

доработка алгоритмов управления позволят создать без изменения оборудования алгоритмическим путем многообразную систему управления температурой воздуха в теплице и освещенностью с учетом внутренних и внешних возмущающих воздействий. Кроме того, применение микропроцессора допускает подключение к каналам управления систем управления поливом, газовой подкормки и т.д.

УДК 658.012.011.56: 631.234:628.8

Бернер Н.С.

Чистякова Г.М. (ЛСХИ)

#### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

В современных промышленных теплицах не все параметры микроклимата, имеющие важное значение для жизнедеятельности растений, могут быть регулируемыми, т.к. в некоторых случаях отсутствуют необходимые элементы автоматики, а в некоторых - соответствующее технологическое оборудование. Но даже тогда, когда исполнительные устройства и установки для регулирования того или иного параметра имеются, тем не менее, применяются самые простые и малоэффективные принципы управления. Достаточно сказать, что в большинстве промышленных теплиц замкнутые системы регулирования используются в основном для управления температурой воздуха и только в незначительной части теплиц для регулирования относительной влажности воздуха. Параметры почвенного слоя, концентрации углекислого газа в воздухе регулируют с помощью разомкнутых систем программного управления.

Примитивность применяемых методов управления находится в резком противоречии со сложностью задач управления параметрами микроклимата теплиц, и это, естественно, приводит к неудовлетворительным результатам. Поэтому весьма актуальной задачей является совершенствование систем управления микроклиматом теплиц, повышение точности и качества регулирования, в частности, за счет применения микро-ЭВМ и микропроцессоров. Это совершенствование может быть ориентировано по следующим направлениям.

Коррекция динамических свойств систем регулирования. Как показывают исследования динамических свойств теплиц, они как объекты управления интегральными (средними по объему или площади) параметрами микроклимата могут считаться простыми инерционными звеньями первого порядка с большой инерционностью (постоянные времени 100...2000 с). Однако, неблагоприятные динамические свойства остальных элементов систем регулирования (инерционность и запаздывание в каналах измерения и в исполнительных устройствах с постоянными времени, измеряющимися десятками, а иногда, и сотнями секунд) усложняют задачу управления. В подобных случаях для повышения быстродействия и запасов устойчивости эффективно применяются внутренние корректирующие контуры, что возможно только при вводе в регулирующее устройство и обработке в нем дополнительной измерительной информации о промежуточных координатах системы. Применение микро-ЭВМ и микропроцессоров открывает такую возможность и в системах регулирования параметрами микроклимата теплиц.

Много связность регулирования. Теплица при управлении микроклиматом является много связным объектом. Некоторые управляющие воздействия являются возмущающими для других каналов управления. Например, для поддержания высокой (до 90%) относительной влажности воздуха в одногектарном рабочем отсеке типовой блочной теплицы необходимо распылять влагу со средним расходом порядка 0,10 кг/с. Но испарение этой влаги за счет теплопоглощения из воздуха эквивалентно охлаждающему воздействию мощностью порядка 250 кВт, сильно возмущающему канал регулирования температуры воздуха. В то же время повышение температуры снижает относительную влажность воздуха, а включение вентиляции для охлаждения приводит к снижению относительной влажности воздуха и концентрации углекислого газа. Включением мощных осветительных установок при досвечивании растений или газогенераторов при подкормке их углекислым газом создается возмущающее воздействие, подогревающее теплицу. Следовательно, для повышения точности управления параметрами микроклимата теплиц целесообразно проектировать много связные системы регулирования с перекрестными связями по управляющим воздействиям, что невозможно осуществить при использовании обычных регуляторов.

Комбинированное управление. Стеклоянные ограждающие конструкции теплиц обладают весьма слабыми теплоизолирующими свойствами и не обеспечивают герметизации рабочих отсеков. Поэтому быстрые

изменения температуры наружного воздуха, мощности солнечной радиации (при переменной облачности), скорости и направления ветра способны привести к существенному изменению температуры воздуха внутри теплицы, если действие этих возмущений не будет своевременно скомпенсировано соответствующими изменениями управляющих воздействий. Учитывая большую инерционность объектов управления и измерителей, можно утверждать, что для ослабления действия возмущающих факторов целесообразно применение принципа управления по возмущению одновременно с использованием обратной связи. Это требует изменения алгоритмов управления и учета в регулирующем устройстве дополнительной информации, поступающей от датчиков возмущений.

Повышение точности измерений. При регулировании интегральных параметров повышение точности управления может быть достигнуто за счет повышения точности измерения и оценивания регулируемых координат. В частности, может быть увеличено количество точек измерения и усложнены алгоритмы обработки измерительной информации (усреднение, фильтрация, комплексирование и т.д.). Для этого прежде всего необходимы достаточно совершенные вычислительные устройства.

Учет распределенности параметров. Определенной особенностью современных промышленных теплиц являются большие размеры рабочих отсеков. В типовых блочных теплицах отечественного производства полезная площадь в одном отсеке достигает одного гектара. Как следствие этого, возникает проблема неравномерности распределения регулируемых величин или по объему, или по площади теплицы. Это усложняет управление. Даже если решены технически сложные задачи измерения и оценки распределенных параметров, то остается еще более сложная задача создания распределенных управляющих воздействий, которая не может быть решена без изменения технологических установок, используемых для создания и управления микроклиматом теплиц, и без резкого усложнения алгоритмов управления. Без применения микро-ЭВМ или микропроцессоров реализация таких алгоритмов, обеспечивающих координированное управление множеством исполнительных устройств, не представляется возможной.

Среди других направлений совершенствования (прежде всего, алгоритмического) систем автоматического управления микроклиматом теплиц можно отметить также возможность применения адаптивного

управления, устраняющего неблагоприятное влияние неустойчивости динамических параметров систем, возможность применения автоматического встроенного контроля систем регулирования, обеспечивающего передачу информации о состоянии системы на центральный диспетчерский пункт и т.д.

В докладе приводится конкретный пример эффективности применения некоторых из указанных направлений для улучшения динамики регулирования температуры в теплицах с водяным обогревом.

УДК 631.234:628.852

Раженков Е.Т. (ЛЭТИ им.Ульянова (Ленина))  
 Арутюнян Б.А.  
 Литновский Г.В. (НИИТМЭСХ НЗ РСФСР)

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗИМНИХ БЛОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ В ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Для создания совершенных систем управления на базе средств микропроцессорной техники необходима разработка моделей теплицы как объекта управлений (OU), более адекватных, чем ранее созданные модели на основе упрощенных балансовых соотношений, статических регрессионных моделей и других моделей типа "вход-выход", т.е. моделей теплицы как "черного ящика".

В целом задача описания теплицы как OU является весьма сложной задачей в силу распределенного характера температурно-влажностных полей в рабочей объеме теплицы и сложной динамики процессов. В связи с тем, что существовавшие ранее технические средства не позволяли реализовать законы регулирования, соответствующие по сложности OU, актуальность детального рассмотрения динамики процессов в теплице возникла лишь с появлением возможности применения в контуре управления недорогих средств микропроцессорной техники.

В данной работе рассматривается математическая модель зимней блочной теплицы как OU, позволяющая более детально по сравнению с имеющимися моделями описать динамические свойства теплицы. Модель описывает процесс формирования температурного поля  $T(x)$ , где  $x$  - вертикальная координата, в воздушном объеме теплицы с учетом