделирование.

Модели серого ящика – построены частично на физических принципах. Не все параметры такой модели известны, они не могут быть вычислены или измерены. По сути – это гибридные модели, сочетающие особенности моделей первого и второго типа.

В связи с конструктивными различиями блочных и ангарных теплиц необходимы индивидуальные системы для их автоматизации. Теплицы различны по инерционности, количеству контуров управления, схемам теплоснабжения, количеству отделений регулирования. Теплоснабжение блочных теплиц изначально проектировалось по многоконтурной схеме, что повышает эффективность системы АСУ, ангарные теплицы спроектированы по одноконтурной схеме. Кроме этого ангарные теплицы оснащены трубопроводами подпочвенного отопления. В процессе внедрения программного обеспечения оказалось, что регуляторы блочных теплиц не работают в ангарных теплицах и наоборот. Разница в инерционности теплиц нарушает нормальную работу автоматики, регуляторы не справляются с возмущающим воздействием внешних факторов. Это частично вызвано недостатками проектирования ангарных теплиц, где технологические зазоры в конструкциях недопустимо велики. На площади одной блочной теплицы могут разместиться 4-6 ангарных, невозможно использовать системы АСУ блочных теплиц для ангарных. В автоматике блочных теплиц часто используется контроль состояния исполнительных устройств через датчики положения, в ангарных теплицах такая цель не ставится из-за большого количества исполнительных устройств.

Практический опыт применения систем управления в блочных и ангарных теплицах выявил проблему зависимости качества работы систем управления микроклиматом от перепада давления между подающей и обратной теплосетью. Для устранения этой проблемы желательно предусмотреть регулятор перепада давления на входе тепличного блока. Проблема перепада высот отсутствует, когда используют встроенные котельные. В настоящее время внедряются также системы АСУ с использованием двухходовых клапанов, в этом случае особенно важно доработать систему теплоснабжения.

Принципы управления микроклиматом в ангарных теплицах. Рассмотрим пример реализации системы АСУ для блока ангарных теплиц. На первом этапе проводится измерение параметров микроклимата, тепловых сетей, наружного воздуха, выполняются необходимые расчеты параметров для программных регуляторов. Полученные коэффициенты передаются в контроллеры управления. Управление замкнутыми контурами регулирования не представляет сложности. Здесь применяют классический ПИД-регулятор. Под управлением ПИД-регуляторов находятся общеплочные магистрали и контуры надпочвенного отопления внутри теплиц. Основная функция надпочвенного

контура - поддержание температуры в нижней зоне растений в ограниченном диапазоне, его работа находится под контролем оперативных ограничений технологов. Управление фрамугами и калориферами осуществляют П-регуляторы. При использовании ПИД-регуляторов наблюдался излишний расход электроэнергии, повышенная выработка ресурса электродвигателей и высокий уровень шума, поэтому впоследствии они были преобразованы в П 90 регуляторы. В ангарной теплице наиболее сложен шатровый контур регулирования. Его управление осуществляется исходя из показателей температуры наружного воздуха, солнечной радиации, наличия осадков и микроклимата теплицы.

В течение нескольких десятилетий было разработано множество способов и методов управления микроклиматом в помещении. Это сложная задача с высокой степенью неопределенности и динамическим изменением внутренних и внешних условий. Поэтому для эффективной работы системы управления микроклиматом необходима постоянная адаптация к меняющимся условиям внутреннего состояния и внешней среды с возможностью краткосрочного и среднесрочного прогнозирования термодинамического состояния объекта управления под влиянием изменяющихся факторов внешней среды.

Прогнозировать состояние микроклимата система управления может с помощью различных моделей, обладающих способностью к распознаванию изменений параметров внешней и внутренней среды. Некоторые модели в силу своей специфики учитывают только малое количество параметров, влияющих на чувство комфорта, и их применение является узконаправленным. Наибольшее распространение из-за своей гибкости и комплексности, учитывающей множество параметров, получила модель PMV.

Традиционные методы управления модели сегодня используются наиболее часто, что связано с их относительной простотой реализации. Однако при использовании этих методов высока стоимость обслуживания потребления энергии. Поэтому в последнее время появляется все больше так называемых моделей «черного ящика», в основе которых лежат методы интеллектуальных вычислений (нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети и т.д.). Поддержание теплового комфорта в здании – сложная многопараметрическая задача с нечеткими переменными, поэтому контроллеры на основе методов интеллектуальных вычислений более гибки в управлении, надежны и обеспечивают снижение энергопотребления до 30 %.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Попов, И.И. Введение в сетевые информационные ресурсы и технологии. Учебное пособие /И.И. Попов, П.Б. Храмцов, Н.В. Максимов. – М.: РПГУ, 2001.–207 с.
2. К.Боллиев, Х.Кулдошева, С.Ражабов. Развитие интеграционных процессов как цель и условие повышения конкурентоспособности науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 июля 2020 г, г. Оренбург). - Уфа: OMEGA SCIENCE, 2020.–200 с.
3. Использование компьютеров в учебном процессе педагогического вуза/Отв. ред. Н.И. Шкиль.–2009.
4. И.В.Роберт, Современные информационные технологии в образовании: дидактические блемы; перспективы использования/И.В. Роберт.–М., 2004.
5. К.Боллиев, З.Шафоатов, А.Очилов. Наука и мир. Международный научный журнал, № 5 (69), 2019, Том 3 Россия, Волгоград, 2019.
6. Ш.С. Шарипов и др., Профессиональная педагогика (методическое пособие). Т.: ТДПУ, 2006.