



АВТОМАТИЗАЦИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЙ
WWW.FITO-AGRO.RU

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ТЕПЛИЦАХ.
СЕРИЯ ФС.**

**СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
МИКРОКЛИМАТОМ В ТЕПЛИЦАХ.**

ТУ 4012-02-34884696-05



ФС-403-65

**Техническое описание
и инструкция по эксплуатации**

Москва
2009

СОДЕРЖАНИЕ

Условные обозначения	3
1. НАЗНАЧЕНИЕ.....	4
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	4
3. СОСТАВ СИСТЕМЫ	5
3.1. Структура подсистемы измерительных датчиков.	5
4. АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	8
4.1 Задание микроклимата.....	8
4.2 Задание стратегии управления микроклиматом.	10
4.3 Расчет микроклимата.	11
4.4 Принципы управления контурами обогрева теплицы.	12
4.4.1 Расчет прогноза температуры воздуха и температуры теплоносителя.....	12
4.4.2 Управление первым контуром обогрева.....	13
4.4.3 Управление вторым контуром обогрева.....	13
4.4.4 Управление третьим и четвертым контуром обогрева.	13
4.4.5 Управление пятым контуром обогрева.....	13
4.4.6 Управление смесительными клапанами.	14
4.5 Принципы управления вентиляцией.	14
4.6 Управление относительной влажностью воздуха.....	15
4.7 Управление экраном (зашторивание).....	15
4.7.1 Управление термическим (энергосберегающим) экраном.	16
4.7.2 Управление затеняющим экраном.	17
4.7.3 Управление вертикальными термическими экранами.....	17
4.8 Управление подкормкой CO ₂	17
4.9 Управление вентиляторами – режим циркуляции воздуха.	17
4.10 Расчетные характеристики.....	17
5. УПРАВЛЯЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР.....	19
5.1. Назначение органов индикации и управления УК.....	19
5.2. Начальная установка контроллера.	20
5.2.1 Начальная установка EEPROM.....	20
5.2.2. Установка времени и даты.	22
5.3. Контроль и установка заданий.	22
5.3.1. Задание микроклимата в УК.....	22
5.3.2. Задание микроклимата в программе МОНИТОР.....	23
5.4. Установка параметров управления.....	25
5.5. Установка параметров механизмов.....	25
5.6. Установка стратегии управления	25
5.7. Ручное управление	26
5.8. Настройка выходов блока релейной коммутации.....	26
5.9. Калибровка аналоговых датчиков температуры и влажности	27
5.9.1 Калибровка порта.	27
5.9.2 Калибровка датчика температуры.	27
5.9.3 Калибровка датчика влажности.	28
5.10 Подключение 1-проводных цифровых термометров.....	29
5.11 Индикация текущего состояния климата.	29
6. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ	30
7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ	30

ПРИЛОЖЕНИЕ №1. Таблицы	31
Таблица 1. Параметры, устанавливаемые в блоках «Задание микроклимата»	31
Таблица 2. Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Параметры механизмов»	34
Таблица 3. Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Параметры управления»	37
Таблица 4. Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Точная настройка»	39
Таблица 5. Сводная таблица “Состояние климата”, содержащая измеренные величины, используемые при расчетах переменные из задания и промежуточные расчетные данные (вариант для одной зоны)	50
Таблица 6. Краткая таблица устанавливаемой в блоке ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА функциональной зависимости настроечных параметров	60
Таблица 7. Блок-схема устанавливаемой в блоке ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА функциональной зависимости настроечных параметров	61
Таблица 8. Сообщения об ошибках в процессе управления микроклиматом, отображаемые в анализаторе управления	62
ПРИЛОЖЕНИЕ №2 ПИД-регуляторы	64
ПРИЛОЖЕНИЕ №3 Функциональные зависимости, используемые при П-регулировании	66
ПРИЛОЖЕНИЕ №4 Пример расчета скорректированного значения заданной температуры в зависимости от усредненной интенсивности солнечной радиации	68
ПРИЛОЖЕНИЕ №5 Пример расчета прогнозируемого повышения температуры воздуха в теплице в зависимости от усредненной интенсивности солнечной радиации	69
ПРИЛОЖЕНИЕ №6 Краткий регламент технического обслуживания	70
ПРИЛОЖЕНИЕ №7 Краткий перечень возможных неисправностей и неправильных настроек	71
ПРИЛОЖЕНИЕ №8 Настройка коэффициентов интегральной и пропорциональной поправки в Таблице ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ.	74
1. Настройка коэффициента Т теплицы – Коэф интегральной поправки.	74
1.1. Квазипериодические колебания в графике температуры воздуха в теплице	74
1.2. Отсутствие квазипериодических колебаний в графике температуры воздуха в теплице.	74
2. Настройка коэффициента Т теплицы – Коэф пропорциональной поправки.	74
2.1. График температуры воздуха выше графика задания.	74
2.2. График температуры воздуха ниже графика задания.	74
3. Рекомендуемые значения коэффициентов	75

Условные обозначения

EEPROM – электрически перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство.

БРК – блок релейной коммутации.

ЖК – жидкокристаллический.

ИМ – исполнительный механизм.

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство.

ОУ – операционный усилитель.

ПК – персональный компьютер.

СИОД – система испарительного охлаждения и доувлажнения.

УК – управляющий компьютер-контроллер, далее просто управляющий контроллер.

1. НАЗНАЧЕНИЕ.

Система серии FC для управления микроклиматом в теплицах предназначен для:

- контроля микроклимата и отслеживания внешних метеоусловий,
- программного задания суточного цикла изменения параметров микроклимата в теплицах,
- анализа получаемых данных,
- поддержания заданного микроклимата в теплицах.

В основу управления микроклиматом в теплицах лежит контроль и управление температурой и влажностью воздуха и концентрацией в нем углекислого газа CO_2 .

Программные алгоритмы работы системы позволяют согласованно управлять в максимальной конфигурации 4 подсистемами отопления с 10 контурами обогрева, 4 подсистемами вентилирования по 2 группы вентиляционных фрамуг, 2 подсистемами подкормки CO_2 , 2 подсистемами управления экраном (зашторивания), 2 подсистемами управления циркуляцией воздуха, 2 подсистемами воздушного обогрева воздуха и 2 подсистемами испарительного охлаждения и доувлажнения (СИОД).

В зависимости от комплектации предусмотрены следующие два основных варианта конфигурации системы:

1) управление микроклиматом в одной или двух независимых теплицах, каждая из которых имеет до 5 контуров обогрева, 2 группы фрамуг, подсистему подкормки CO_2 , подсистему управления экраном (зашторивания), подсистему управления циркуляцией воздуха, подсистему воздушного обогрева воздуха и подсистему СИОД;

2) управление микроклиматом в одной теплице, состоящей из двух, трех и или четырех отделений, каждое из которых может иметь настраиваемое количество общих и отдельных контуров обогрева, общие/отдельные 2 группы вентиляционных фрамуг и общие/отдельные подсистемы подкормки CO_2 , управления экраном (зашторивания), управления циркуляцией воздуха, воздушного обогрева и СИОД.

В процессе эксплуатации агрономы и инженеры в табличной форме формируют стратегию управления микроклиматом. Данная стратегия в процессе работы будет определять порядок использования подсистем управления. Она характеризуется:

1) эффективностью работы каждой подсистемы управления как при поддержании заданной температуры и влажности, так и оптимальной температуры теплоносителя в контурах отопления;

2) эффективностью влияния каждой подсистемы управления на энергосбережение, в частности, на снижение тепловых затрат в подсистеме отопления;

3) схемой разделения всех подсистем управления на пары, задающие очередность управления при достижении соответствующего параметра в первой подсистеме управления своего максимального или минимального значения.

С помощью установленных в теплицах датчиков производится постоянное измерение температуры воздуха в теплицах в нескольких точках, влажности воздуха, содержания CO_2 и других параметров (в зависимости от комплектности датчиков). Кроме того, измеряются внешние метеорологические параметры: температура воздуха; интенсивность солнечного излучения; скорость и направление ветра. Для каждого измеряемого внутри теплиц параметра можно установить две контрольные и две аварийные границы, что позволяет автоматически отслеживать состояние микроклимата в теплице и своевременно сигнализировать об отклонениях от оптимального состояния.

Все данные о состоянии и динамике микроклимата в теплицах периодически передаются из УК в ПК диспетчера. Соединение производится двухпроводной линией по интерфейсу RS-485. Программа для ПК обеспечивает текущее ежеминутное наблюдение всех параметров, сигнализацию о выходе параметра за установленные допуски и архивирование данных для последующего просмотра и анализа. УК определяет средние значения температуры и влажности воздуха за сутки и сохраняет эти данные в своей памяти.

Микроклимат теплиц программируется на сутки либо с ПК диспетчера, либо с пульта УК. В программе контроллера на сутки задаются дневные и ночные режимы микроклимата и динамика переходов между ними. Заданный в программе режим микроклимата может автоматически корректироваться в зависимости от интенсивности солнечного излучения. В процессе работы контроллер согласно заданной программе с учетом внешних условий (солнечного излучения, внешней температуры, скорости и направления ветра) производит согласованное регулирование температуры теплоносителя в контурах обогрева, управляет положением форточной вентиляции, защитного экрана, режимами работы воздушными вентиляторами и т.д. Управление исполнительными механизмами (ИМ) производится через отдельный блок релейной коммутации (БРК).

В процессе эксплуатации для каждой конкретной теплицы есть возможность оптимизации качества регулирования микроклимата путем корректировки с помощью набора регулировочных параметров управления.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Количество управляемых теплиц (зон)	до 4
2. Количество датчиков в теплицах	до 32
3. Количество датчиков тепловыпуска	до 22
4. Количество датчиков метеостанции	до 5
5. Погрешность измерения влажности, %	± 2
6. Погрешность измерения температуры, $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,2$
7. Количество выходов на ИМ	до 48

Перечень задаваемых, измеряемых и регулируемых параметров, определяющих микроклимат, приведен в [Приложении №1](#).

3. СОСТАВ СИСТЕМЫ

Структурная схема системы приведена на Рис.1. Управление системой производится электронным блоком, который включает в себя непосредственно управляющий контроллер, интерфейсную часть и органы индикации и управления. В интерфейсной части находятся схемы измерения для аналоговых и дискретных датчиков.

В отдельном блоке релейной коммутации расположены релейные ключи для автоматического и ручного управления ИМ: насосами, смесительными клапанами, приводами форточной вентиляции, редукторами и т.д., а также светодиодные индикаторы для отображения режимов работы ИМ.

Измерение температуры и влажности воздуха в теплицах производится соответственно как аналоговыми датчиками температуры AD592, так и с помощью 1-проводных цифровых термометров фирмы Analog Devices DS18B20 и высокоточных датчиков относительной влажности фирмы Honeywell HIH 3610, помещенных в общую вентилируемую ячейку для повышения точности и стабильности измерений. Измерения температуры стекла, почвы, внешнего воздуха и теплоносителя в контурах обогрева производится аналогично как аналоговыми датчиками температуры AD592, так и с помощью 1-проводных цифровых термометров фирмы Analog Devices. Концентрация CO₂ в воздухе производится датчиками eSense IP50 фирмы SenseAir.

3.1. Структура подсистемы измерительных датчиков.

Для полноценного управления климатом необходим учет множества сопутствующих параметров, поэтому в подсистему измерительных датчиков входят следующие датчики:

- 1) температуры воздуха в теплицах (до 2-х датчиков в каждой теплице/зоне),
- 2) относительной влажности воздуха в теплицах (по датчику в каждой теплице/зоне),
- 3) температуры внутренней поверхности остекления теплиц (температура стекла теплиц – по датчику в каждой теплице/зоне),
- 4) температуры поверхности листа (по датчику в каждой теплице) (опционально),
- 5) температуры почвы (по датчику в каждой теплице),
- 6) температуры теплоносителя в контурах обогрева (до 5 на каждую теплицу и два дополнительных на общую прямую и обратные трубы),
- 7) температуры внешнего воздуха,
- 8) интенсивности радиации солнечного излучения (ФАР),
- 9) скорости и направления ветра,
- 10) давления теплоносителя в общих для всей теплицы прямой и обратной трубах (опционально),
- 11) концентрации углекислого газа CO₂ (опционально).

Аналоговые датчики подключаются к измерительным портам интерфейсной части (рис.2). К каждому порту можно подключить до 8 датчиков. Датчики могут быть с потенциальным или токовым выходом. Если датчик имеет токовый выход, то на входе порта, к которому он подключен, устанавливается прецизионный резистор, номинал которого рассчитывается таким образом, чтобы создаваемое на нем напряжение во всем рабочем диапазоне датчика находилось в пределах от 0 до 5 В. К примеру, если номинальное сопротивление температурных датчиков составляет 10 Ком, то это будет соответствовать 2930 мВ при 20 градусах Цельсия. Это напряжение не зависит от длины провода до датчика. Потенциальные датчики с выходным напряжением от 0 до 5 вольт подключаются без сопротивления. Если вход порта не используется, то на нем должен быть установлен резистор для гашения помех. Восемь входных сигналов поступают на электронный коммутатор, с выхода которого поочередно один из сигналов подается на вход преобразователя напряжения в частоту.

В типовом исполнении для двух теплиц/зон в электронном блоке установлены до двух интерфейсных плат входных портов и одна плата для приема сигналов с метеостанции. С выхода преобразователя напряжение-частота частотный сигнал через оптоэлектронную развязку поступает в процессорный блок, где с помощью калибровочных коэффициентов для каждого входа по измеренной частоте происходит вычисление значения измеряемой физической величины.

Перед началом работы входные порты калибруются по напряжению. Для этого на любой вход порта подается точно известное напряжение, которое затем устанавливается с пульта контроллера. После калибровки портов по заданной процедуре для каждого входа порта по эталонным приборам вводятся калибровочные коэффициенты, с помощью которых контроллер по известному входному напряжению вычисляет физическое значение измеряемой величины.

Все 1-проводные цифровые термометры подключаются параллельно к отдельной колодке (рис.2) тремя проводами (красный - +5В, черный – Земля, коричневый – Выход). 1-проводные цифровые датчики не калибруются.

К каждому контроллеру могут подключаться как датчики измерения параметров климата индивидуальной теплицы, так и датчики, измеряющие величины актуальные для всех контроллеров (метеоданные, параметры общего теплоносителя и др.). Общие данные, измеренные любым контроллером, могут распространяться по сети другим контроллерам, подключенным к одному ПК. Если к контроллеру не подключен общий датчик (к примеру, температура внешнего воздуха), то для этого датчика в блоке «Калибровка датчиков» номер порта для него должен быть установлен равным 0.

Для того, чтобы датчик был общим, для него в блоке «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ» должен быть установлен правильный номер порта, правильный номер входа в порт и правильная калибровка датчика. Если эти условия выполнены, то при приеме данных из контроллера измеренное значение датчика запоминается в ПК и в дальнейшем по сети передается другим контроллерам, которые не имеют данного общего датчика.

Для некоторых метеоданных - интенсивности солнечной радиации и скорости ветра применяется процедура осреднения для частичного сглаживания измерений.

Ежесуточно происходит на основе измерений интенсивности солнечной радиации (ФАР) вычисление накопленной солнечной радиации, определяющей плотность солнечной энергии, поступившей в теплицу, причем сброс накопленных значений происходит ежесуточно в 00:00 часов в полночь.

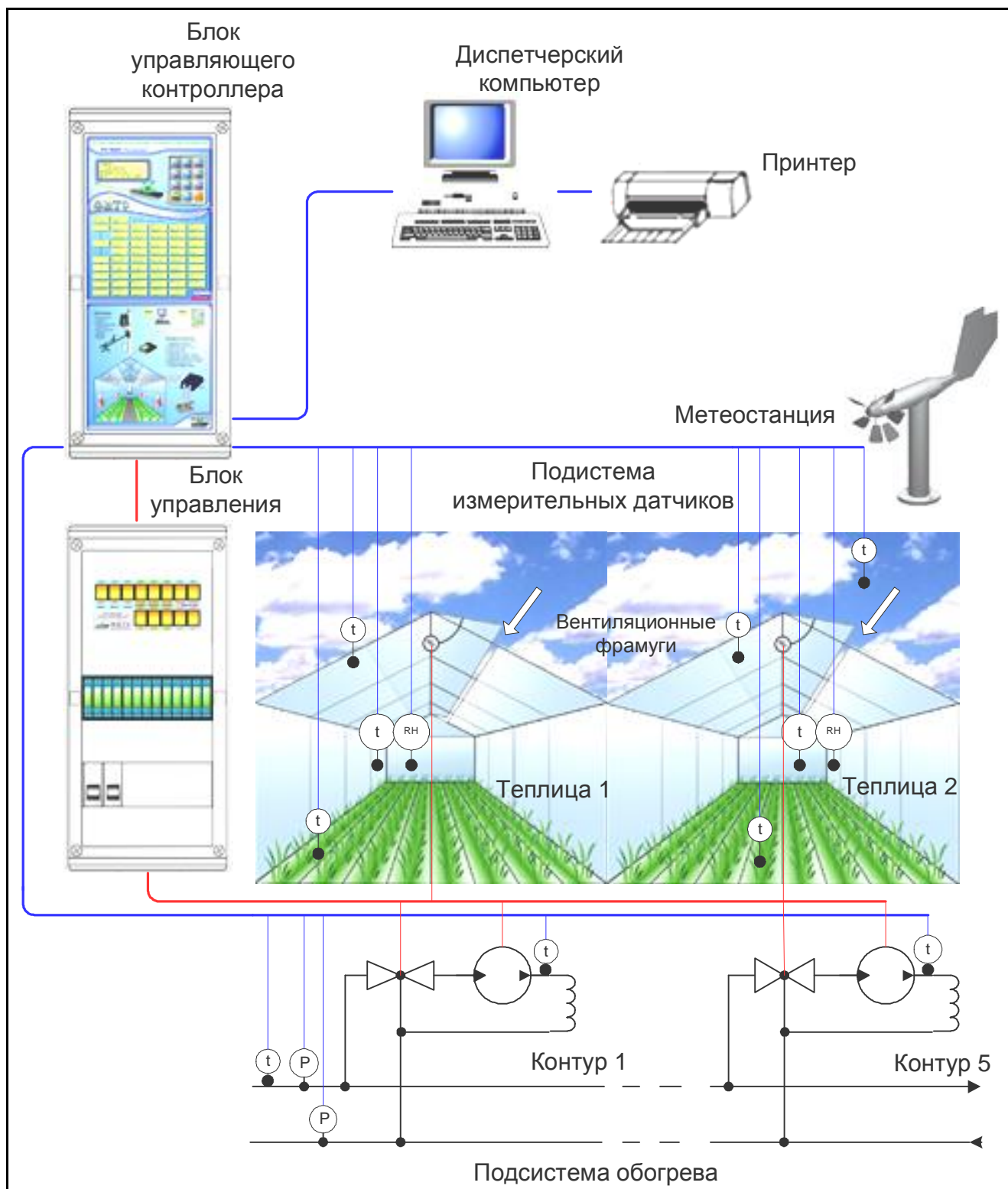


Рис 1. Структурная схема системы (вариант 2-х теплиц)

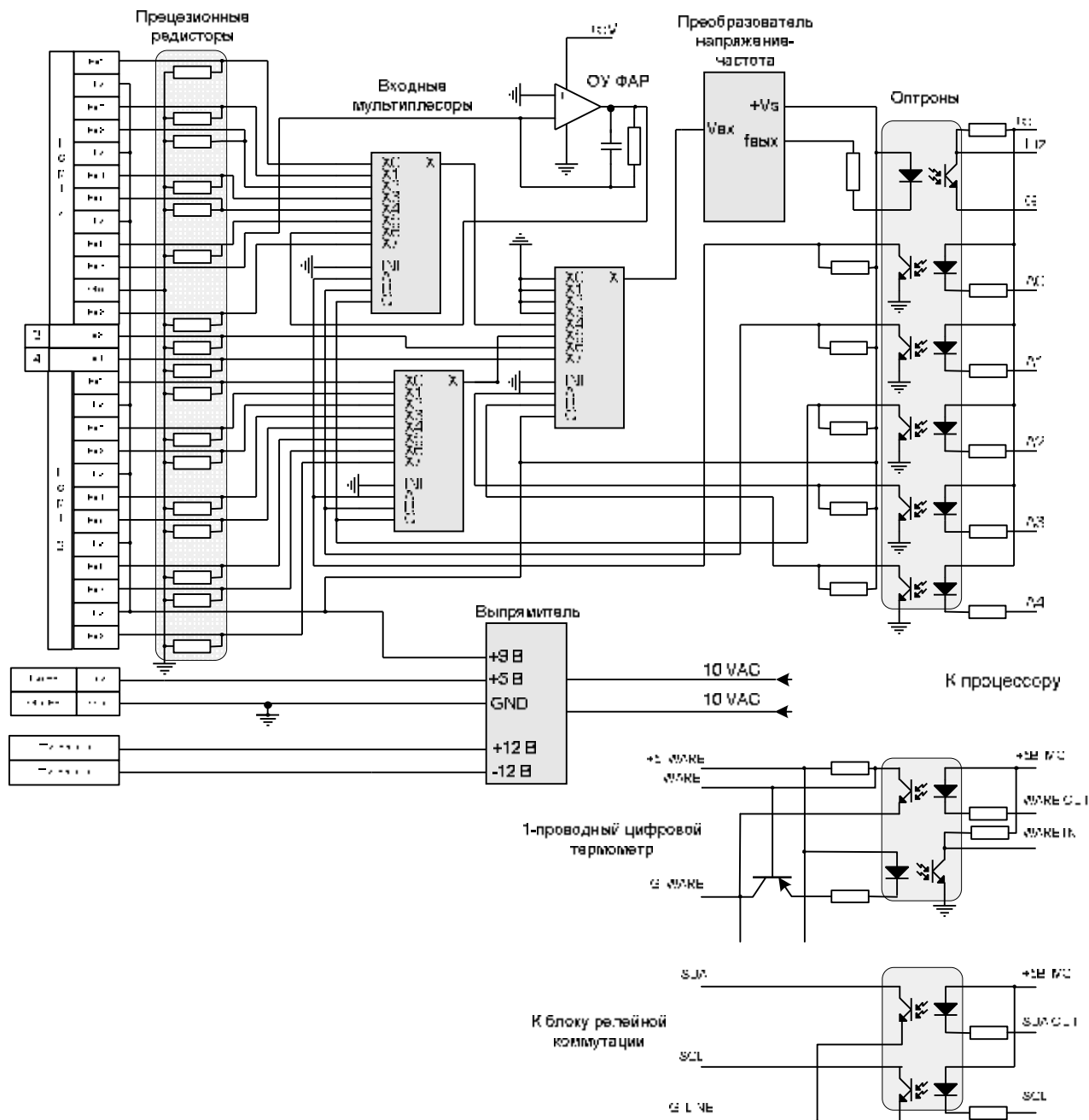


Рис 2. Структурная схема платы входных портов.

4. АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Микроклимат в каждой теплице может поддерживаться путем управления интенсивностью водяного обогрева, положением вентиляционного фрамуг, подкормкой CO₂, зашториванием экрана, работой СИОД, включением циркуляционных вентиляторов и воздушного обогрева на основе принципов ПИД-регулирования (см. [Приложение 2](#)). Поддержание заданной температуры воздуха в теплице производится согласованным управлением температурой теплоносителя в нескольких контурах отопления, количество которых варьируется от 1 до 5. Вентиляция осуществляется, как правило, с помощью открытия/закрытия вентиляционных фрамуг (тепличных форточек). Уровень CO₂ поддерживается с помощью включения специальных горелок, либо с помощью управления подачей концентрированного CO₂. Зашторивание экрана позволяет уменьшать потери тепла в теплице (термический экран, горизонтальный и/или вертикальный) и ограничивать поступление солнечной радиации, как по величине, так и по времени (затеняющий или затемняющий экран). С помощью СИОД можно повышать влажность воздуха в теплице и проводить его охлаждение. Циркуляционные вентиляторы позволяют проводить выравнивание температуры воздуха внутри теплицы и в определенной степени понижать влажность воздуха. Воздушные нагреватели обеспечивают в случае необходимости быстрый дополнительный подогрев воздуха в теплице.

Контроллер управляет микроклиматом согласно суточному заданию, которое устанавливается для каждой теплицы или зоны в блоке данных: «ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА» (см. [Таблица 1](#) Приложения №1).

В блоке «ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ» устанавливаются основные характеристики ИМ используемых систем управления микроклиматом (см. [Таблица 2](#) Приложения №1).

В блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» устанавливаются значения параметров, описывающие максимальные, минимальные и оптимальные температуры для контуров обогрева и основные параметры программного ПИД-регулятора управления микроклиматом (см. [Таблица 3](#) Приложения №1).

В блоке «СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ» (см. [п.4.2.](#)) на основе экспертной оценки задаются параметры, оптимизирующие работу подсистем управления контурами обогрева и форточной вентиляцией в зависимости от агротехнических, экономических и теплотехнических требований.

В процессе эксплуатации для каждой конкретной теплицы в контроллере доступна корректировка множества параметров, которые позволяют производить тонкую подстройку управления и, в конечном итоге, определяют качество поддержания микроклимата. Эти параметры, не требующие изменения в течение суток, устанавливаются в блоке данных «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» (см. [Таблица 4](#) и [Таблица 6](#) Приложения №1). Сюда относятся, например, коэффициенты светозависимого изменения режимов поддержания микроклимата, коэффициенты для расчета температур теплоносителя в контурах обогрева и т.д.

В блоке «КОНФИГУРАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ» возможна настройка таблицы соответствия между конкретными ИМ и соответствующими реле выходных плат блока релейной коммутации БРК.

Для анализа работы системы контроллер с заданным диспетчером периодом посылает в ПК диспетчера с задаваемым периодом в диапазоне от 20 сек до 2 мин информацию, получаемую с измерительных датчиков в каждой теплице, а также промежуточные данные, используемые для расчета микроклимата и расчета управляющих воздействий на ИМ (см. [Таблица 5](#) Приложения №1).

4.1 Задание микроклимата.

Управление микроклиматом в каждой теплице или зоне теплицы (далее для простоты, если это не оговорено отдельно, рассматривается вариант работы с теплицей) в течение суток производится путем установки набора параметров, далее называемых ЗАДАНИЕМ, состоящее из набора программ, каждая из которых действует в течение установленного времени. Для смены программы управления микроклиматом в теплице устанавливается другое задание. Контроллер автоматически обеспечивает путем линейного интерполирования плавность изменения параметров микроклимата между временами действия соседних по времени программ. Скорость изменения температуры в задании между программами по умолчанию равна 2 °C/час и задается в конфигурационном файле **Monitor.ini**. В контроллере может исполняться до 20 программ, т.е. в течение суток допускается программно 20 раз изменить параметры климата для одной зоны или 5 раз для каждой из 4-х зон в многозонном варианте.

Параметры задания устанавливаются в блоке «ЗАДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА» с пульта УК или с ПК диспетчера. Задание можно корректировать в любое время. В случае, если в Таблице «КОНФИГУРАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ» отсутствует соответствующий ИМ (номера управляющих реле =0) для управления задаваемым параметром, то последний исключается из управления и отсутствует в таблице «ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА».

Каждое задание (программа) может содержать следующие параметры ([Таблица 1](#) Приложения №1):

- 1) **Номер зоны** – указывается номер зоны, к которому относится задание.
- 2) **Время начала действия программы (если 0 –прогр не активна)** - указывается время суток, с которого установятся данная программа для данной теплицы (зоны).
- 3) **Время окончания действия программы (если 0 –прогр не активна)** - указывается время суток, до которого установится данная программа для данной теплицы (зоны).
- 4) **Держать температуру воздуха (если 0 –программа не активна)** - задается температура воздуха в теплице **Т_р** в течение вышеуказанного времени. Если температура в теплице отличается от заданной, то компьютер производит регулирование температуры теплоносителя. Если задано значение 0, то устанавливается неактивное состояние и управление температурой воздуха не производится.
- 5) **Температура вентиляции** – задается температура воздуха в теплице, при превышении которой фрамуги открываются и наоборот.
- 6) **Держать влажность воздуха (если 0 – то не управлять)** - задается относительная влажность воздуха в теплице **ВН_р** в течение вышеуказанного времени. Если задано значение 0, то управление влажностью воздуха не производится. Если задание отлично от нуля, то компьютер управляет обогревом и вентиляцией для

поддержания влажности воздуха.

7) **Держать дефицит водяного пара** – при заданной влажности воздуха рассчитывается дефицит водяного пара в воздухе Δp , определяющий разность между максимально возможным при данной температуре и давлении количеством водяного пара в воздухе и количеством водяного пара, соответствующим заданной относительной влажностью $R_{Нр}$ (отсутствует в УК). В случае корректировки значения дефицита водяного пара изменяется установленное значение влажности воздуха.

8) **Держать концентрацию CO_2 (если 0 – то не управлять)** – задается концентрация углекислого газа CO_2 в теплице $Ср_{CO_2}$. Если задано значение 0, то управление концентрацией CO_2 не производится (может отсутствовать).

9) **Минимум контура 1 (если 0, то насос может выключаться)** – задается минимальная температура труб первого контура обогрева $T1_{min}$. Если задание отлично от 0, то насос работает постоянно. Если задано значение равно 0, то допускается автоматическое выключение насоса первого контура в случае, когда расчетная температура теплоносителя опускается на 2 градуса ниже заданной температуры воздуха в теплице. Из заданного минимума вычисляется расчетная минимальная температура $T1^*_{min}$, которая может быть ниже заданной в зависимости от интенсивности солнечного излучения W (см. №8 Таблицы 4) (может отсутствовать).

10) **Оптимальная температура контура 1 (если 0, то любая от мин до макс)** – задается температура 1-го контура, являющаяся оптимальной для него с точки зрения требований агротехнологии (может отсутствовать).

11) **Минимум контура 2 (если 0, то насос может выключаться)** – задается минимальная температура труб второго контура обогрева $T2_{min}$. Если задано значение 0, то допускается автоматическое выключение насоса контура 2, когда расчетная температура теплоносителя опускается на 2 градуса ниже заданной температуры воздуха в теплице. Если задание отлично от 0, то насос работает постоянно (может отсутствовать) (может отсутствовать).

12) **Оптимальная температура контура 2 (если 0, то любая от мин до макс)** – задается температура 2-го контура, являющаяся оптимальной для него с точки зрения требований агротехнологии (может отсутствовать).

13) **Держать температуру контура 3 (если 0, то в автомате)** – задается температура третьего контура обогрева $T3p$. Если задание равно 0, то базовая температура теплоносителя в третьем контуре изменяется синхронно с температурой теплоносителя в первом контуре. Если задание отлично от 0, то в третьем контуре поддерживается эта заданная температура теплоносителя (может отсутствовать).

14) **Держать температуру контура 4 (если 0, то в автомате)** – задается температура четвертого контура обогрева $T4p$. Если задание равно 0, то базовая температура теплоносителя в четвертом контуре изменяется синхронно с температурой теплоносителя в первом контуре. Если задание отлично от 0, то в четвертом контуре поддерживается эта заданная температура теплоносителя (может отсутствовать).

15) **Минимум контура 5 (если 0, то насос можно выключать)** – задается минимальная температура 5-го контура, ниже которой она не должна опускаться

16) **Режим работы фрамуг (закрыты, в минимуме, авто)**. Установка в этом пункте может иметь три значения: 0 – фрамуги закрыты; 1 – фрамуги с подветренной стороны принудительно установлены в положение VE_{min} , задаваемое в № 16 Таблицы 1 (см. следующий пункт); 2 – положение фрамуг вычисляется автоматически для поддержания заданной температуры и влажности воздуха (может отсутствовать).

17) **Минимальное положение фрамуг** – задается минимальное положение фрамуг, на которое фрамуги с подветренной стороны открываются в пасмурную погоду VE_{min} . В солнечный день расчетное минимальное положение фрамуг может быть увеличено в зависимости от интенсивности солнечной радиации W (см. №8 Таблицы 3) (может отсутствовать).

18) **Время распыления СИОД (если 0, то запрещено)** – задается промежуток времени, в течение которого ИМ СИОД периодически включается (может отсутствовать).

19) **Режим работы термического экрана (открыт, закрыт, авто)** – задается режим работы термического (энергосберегающего) горизонтального экрана. Установка в этом пункте может иметь три значения: 0 – экран открыт; 1 – экран закрыт; 2 – положение экрана вычисляется автоматически по алгоритму, заданному коэффициентами в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» (см. п.4.7) (может отсутствовать).

20) **Режим работы затеняющего экрана (открыт, закрыт, авто)** – задается режим работы затеняющего горизонтального экрана. Установка в этом пункте может иметь три значения: 0 – экран открыт; 1 – экран закрыт; 2 – положение экрана вычисляется автоматически по алгоритму, заданному коэффициентами в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» (см. п.4.7) (может отсутствовать).

21) **Режим работы вертикального экрана (открыт, закрыт, авто)** – задается режим работы термического (энергосберегающего) вертикального экрана. Установка в этом пункте может иметь три значения: 0 – экран открыт; 1 – экран закрыт; 2 – положение экрана вычисляется автоматически по алгоритму, заданному коэффициентами в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» (см. п.4.7) (может отсутствовать).

22) **Режим вентиляторов (откл, вкл, авто)** – задается режим работы вентиляторов, выравнивающих температуру в теплице. Установка в этом пункте может иметь три значения: **откл** (0) – вентиляторы отключены; **вкл** (1) – вентиляторы работают в старт-стопном режиме с временными промежутками, заданными в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» (см. п.4.9); **авто** (2) – вентиляторы включаются автоматически в зависимости от рассогласования контрольных температур (может отсутствовать).

23) **Режим включения досвечивания** – задается режим работы системы электродосвечивания. Установка в этом пункте может иметь три значения: **откл** (0) – электродосвечивание выключено; **вкл** (1) – электродосвечивание включено; **авто** (2) – электродосвечивание работает автоматически (зарезервировано) (может отсутствовать).

24) **Процент включения светильников** – задается доля светильников в процентах, которая должна быть включена.

25) **Режим обработки (откл, вкл, авто)** – задается режим работы системы химической обработки, в частности, сульфуратора. Установка в этом пункте может иметь три значения: **откл** (0) – обработка выключена;

вкл (1) – обработка включена; **авто** (2) – обработка работает автоматически (зарезервировано) (может отсутствовать).

Контроллер автоматически обеспечивает плавность изменения заданий микроклимата методом линейной интерполяции при переходе с одного задания к другому, а также с дневного режима на ночной и обратно. Пример задания с комментариями приведен в [п.5.3.2](#).

Внимание! При работе в многозонном варианте при нулевом задании, установленном в блоке ЗАДАНИЙ МИКРОКЛИМАТА для зоны с номером большим 1, программа микроклимата для этих зон будет совпадать с программой для зоны 1.

4.2 Задание стратегии управления микроклиматом.

В блоке «СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ» задается ряд параметров, определяющих выбранную на основе экспертных оценок общую для теплицы или для нескольких зон в теплице стратегию управления микроклиматом в зависимости от агротехнических, экономических и теплотехнических требований: Стратегия управления микроклиматом задается в виде двумерной таблицы, левая колонка которой содержит определяющие действия, производимые ИМ соответствующих подсистем управления:

Нагрев контура 1
Нагрев контура 2
Нагрев контура 3
Нагрев контура 4
Нагрев контура 5
Закрытие фрамуг
Включение СИОД
Закрытие экрана

Верхняя строка – перечень характеристик, определяющих стратегию управления:

Участие в нагреве воздуха (1 °C)
Участие в увеличении влажности (10%)
Важность оптимального теплоносителя (10 °C)

В ячейках таблицы задаются величины в баллах в диапазоне от 0 до 100 баллов с учетом заложенных дополнительных ограничений на их диапазон в зависимости от вида действия, отражающие экспертную оценку влияния каждого действия ИМ на определяющие характеристики стратегии управления по отношению друг к другу. Все задаваемые в таблице величины рассматриваются только относительно друг от друга

состояние	Параметры	Калибровка	Задание	Стратегия	Механизмы	Конфигурация	Настройка	Допуски	Ручное	Сет
2007_04_27	Участие в нагреве воздуха (1°C)			Участие в увеличении влажности (10%)			Важность оптимального теплоносителя (10°C)			
Нагрев контура 1^	40			0			20			
Нагрев контура 2	60			0			10			
Нагрев контура 3	30			0			10			
Нагрев контура 4	30			0			10			
Нагрев контура 5	25			0			10			
Закрытие фрамуг	80			0			1			
Включение СИОД	0			0			0			
Закрытие экрана	0			0			0			

Рис. 3 Таблица «Стратегия управления».

Заполнение таблицы начинается с левой колонки «Участие в нагреве воздуха (1°C)». Рассмотрим ситуацию, когда температура в теплице ниже заданной и требуется ее поднять. При заполнении ячеек этой колонки компьютеру задается типовой способ решения этой задачи, как задействовать подсистемы управления для повышения температуры воздуха в теплице при этом либо экономия тепловую энергию, либо выполняя заданные агротехнические требования. Например, считаем, что самым экономически эффективным способом повышения температуры будет закрытие фрамуг. Поэтому для действия «Закрытие фрамуг» ставим максимальные баллы - 80. Считаем, что следующим по эффективности будет нагрев 1-го контура, поэтому задаем ему 50 баллов и т.д. Если, к примеру, считается, что отапливать теплицу 5-ым контуром не совсем эффективно, задаем ему минимальные баллы – 25.

Реально редко встретится ситуация, когда возможно точно выполнить заданные приоритеты при воздействии отдельными подсистемами управления на микроклимат в теплице, т.к. существуют ограничения на допустимую температуру теплоносителя в контурах, фрамуги могут быть уже закрыты и т.д. Но, по крайней мере, программа может выбрать наиболее близкую к заданной стратегии управления ИМ подсистем управления, например, будет в последнюю очередь включать на обогрев 5-ый контур, так как он отнесен к самым неэффективным.

Очень важно обратить внимание на то, что с точки зрения снижения энергозатрат противоположные действия антисимметричны. То есть действия самые энергоэффективные при нагреве воздуха в теплице, будут самыми энергонеэффективными при охлаждении. К примеру, увеличение приоритета в колонке «Участие в нагреве воздуха (1°C)» для действия «Закрытие фрамуг» приведет к тому, что самым энергонеэффективным будет

открытие фрамуг при необходимости снижения температуры воздуха в теплице. Поэтому для выполнения заданной стратегии программа сначала для снижения температуры воздуха будет снижать температуру в контурах обогрева и только потом открывать фрамуги. Аналогично 5-ый контур самым последним будет включаться на обогрев теплицы, но при снижении температуры воздуха для него будет максимальное снижение температуры теплоносителя, т.к. отопление им неэффективно.

Далее заполняется вторая колонка таблицы СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ - **«Участие в увеличении влажности (10%)»**. При этом задаваемые значения в ее ячейках сравниваются со значениями в колонке **«Участие в нагреве воздуха (1°C)»**. Например, надо задать **«Участие в увеличении влажности (10%)»** для 1-го контура. Если считать, что температура 1-го контура не влияет на влажность воздуха, то устанавливается значение **0**. Если считать, что для повышения влажности воздуха следует снижать температуру теплоносителя в 1-ом контуре, потому что он осушает воздух, то устанавливается отрицательное значение и абсолютное значение сравнивается с **«Участие в нагреве воздуха (1 °C)»**. Например, установлено значение **- 50** баллов, равное по абсолютной величине значению в левой ячейке. Отрицательный знак будет указывать на то, что для повышения влажности следует не повышать, а понижать температуру 1-го контура. Равенство по абсолютному значению между соседними строками указывает на важность поддержания заданной влажности воздуха, даже, может быть, за счет расхождения по температуре между заданной и измеренной.

Пример 1:

Задано держать температуру воздуха - 21°C
Измерена температура воздуха - 20°C
Задано держать относительную влажность воздуха – 70%
Измерена относительная влажность воздуха – 80%
Заданная температура выше измеренной в теплице, поэтому для повышения температуры воздуха температуру контура нужно повышать. Заданная влажность меньше измеренной в теплице, поэтому для понижения относительной влажности воздуха (осушения воздуха) температуру контура также нужно повысить. В этом случае приоритеты складываются, и температура контура будет повышена в максимальной степени.

Пример 2:

Задано держать температуру воздуха - 21°C
Измерена температура воздуха - 20°C
Задано держать относительную влажность воздуха – 70%
Измерена относительная влажность воздуха – 60%
Заданная температура выше измеренной в теплице, поэтому для повышения температуры воздуха температуру контура нужно повышать. Заданная влажность больше измеренной в теплице, поэтому для повышения относительной влажности воздуха температуру контура нужно понижать. В этом случае приоритеты с разным знаком в сумме дают **0**, т.е. для того, чтобы не нарушать равновесие между температурой и влажностью, не следует изменять температуру в контуре. Контроллер будет распределять воздействие по другим контурам.

Аналогично второй колонки заполняем третью колонку таблицы - **«Важность оптимального теплоносителя (10 °C)»**. При этом каждое значение сравнивается с двумя левыми ячейками, т.е. соотношение между значениями будет определять важность поддержания каждого параметра.

Аналогично заполняются колонки и для остальных контуров отопления, форточной вентиляции, экрана и СИОД.

Коррекция устанавливаемых параметров в блоке СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ производится на основании текущего анализа получаемой из контроллера информации, приведенной ниже.

Для каждого контура обогрева и вентиляционных фрамуг рассчитывается и передается результат текущего вычисления общего приоритета работы и коэффициент нерегулируемости на основе установленных в блоке СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ значений в баллах для каждого действия по трем первым строкам приоритетов и реальных расхождений параметров климата:

1. **Контур № k- Приоритет работы (Твозд, RH, Топт), k** – номер контура обогрева (см. [№66](#), [№74](#), [№82](#), [№90](#), [№98](#), [№108](#) Таблицы 5) – рассчитанный приоритет для каждого контура обогрева и фрамуг.

2. **Контур № k- Нерегулируемость теплоносителя, k** – номер контура обогрева (см. [№67](#), [№75](#), [№83](#), [№91](#), [№99](#) Таблицы 5) – рассчитанный приоритет для каждого контура обогрева и фрамуг.

4.3 Расчет микроклимата.

Установленные в заданиях параметры микроклимата могут быть переведены в режим автоматической корректировки в зависимости от погодных условий, в основном от интенсивности солнечного излучения, путем изменения ряда параметров в блоке «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» (см. [Таблица 4](#)). Блок

Например, заданная температура воздуха в теплице **Тр**, определенная в задании, может повышаться, если установлено ее светозависимая коррекция на основе П-закона регулирования (см. [№№2-4а](#) Таблицы 4 [Рис.П1](#) в Приложении 2, пример расчета в [Приложении 4](#)) от усредненной измеряемой интенсивности солнечного излучения. Светозависимая коррекция температуры воздуха в теплице задается тремя параметрами, общими для всех светозависимых параметров:

1) интенсивностью солнечного излучения, при которой должна начать повышаться заданная температура воздуха - W^{\min} (см. [№2](#) Таблицы 4);

2) интенсивностью солнечного излучения, при котором должна перестать повышаться заданная температура - W^{\max} (см. [№3](#) Таблицы 4);

3) величиной, на которую должна повыситься заданная температура при достижении интенсивности солнечной радиации значения W^{\max} , - $DT_{\text{рmax}}^W$ (см. [№4](#) Таблицы 4).

Если значение усредненной интенсивности солнечной радиации $W_{\text{ав}}$ меньше W^{\min} , то задание не

изменяется. Если значение интенсивности солнечного излучения больше W^{\max} , то коррекция максимальна и задание для контроллера равно $T_c = T_p + DT_{p_{\max}}^W$. Если величина интенсивности солнечной радиации находится в пределах от W^{\min} до W^{\max} , то корректирующая добавка $DT_{p_{+}}^W$ рассчитывается пропорционально усредненной интенсивности солнечного излучения W_{av} . В итоге УК будет поддерживать температуру воздуха в теплице равной

$$T_c = T_p + DT_{p_{+}}^W = T_p + DT_{p_{\max}}^W (W_{av} - W^{\min}) / (W^{\max} - W^{\min})$$

Пример конкретного расчета скорректированного значения заданной температуры в зависимости от усредненной интенсивности солнечной радиации приведен в [Приложении №4](#).

После корректировки задания по температуре воздуха в теплице производится расчет прогноза температуры T_{pr} путем его сдвига задания по времени на заданную величину.

Аналогично введена корректировка от интенсивности солнечной радиации W заданной в задании относительной влажности R_p и концентрации углекислого газа Cr_{CO_2} (см. соответственно [№№5-5а](#) и [№№6-6а](#) Таблицы 4).

В блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» (см. [Таблица 3](#)) задаются как значения, ограничивающие температуру теплоносителя в контурах обогрева, так и их значения оптимальные с точки зрения агротехнологии и энергосбережения. С одной стороны, они должны учитывать агротехнические требования - недопустимость ожогов растений, снижение относительной влажности и т.д., с другой стороны, являются дополнительными факторами стабилизации управления температурой и относительной влажностью воздуха в случае неправильной установки коэффициентов управления и снижения энергозатрат на обогрев. В зависимости от технологии, сезона, погоды и опыта управления устанавливаются допустимые максимальные и минимальные значения температуры прямой воды. При вычислении значений вне диапазона УК будет сигнализировать о достижении предельных значений, но не будет их изменять.

УК в течение суток по заданной программе вычисляет требуемые температуру и влажность в теплице, корректируя их с учетом заданных поправок, и сравнивает с измерениями. При отличии расчетных параметров микроклимата от измеренных контроллер управляет доступными ИМ для поддержания расчетного микроклимата в теплице.

4.4 Принципы управления контурами обогрева теплицы.

После расчета и корректировки задания и анализа данных с датчиков контроллер по заложенным в него алгоритмам воздействует на микроклимат теплицы с помощью включения соответствующих ИМ. Для управления обогревом теплицы используется доминирующе-подчиненное, или двухкаскадное управление. Доминирующим является этап, на котором происходит вычисление температуры теплоносителя, учитывающее время реакции теплицы, параметры внутреннего и внешнего климата. Подчиненным же является этап автоматического поддержания рассчитанной температуры теплоносителя, на котором корректируется положение смесительного клапана, так чтобы измеряемая температура в контуре сравнялась с рассчитанной.

Вычисление температуры теплоносителя производится не только по степени рассогласования расчетного и измеренного климата теплицы, но и с учетом последующего влияния быстроизменяющихся факторов, таких как солнце, внешняя температура, ветер, осадки, что позволяет предсказывать изменение температуры в теплице и вовремя противодействовать этим изменениям.

Это вычисление производится в три этапа. На первом этапе рассчитывается влияние всех внешних параметров на прогнозируемую температуру воздуха в теплице. На втором этапе рассчитывается необходимое изменение температуры теплоносителя без учета разделения по контурам обогрева (так называемый «общий» теплоноситель). На третьем этапе с учетом заданных в блоке «СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ» приоритетов рассчитывается необходимое изменение температуры теплоносителя для каждого контура обогрева.

Конкретное назначение и функции каждого контура уже заложены в алгоритме его управления и лишь уточняются на этапе проектирования.

1-й контур – это, как правило, контур надпочвенного обогрева, обладающий наибольшей теплоемкостью.

2-й контур – это, как правило, контур верхнего обогрева теплицы (шатровый).

3-й и 4-й контуры могут использоваться как контуры, работающие по установленному заданию температуры теплоносителя (к примеру, контур подпочвенного или подсустратного обогрева), так и как контуры, работающие синхронно с 1-м контуром и выравнивающие температурное поле теплицы (зоновые, торцевые и боковые контуры).

5-й контур- это контур подлоткового обогрева для обеспечения снеготаяния. Кроме того, он работает на обогрев теплицы при низкой внешней температуре и невозможности поддержания температуры другими контурами.

При возникновении ситуации, когда контур обогрева является общим для двух теплиц или двух зон в одной теплице, то для него заданные максимальные или минимальные значения температуры теплоносителя берутся из задания этих параметров для первой теплицы (зоны) - Теплицы 1 (Зона 1).

4.4.1 Расчет прогноза температуры воздуха и температуры теплоносителя.

Для измерения температуры воздуха в теплице используется вентилируемая ячейка 1, размещаемая в центре теплицы. Прежде всего, контроллер по показаниям датчиков как внешних по отношению к теплице метеоусловий, так и внутреннего микроклимата теплицы ежесекундно определяет прогноз температуры воздуха в теплице, необходимый для расчета изменения температуры «общего» теплоносителя DT . Это позволяет учесть процессы, влияющие на тепловой баланс теплицы и скорректировать температуру теплоносителя еще до того, как изменится температура в теплице.

Пример:

1) При повышении интенсивности солнечного излучения можно предсказать, что температура в

- теплице будет расти, поэтому производится рассчитанное повышение прогноза температуры воздуха на величину DT_{pr+}^W (см. [№№9-11а](#) Таблицы 4 и [Приложении 5](#)).
- 2) При понижении внешней температуры воздуха производится рассчитанное понижение температуры прогноза температуры воздуха на величину DT_{+}^{pe} (см. [№№17-19а](#) Таблицы 4). Учет скорости ветра и степени открытия фрамуг производится путем уменьшения прогноза температуры воздуха соответственно на величины DT_{+}^V (см. [№№20-22а](#)) и DT_{+}^{VE} (см. [№№47-48а](#)).
 - 3) При включении досвечивания сразу повышается прогноз температуры воздуха на заданную величину DT_{+}^{el} (см. [№24](#) Таблицы 4), а при выключении досветки - прогноз температуры воздуха понижается на эту же величину.

Рассчитанное скорректированное значение прогноза температуры воздуха в теплице используется для расчета поправки к прогнозу температуры с учетом коэффициентов пропорциональной поправки K_T^P (см. [№15](#) Таблицы 3), интегральной поправки K_T^I (см. [№16](#)) и динамической поправки K_T^D (см. [№17](#)).

После учета всех поправок к прогнозу температуры воздуха производится пересчет полученного общего изменения прогноза температуры воздуха в изменение температуры «общего» теплоносителя DT с использованием соответствующего коэффициента пропорциональности между ними – в параметр **Цель – изменить теплоноситель на** (см. [№61](#) Таблицы 5).

4.4.2 Управление первым контуром обогрева.

Для получения значения температуры теплоносителя 1-го контура **Контур 1 – Держать температуру воды** (см. [№69](#) Таблицы 5) доля рассчитанного параметра **Цель – изменить теплоноситель на**, приходящаяся на 1-ый контур в соответствии с заданными приоритетами в таблице **Стратегия управления** складывается с рассчитанным на предыдущем шаге заданием по температуре теплоносителя для 1-го контура.

Полученное значение ограничивается сверху заданным значением **Контур 1_Максимально допустимая температура** (см. [№1](#) Таблицы 3), снизу – значением **Контур 1_Минимум рассчитан**, рассчитанным на основе заданного в программе значения **Минимум контура 1** (см. [№9](#) Таблицы 1) с учетом коррекции по интенсивности солнечной радиации.

4.4.3 Управление вторым контуром обогрева.

Аналогичная процедура выполняется для получения значения температуры теплоносителя 2-го контура **Контур 2 –Держать температуру воды** (см. [№77](#) Таблицы 5).

Полученное значение ограничивается сверху заданным значением **Контур 2_Максимальная температура** (см. [№2](#) Таблицы 3), снизу – значением **Контур 2_Минимум рассчитан** (см. [№72](#) Таблицы 5), рассчитанным на основе заданного в блоке «ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИАТА» параметра **Минимум контура 2** (см. [№11](#) Таблицы 1).

Схема расчета для 3-го, 4-го и 5-го контуров обогрева аналогична вышеприведенному расчету в этом пункте, за исключением некоторых особенностей.

4.4.4 Управление третьим и четвертым контуром обогрева.

Температура воды в 3-ем и 4-ом контурах рассчитывается независимо, но одинаковым образом. Оба контура могут работать в двух режимах.

1-ый режим действует, когда для контура есть ненулевое задание в суточной программе микроклимата. В этом случае в контуре просто поддерживается заданная температура теплоносителя без учета других факторов микроклимата.

2-ой режим действует, когда для контура установлено нулевое задание в суточной программе микроклимата. В этом случае температура теплоносителя в контуре настраивается таким образом, чтобы сравнять значения температур, измеряемых соответственно датчиками «Контроль 3» для 3-го контура и «Контроль 4» для 4-го контура с заданной температурой воздуха в теплице. Контур начинает работать синхронно с 1-ым контуром. В дальнейшем происходит плавное изменение интегральной поправки контура в сторону увеличения, если контрольная температура ниже заданной, или в сторону уменьшения в обратном случае.

Так как режим управления устанавливается в суточной программе, то в течении суток можно программно менять режим работы контура, причем в 1-ом режиме также можно задавать по программе заданную фиксированную температуру теплоносителя.

4.4.5 Управление пятым контуром обогрева.

Пятый контур используется для подотковового обогрева, а также для дополнительного обогрева теплицы, при условии, что в остальных контурах обогрева установилась максимальная температура теплоносителя. Соответственно, он будет включен для подотковового обогрева при наличии осадков и при низкой внешней температуре. Конкретные условия для работы пятого контура обогрева задаются в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» следующими уставками:

- 1) **Контур 5 - включить, если Тстекла меньше** (см. [№30](#) Таблицы 4) – задается температура стекла, ниже которой происходит обязательное включение пятого контура,
- 2) **Контур 5 – максимум, если Тстекла меньше** (см. [№31](#) Таблицы 4) – задается температура стекла, ниже которой устанавливается максимальная температура 5-го контура,
- 3) **Контур 5 – при снеге минимум** (см. [№32](#) Таблицы 4) - задается минимально возможная температура 5-го контура, меньше которой она не может быть при снеге,
- 4) **Контур 5 – максимум, при снеге и Твнеш меньше** (см. [№33](#) Таблицы 4) – задается температура внешнего воздуха, ниже которой при снеге устанавливается максимальная температура 5-го контура,
- 5) **Контур 5 – максимум перед открытием экрана** (см. [№34](#) Таблицы 4) - задается период времени, в

течение которого перед открытием горизонтального термического экрана устанавливается максимальная температура 5-го контура.

Кроме того, пятый контур отопления автоматически работает в соответствии с заданной стратегией управления с учетом его заданной оптимальной температурой. В этом случае температура в контуре будет автоматически корректироваться компьютером для поддержания заданной температуры воздуха в теплице.

4.4.6 Управление смесительными клапанами.

УК согласно заданной программе ежеминутно вычисляет требуемую рабочую температуру прямой воды для каждого контура обогрева. Вычисленная температура теплоносителя сравнивается с заданными минимальными и максимальными значениями и при выходе за допуски ограничивается. Далее она используется для управления смесительным клапаном соответствующего контура.

Смесительный клапан каждого контура обогрева управляется по требуемой рабочей температуре прямой воды. По заданной и измеренной температуре воды контроллер каждую минуту изменяет положение смесительного клапана, так чтобы измеренная температура прямой воды в контуре обогрева сравнялась с заданным значением. Настройка качества управления каждого контура производится в блоке «ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ» путем изменения коэффициентов K_{mvi} (см. [№№2,6,10,14,18](#) Таблицы 2), влияющего на время работы смесительного клапана в зависимости от рассогласования заданной и измеренной температуры теплоносителя.

Процент открытия смесительного клапана пересчитывается в длительность его открытия или закрытия с помощью заданных времен их полного открытия/закрытия (см. [№№1,5,9,13,17](#) Таблицы 2).

Для увеличения устойчивости регулирования смесительными клапанами и уменьшения динамических нагрузок на них в блоке «ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ» введена временная задержка между изменениями положения смесительных клапанов для каждого контура обогрева $Dtmvi$ (см. [№3,7,11,17,15,19](#) Таблицы 2).

Для учета влияния механического люфта смесительных клапанов при смене направления их движения введен общий для всех клапанов параметр **Смесительные клапаны – люфт при смене направления** DMV_0 , равный отношению времени, в течение которого проявляется люфт смесительных клапанов, к времени полного открытия/закрытия смесительных клапанов (см. [№21](#) Таблицы 2).

Для задания ограничений на работу насосов обогрева 1-го и 2-го контуров обогрева введены три дополнительных параметра:

1) **Насосы обогрева – задержка выключения** – задается параметр, определяющий задержку при выключении насосов (см. [№27](#) Таблицы 4).

2) **Насосы обогрева – разрешать включение при солнце меньше** – задается значение интенсивности солнечной радиации, ниже которой разрешается включение насосов обогрева (см. [№28](#) Таблицы 4).

3) **Насосы обогрева – разрешать включение при (Тзад-Твнеш) больше** – задается разность между заданной температурой воздуха в теплице и внешней температурой, при превышении которой разрешается включение насосов обогрева (см. [№29](#) Таблицы 4).

4.5 Принципы управления вентиляцией.

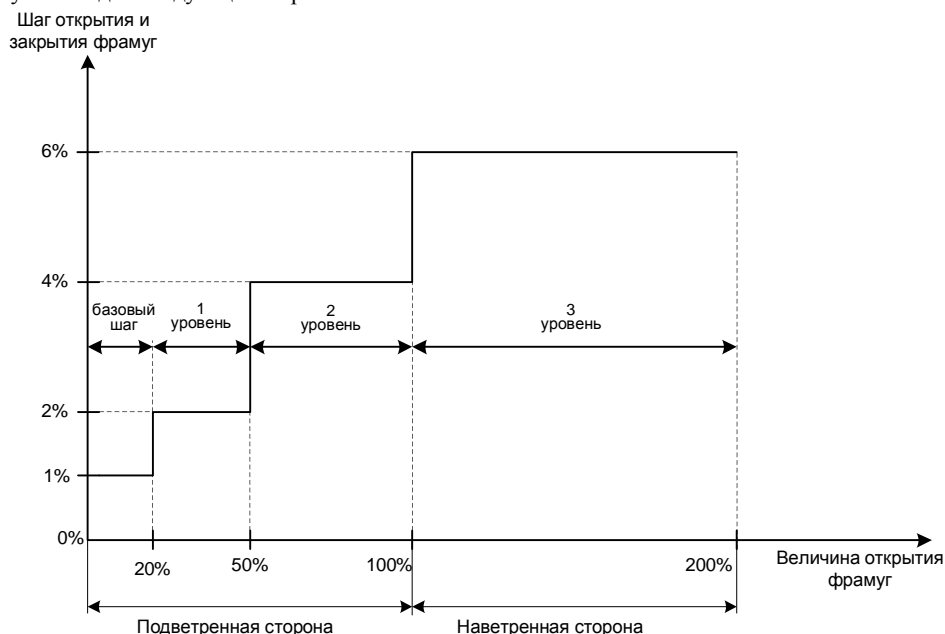
Вентилирование используется для удаления теплого воздуха из теплицы и замены его на более холодный воздух внешней среды, а также для снижения относительной влажности внутри теплицы. Скорость теплообмена зависит от разницы температур внутри и снаружи теплицы, наличия осадков и скорости ветра.

В программе введено понятие **Температура вентиляции** (см. [№5](#) Таблицы 1) – заданная температура воздуха в теплице, выше которой происходит открытие вентиляционных фрамуг. При этом программа при работающих фрамугах начинает поддерживать температура воздуха в теплице равной именно температуре вентиляции. Так как, как правило, температура вентиляции выше заданной температуры воздуха - **Держать температуру воздуха** (см. [№4](#) Таблицы 1), а контура обогрева включается лишь тогда, когда температура воздуха опустится до этой заданной величины, то поддержание температуры воздуха в теплице, равной температуре вентиляции, в солнечный день может в основном осуществляться фрамугами без использования контуров обогрева. Тем самым неизбежные флуктуации температуры воздуха в теплице при управлении только фрамугами не будут приводить к периодическим включениям контуров обогрева и, соответственно, к ненужным затратам.

В суточной программе для разного времени суток можно задать 3 режима работы форточной вентиляции. В режиме 0 – фрамуги полностью закрыты; в режиме 1 – фрамуги с подветренной стороны принудительно устанавливаются в заданное в суточной программе минимальное положение, а с наветренной стороны закрыты; в режиме 2 фрамуги работают в автоматическом режиме. В автоматическом режиме, как уже ранее упоминалось, управление вентиляцией осуществляется с помощью изменения положения фрамуг в зависимости от климата в теплице и внешних метеоусловий, а также от заданных в Таблицах СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ и ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА параметров, в частности параметров **Фрамуги СЕВЕР – тепловая эффективность** (см. [№24](#) Таблицы 2) и **Фрамуги ЮГ – тепловая эффективность** (см. [№27](#) Таблицы 2). При уменьшении этого параметра будет происходить увеличение открытия фрамуг или уменьшение их закрытия. На открытие фрамуг влияют такие величины, как скорость ветра (см. [№№47-48a](#) Таблицы 4), температура внешнего воздуха (см. [№№44-45a](#)) и наличие осадков (см. [№43](#)). Все эти ограничения устанавливаются в блоке «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА». К примеру, если задана защита от мороза, то при понижении внешней температуре фрамуги закроются, независимо от расчетов и установленного минимального положения фрамуг (см. [№42-43a](#)).

При полностью закрытых фрамугах процесс открытия всегда начинается с подветренной стороны, процесс закрытия – с подветренной стороны. Для простоты расчетов принято, что полностью открытая подветренная сторона соответствует 100% открытия фрамуг, полностью открытые подветренная и наветренные стороны соответствуют 200% открытия фрамуг. Поэтому на общей оси открытия фрамуг четырехуровневый процесс

открытия фрамуг выглядит следующим образом.



Величины диапазонов открытия всех уровней и шагов открытия на них приведены в Табл.4 (см. №50-57). Для типовых значений это выглядит следующим образом. При открытии в диапазоне от 0% до 20% шаг открытия составляет 1 %, при открытии в диапазоне от 20% до 40 % - шаг 2%, при открытии в диапазоне от 50 % до 100 % - шаг 4%, далее наветренная сторона открывается шагами по 6%. При увеличении величины шага открытия на каждом уровне происходит, соответственно, и увеличение общей скорости открытия фрамуг.

При автоматическом управлении вентиляцией следует особое внимание обратить на ограничения в частоте срабатывания приводов вентиляции. Такие ограничения позволяют в процессе эксплуатации системы сократить частоту включения приводов вентиляции и, соответственно, увеличивать срок их службы. Этот алгоритм задается в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» тремя параметрами:

1) **Фрамуги – исполнять если расчет больше** (DVE_{min} , см. №58). УК ежеминутно вычисляет требуемое положение фрамуг. Однако, если рассчитанное положение фрамуг отличается от предыдущего менее, чем на DVE_{min} , то включения приводов не производится.

2) **Фрамуги - минимальная Пауза между включениями** (Dt_{min}^{VE} , см. №50). Этот параметр задает время, через которое допустимо повторное включение привода вентиляции, и то при условии полного открытия фрамуг $VE=100\%$.

Если требуется изменить положение фрамуг на величину в интервале от $VE=100\%$ до DVE_{min} , то промежуток времени, через который допустимо повторное включения привода вентиляции рассчитывается обратно пропорционально требуемому воздействию на основании вышеописанных величин.

4.6 Управление относительной влажностью воздуха.

Для поддержания расчетной влажности воздуха требуется согласованное управление системой обогрева и вентиляции. Следует учитывать, что на влажность воздуха в теплице уже будут влиять задания в программе микроклимата, т.е. следует адекватно задавать в программе минимальную температуру теплоносителя в первом контуре обогрева и минимальное положение фрамуг. Если в суточной программе микроклимата есть ненулевое задание для поддержания относительной влажности воздуха в теплице, то в процессе работы контроллер анализирует измеренные значения температуры воздуха и относительной влажности и их заданные значения и управляет положением смесительных клапанов и вентиляционных фрамуг в зависимости от заданной стратегии управления. Если измеренная относительная влажность воздуха ниже заданной, а температура воздуха в норме или ниже заданной, то фрамуги открываются на меньшую величину, и соответственно, уменьшается количество удаляемого водяного пара. При меньшем открытии фрамуг автоматически снижается температура теплоносителя для того, чтобы не возросла температура воздуха в теплице.

При высокой относительной влажности воздуха фрамуги открываются на больший угол. Происходит более интенсивное удаление влаги. При этом с учетом скорости ветра и значения температуры внешнего воздуха, автоматически возрастет температура теплоносителя для поддержания заданной температуры воздуха в теплице.

Так как изменение положения фрамуг влияет на температуру и относительную влажность гораздо быстрее, чем изменение температуры теплоносителя, применяется ограничение частоты включения привода фрамуг для предотвращения автоколебаний (см. п.4.5).

4.7 Управление экраном (зашторивание).

С помощью установок в блоках «ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ» (см. №28-33 Таблицы 2), «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» (см. раздел «Экран» Таблицы 4) и суточной программы можно управлять следующими экранами: 1) термический (энергосберегающий) горизонтальный экран - для снижения потери тепла через верхнее остекление теплицы; 2) термический (энергосберегающий) вертикальный экран - для снижения потери тепла через боковое остекление теплицы; 3) затеняющий горизонтальный экран - для затенения от избыточной солнечной радиации. В

последнем случае затеняющий экран можно использовать в качестве затемняющего для регулирования фотопериода растений.

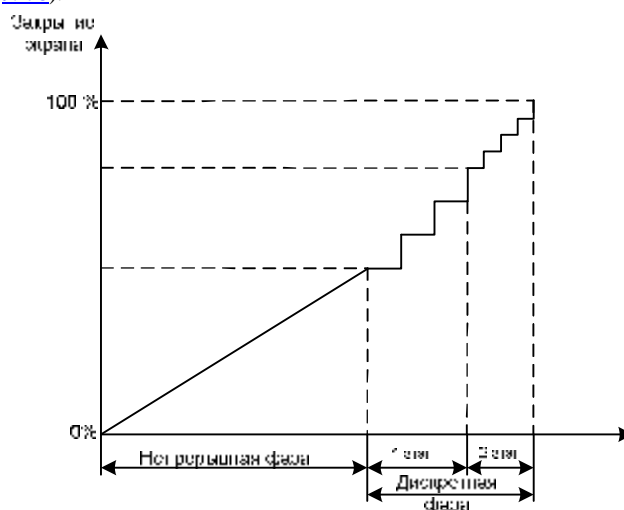
В данной системе экранами можно управлять как по времени суток, так и по погодным условиям. В соответствии с заданной программой микроклимата в любое время суток экран может находиться в 3-х положениях: а) полностью открытым; б) полностью закрытым; и в) автоматическом режиме, когда его положение определяется заданными в блоке «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» установками.

Настройка выходов БРК для управления экранами производится в блоке «КОНФИГУРАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ». Там же можно задать конфигурацию, при которой один и тот же экран будет выполнять функции затеняющего и термического экрана. Для этого нужно просто задать одинаковые номера выходов реле для обоих экранов.

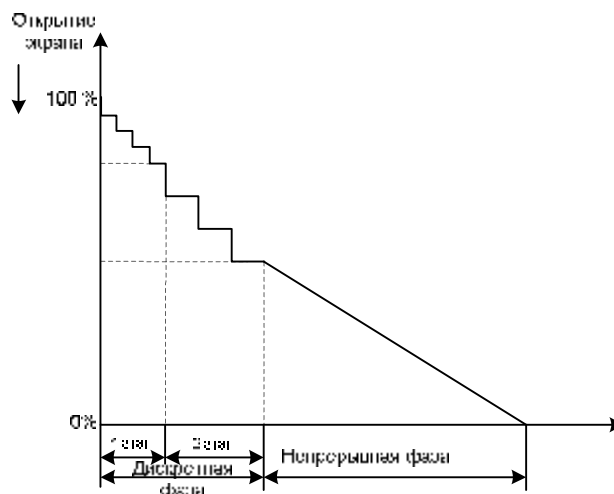
4.7.1 Управление термическим (энергосберегающим) экраном.

Для термического экрана устанавливается уровень внешней температуры, при которой он будет закрыт для снижения потерь тепла- **Экран термический – Твнеш закрывает при** (см. №64 Таблицы 4). Если день солнечный, то установкой уровня освещенности **Экран термический - Солнце открывает при** - W_{SCR}^{min} (см. №65) можно запретить закрытие экрана по внешней температуре, тогда потери тепла компенсируются дополнительным нагревом от солнечного излучения, полученного растениями.

Все закрытие термического экрана разбито на две фазы – фаза непрерывного закрытия и фаза дискретного закрытия, которая в свою очередь состоит из двух этапов. Величина непрерывной фазы задается параметром **Экран – Закрытие этап 1 начать с** (см. №73 Таблицы 4). Далее начинается 1 этап дискретной фазы, когда экран закрывается дискретными шагами, описываемыми параметрами **Экран – Закрытие этап 1 размер шага** (см. №74), **Экран – Закрытие этап 1 пауза между шагами** (см. №75). Величина закрытия экрана на 1-ом этапе дискретной фазы определяется разность между параметрами **Экран – Закрытие этап 2 начать с** (см. №76) и **Экран – Закрытие этап 1 начать с**. Далее начинается 2-ой этап дискретной фазы – до полного закрытия. Он описывается параметрами **Экран – Закрытие этап 2 размер шага** (см. №77) и **Экран – Закрытие этап 2 пауза между шагами** (см. №78).



При закрытом термическом экране над экраном температура воздуха может быть гораздо ниже, чем под экраном. Когда экран резко открывается, эта масса холодного воздуха может попасть на растения и также повлиять на режим системы отопления. Поэтому открытие экрана, как и закрытие, осуществляется тоже в две фазы, только в обратной последовательности. Сначала идет 1-этап дискретной фазы открытия, полностью описываемый параметрами для 2-го этапа дискретной фазы закрытия экрана (см. №№76-78). Затем идет 2-ой этап, соответствующий 1-му этапу дискретной фазы закрытия (см. №№73-75). И в конце экран открывается непрерывно.



Для ограничения частоты изменения состояния экрана введены два параметра. Первый определяет пороговое значение для рассчитанного изменения положения экрана, лишь при превышении которого выполняется изменение положения экрана - **Экран исполнять, если шаг больше** (см. №79). Второй параметр запрещает открытие или закрытие экрана в течение заданного периода времени - **Экран полное закрытие/открытие не чаще Dt_{SCR}** (см. №80).

Дополнительно введено переменное ограничение максимального закрытия горизонтального термического экрана в зависимости от температуры стекла. Для исключения образования области холодного воздуха между экраном и шатром при снижении температуры стекла величина максимального закрытия уменьшается до рассчитываемой величины в зависимости от заданных параметров (см. №84-86a).

4.7.2 Управление затеняющим экраном.

Для затеняющего экрана также используется программа микроклимата, где задается время суток, в течении которого допускается автоматическое закрытие экрана, и установка уровня освещенности, при которой закрывается экран: **Экран затеняющий - Солнце закрывает при** (см. №67). В случае, если интенсивность солнечного излучения превышает заданную установку и в задании микроклимата установлен автоматический режим работы экрана, то произойдет закрытие экрана.

Как и для термического экрана, для затеняющего введено пороговое значение температуры внешнего воздуха, при котором он должен закрываться – **Экран затеняющий – Твнеш закрывает при**, что позволяет его использовать в качестве термического экрана в случае отсутствия последнего (см. №68).

Также как для термического экрана, так и для затеняющего экрана, можно использовать установки постепенного открытия и закрытия экрана.

4.7.3 Управление вертикальными термическими экранами.

Вертикальные термические экраны управляются так же, как и горизонтальные – с учетом влияния внешней температуры и солнечной радиации – **Экран вертикальный – Твнеш закрывает при** (см. №68), **Экран вертикальный – Солнце открывает все при** (см. №70). Добавлено лишь то, что для вертикальных экранов важен учет влияния ветра. Поэтому введено дополнительное промежуточное пороговое значение интенсивности солнечной радиации, разрешающее открытие всех сторон, кроме наветренной - **Экран вертикальный – Солнце открывает, кроме наветренной** (см. №69). Увеличение скорости ветра также приводит к повышению значения температуры внешнего воздуха, при которой вертикальный экран закрывается. - **Экран вертикальный – ветер начинает влиять при** (см. №71).

4.8 Управление подкормкой CO₂.

Управление подкормкой CO₂ осуществляется с помощью двух видов исполнительных механизмов: 1) пропорциональной заслонки, степень открытия которой может меняться от 0 до 100%, - так называемая задвижка 2) закрывающегося клапана с двумя состояниями – открыто и закрыто. В последнем случае регулирование подачи CO₂ осуществляется в блоке «КОНФИГУРАЦИЯ» выбором значения параметра **Исполнитель дозации CO₂ (0 – задвижка, 1 – клапан)**. При значении **0** используется пропорциональная задвижка, при **1** – клапан.

Технические характеристики пропорциональной заслонки как регулятора CO₂ задаются в блоке «ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ» двумя параметрами - **Регулятор CO₂ – полное открытие/закрытие** (см. №42 Таблицы 2), **Регулятор CO₂ – П-коэффициент** и **Регулятор CO₂ – пауза между включениями**.

Независимо от типа ИМ ежеминутно контроллер вычисляет относительное положение заслонки, выраженное в процентах, в зависимости от рассогласования между заданной и измеренной концентрацией CO₂ в теплице.

4.9 Управление вентиляторами – режим циркуляции воздуха.

Включение вентиляторов в теплице применяется для выравнивания теплового поля внутри теплицы, т.е. для уравнивания температуры воздуха во всех точках теплицы. Режим работы вентиляторов задается в суточном задании (**Вр_{CRS}**, см. №22 Таблицы 1) и в разделе «**Циркуляция воздуха**» блока «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» (см. №101-103 Таблицы 4) В суточном задании для любого периода в течении суток можно задать три режима работы вентиляторов. 1) «Выключен» - **0**; 2) «Включен» - **1**; 3) «Автоматический» - **2**. В 1-ом режиме работы вентилятор постоянно выключен. Во 2-ом режиме вентиляторы работают либо постоянно, либо импульсно. Частота включения вентиляторов задается с помощью установок в блоке «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА», где можно указать время работы вентилятора и время паузы – **Вентиляторы - время работы - $Dt1_{CRS}$** (см. №102) и **Вентиляторы - время паузы - $Dt0_{CRS}$** (см. №103). При работе в 3-ем режиме для включения вентиляторов необходимо, чтобы разность между контрольными датчиками температуры воздуха в теплице превысила определенную величину, которая задается в блоке «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ» в строке **Вентиляторы - включать, если рассогласование больше - DT_{CRS}^{min}** . (см. №101). Если условие включения выполняется, то вентиляторы включаются на установленное время с последующей паузой.

4.10 Расчетные характеристики.

В ПК диспетчера на основе данных, получаемых от контроллера, вычисляются ряд физических параметров (см. блок «СОСТОЯНИЕ КЛИМАТА» в Таблице 5). Вместе с исходными параметрами они могут выводиться для анализа в графическом виде. Помимо этого в данной версии дополнительно вычисляются следующие параметры микроклимата (см. **Расчет требуемого климата** блока «СОСТОЯНИЕ КЛИМАТА»).

1. Абсолютная влажность воздуха в теплице **АН*** (см. №44 Таблицы 5) вычисляемая по показаниям датчика температуры воздуха (в диапазоне от 0 до 27 °C) и датчика относительной влажности воздуха на основании таблицы плотности насыщенных паров воды.

-
2. Дефицит водяного пара для воздуха в теплице DH^* (см. [№45](#)), вычисляемый по показаниям датчика температуры воздуха (в диапазоне от 0 до 27 °C) и вычисленной абсолютной влажности воздуха.
 3. Дефицит водяного пара для листа растения DH^* , вычисляемый по показаниям датчика температуры листа (в диапазоне от 0 до 27 °C) и вычисленной абсолютной влажности воздуха (см. [№46](#)).
 4. Точка росы для воздуха в теплице $Tdew^*$ (см. [№47](#)), вычисляемая по показаниям датчика температуры воздуха (в диапазоне от 0 до 27 °C) и вычисленной абсолютной влажности воздуха на основании таблицы плотности насыщенных паров воды.

5. УПРАВЛЯЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР

5.1. Назначение органов индикации и управления УК.

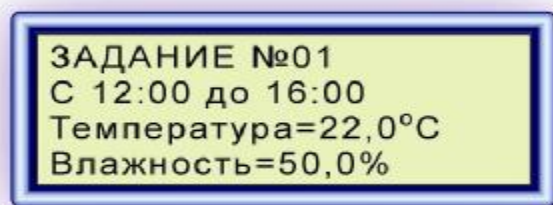
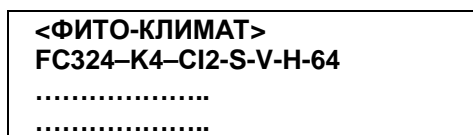


Рис. 4 Жидкокристаллический индикатор и клавиатура контроллера

Жидкокристаллический матричный индикатор предназначен для отображения состояния системы, управления микроклиматом и программирования ее работы. Он позволяет выводить до 80 буквенных или цифровых символов в четырех строках.

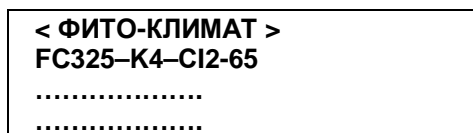
После включения контроллера в первых двух строках индикатора выводится информация о модели контроллера и его конфигурации.



Ниже приведена расшифровка выводимого сообщения:

FC 324 - K 4 - C I 2 - S - V - H - 64									
модель	контуры	кол-во	CO2	СИОД	кол-во	экран	циркуляцион.	возд.	тип
	обогрева	контуров		клапанов			вентиляторы	обогрев	контроллера
опционные									

В случае управления только тремя контурами обогрева выводится следующая информация



Клавиатура контроллера предназначена для выбора параметров, отображаемых на индикаторе, и их редактирования.

Две клавиши клавиатуры имеют постоянное значение:

-клавиша «ТЕСТ» предназначена для контроля работоспособности устройства и сброса аварийной сигнализации, нажимается при одновременном нажатии клавиши «0»;

-клавиша «ВВОД/МЕНЮ» предназначена для переключения между режимами работы клавиатуры МЕНЮ и ВВОД. Значения остальных клавиш зависят от выбранного режима.

Режим МЕНЮ.

Режим предназначен для выбора параметра, который необходимо проконтролировать и/или изменить. Все доступные для контроля и установки параметры организованы в памяти контроллера в виде таблицы заданий (см.

ТАБЛИЦА ЗАДАНИЙ). Каждая ячейка таблицы представляет собой экранный кадр, отображаемый на индикаторе. В режиме МЕНЮ можно с помощью клавиш со стрелками перемещаться по этой таблице по линиям, соединяющим ячейки таблицы и вызывать на индикатор требуемый параметр. Значения клавиш в режиме МЕНЮ соответствуют надписям в нижней части клавиши:

«ПЕРВ» - переход на индикацию левой верхней ячейки таблицы заданий;
«ПОСЛ» - переход на индикацию нижней строки таблицы заданий;
«стрелка вверх» - переход на индикацию предыдущего верхнего кадра в таблице заданий;
«стрелка вниз» - переход на индикацию следующего нижнего кадра в таблице заданий;
«стрелка влево» - переход на индикацию предыдущего левого кадра таблицы заданий;
«стрелка вправо» - переход на индикацию следующего правого кадра таблицы заданий;
«ВВЕРХ» - переход на первый столбец таблицы и на предыдущий верхний кадр в первом столбце таблицы заданий;
«ВНИЗ» - переход на первый столбец таблицы и на последующий нижний кадр в первом столбце таблицы заданий.

При необходимости корректировки значения параметра следует в режиме МЕНЮ с помощью клавиш вызвать параметр на индикатор, затем перейти в режим ВВОД при помощи нажатия клавиши «ВВОД/МЕНЮ» и установить новое значение.

Режим ВВОД.

Режим предназначен для редактирования выбранного параметра. В режиме ВВОД клавиши имеют значения, написанные в верхней части клавиш - цифры от 0 до 9. В режиме ВВОД на индикаторе мерцает символ, который можно заменить. При нажатии на цифровую клавишу введенный символ появляется на мерцающем знакоместе, и маркер сдвигается вправо. После набора нового значения осуществляется автоматический переход в режим МЕНЮ. В данном описании величина, которая может редактироваться, выделена подчеркиванием снизу.

5.2. Начальная установка контроллера.

Все вводимые в компьютер данные сохраняются в ОЗУ контроллера. Содержимое ОЗУ и правильное время в случае отключения питания при установленной в микросхеме ОЗУ батареи сохраняется в течении нескольких лет. Кроме этого, блоки «ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ», «ЗАДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА» и «КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ» записываются в энергонезависимую память EEPROM, содержание которой сохраняется до 10 лет и не зависит от батарейного питания, установленного в микросхеме ОЗУ контроллера. При самопроизвольном изменении данных в ОЗУ, а также после нажатия на клавишу «ТЕСТ» контроллер проверяет целостность данных в EEPROM по контрольной сумме. Если контрольная сумма верная, то из энергонезависимой памяти EEPROM восстанавливаются параметры, задания и калибровки датчиков и портов.

Внимание! Литиевая батарея на плате процессора должна быть установлена в обязательном порядке. При отсутствии батареи, вместо нее необходимо установить какой-либо металлический предмет, подходящий по размеру, например монету.

5.2.1 Начальная установка EEPROM.

Для начальной установки (сброса) энергонезависимой памяти EEPROM следует в режиме МЕНЮ нажать клавишу «ПЕРВ», при этом появится кадр с текущим временем и датой, а затем нажимать клавишу «вправо» до появления следующего кадра:

Нач установка EEPROM ПрограммыА = 0 Калибровки = 0 Параметры = 0

Для сброса заданных программ для теплицы А в строке «**ПрограммыА = 0**» следует перейти в режим ВВОД (нажатием клавиши «ВВОД/МЕНЮ»). На экране появится мигающий курсор. Теперь с помощью цифровой клавиши введите цифру «1». При этом выдается модулированный звуковой сигнал и на экране индицируется верхний левый кадр таблицы заданий с сообщением «Установка EEPROM» и устанавливаются нулевые задания программ микроклимата.

Аналогично производятся начальные установки калибровок в строке «**Калибровки = 0**». При этом все значения калибровок измерительных датчиков (см. [п.5.5](#)) сменяются заводскими значениями по умолчанию.

В нижней строке «**Параметры = 0**» также производится сброс всех параметров управления (см. [п.5.4](#)) и замена всех значений начальными установками по умолчанию.

При нажатии клавиши «стрелка вправо» появится кадр

Нач установка EEPROM ПрограммыВ = 0 Стратегия = 0 Механизмы = 0
--

В этом кадре производится сброс и замена заводскими значениями по умолчанию программ для теплицы Б, параметров стратегии управления и параметров исполнительных механизмов подсистем управления.

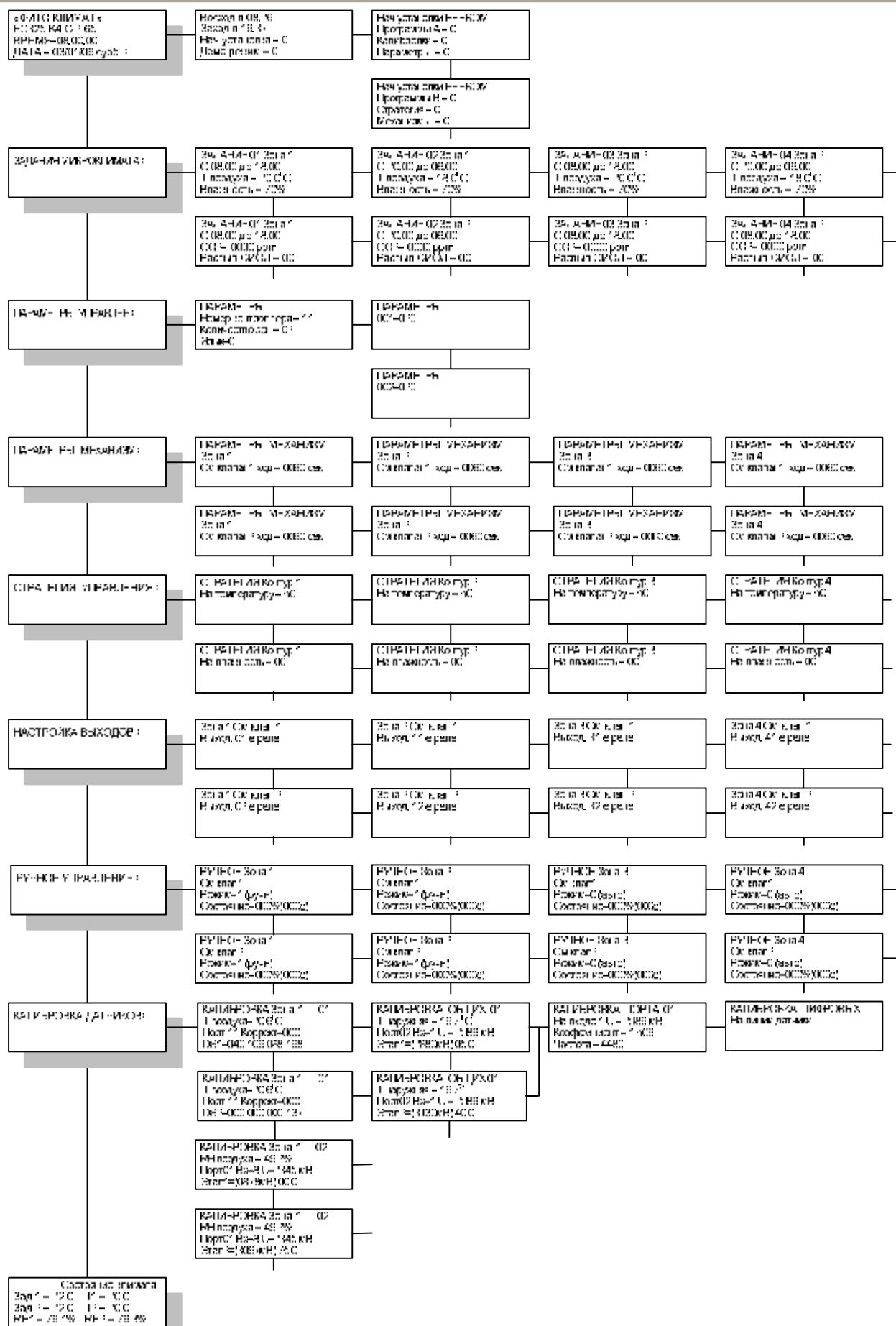


Рис. 5 Краткая таблица информационных кадров, выводимых на ЖК индикаторе УК.

5.2.2. Установка времени и даты.

Выбор индикации текущих времени и даты осуществляется в режиме МЕНЮ нажатием клавиши «ПЕРВ» или нескольких нажатий клавиши «ВВЕРХ» до вывода следующего экранного кадра:

<ФИТО-КЛИМАТ>
FC325-K4-CI2-65
ВРЕМЯ=08:00:35
ДАТА = 03/01/04 субб >

В строке «ВРЕМЯ=08:00:35» индицируются часы, минуты, и секунды текущего времени, в строке «ДАТА = 01/01/01 субб >» - число, месяц, год и день недели текущей даты.

Для установки времени следует перейти в режим ВВОД (нажатием клавиши «ВВОД/МЕНЮ»). На экране появится мигающий курсор. Теперь с помощью цифровых клавиш вводится правильное текущее время.

Для установки текущей даты следует в режиме МЕНЮ нажать клавишу «стрелка вправо». Далее следует перейти в режим ВВОД (клавишей «ВВОД/МЕНЮ») и с помощью цифровых клавиш набрать правильную дату.

Далее, после очередного нажатия клавиши «стрелка вправо» появится кадр, индицирующий время восхода и захода на текущую дату:

Восход в 04:24
Заход в 21:37
Нач установка = 0
Демо режим = 0

Значения двух первых строк этого кадра передаются с диспетчерского компьютера и поэтому в контроллере не редактируются. При вводе значения «1» в третью строку происходит перезагрузка УК (аналог одновременного нажатия клавиш «0» и «ТЕСТ»). При вводе значения «9» в четвертую строку запускается демонстрационный режим работы БРК.

Для правильного вычисления времени восхода и захода солнца необходимо правильно установить в программе МОНИТОР, установленной на диспетчерском компьютере, широту и долготу местонахождения контроллеров, а также часовой пояс.

При переходе с летнего на зимнее время и наоборот необходима ручная корректировка часового пояса (+1 час к временной зоне при переходе на летнее время).

Внимание! Ход часов и ведение календаря обеспечиваются отдельной микросхемой. Поэтому при установленном батарейном питании часы ходят и при выключенном питании блока УК. При включенном контроллере периодически происходит синхронизация показаний часов в контроллере с системным временем в диспетчерском ПК

5.3. Контроль и установка заданий.

5.3.1. Задание микроклимата в УК

Для индикации задания микроклимата (см. [Таблица 1](#) в Приложении №1) следует в режиме МЕНЮ клавишами «ВВЕРХ» или «ВНИЗ» выбрать экранный кадр

ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА >

и нажать клавишу «стрелка вправо». На экране будет индицироваться кадр:

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
Т воздуха=20,0°C
Влажность=70,0%

Для перемещения по колонке задания для выбранной зоны используются клавиши «ВВЕРХ» и «ВНИЗ». Переход к другому заданию осуществляется стрелкой «стрелка вправо».

Для активизации задания необходимо, чтобы время начала или время конца было отлично от 00:00, а также было введено задание температуры. Время начала работы задания может быть как больше, так и меньше времени конца работы. Т.е. записи «С 08:00 до 16:00» и «С 23:00 до 06:00» будут правильны. Во втором случае программа действует с 11 часов вечера до 6 часов утра.

Задание температуры обязательно, иначе контроллер сигнализирует об аварийной ситуации.

Параметр «Влажность» является необязательным и задается, если требуется управление относительной влажностью воздуха в теплице.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
CO2 = 0000 ppm
Распыл СИОД = 00

В этом кадре задаются значения концентрации углекислого газа при наличии системы его подпитки, а также время работы системы СИОД в случае ее наличия. При нулевом значении работа СИОД запрещена.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
Мин контура 1 = 000,0 °C
Оптим контура 1 = 000,0 °C

В этом кадре задаются минимальная и оптимальная температуры для 1-го контура обогрева. Задание минимальной температуры для основного контура необходимо для циркуляции воздуха и поддержания температуры воздуха у корней растений.

Если задание минимальной температуры трубы контура равно 0, то насос данного контура может автоматически выключаться, иначе насос контура включен постоянно.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 00:00 до 00:00
Мин контура 2 = 000,0 °C
Оптим контура 2 = 000,0 °C

В этом кадре задаются минимальная и оптимальная температуры для 2-го контура обогрева. Если задание минимальной температуры трубы контура равно 0, то насос данного контура может автоматически выключаться, иначе насос контура включен постоянно. В теплый период не следует задавать минимальную температуру контура 2, чтобы была возможность его автоматического выключения.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
Темп контур3 = 000,0 °C
Темп контур4 = 000,0 °C

В этом кадре задаются температуры теплоносителя соответственно в 3-ем и 4-ом контурах обогрева при их наличии. При нулевом задании их температура поддерживается равной температуре 1-го контура обогрева.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
Режим фрамуг = 0
Мин откр фрамуг = 000 %

Здесь задается режим работы системы вентилирования. Если первый параметр равен 0, то фрамуги закрыты, если равен 1, то фрамуги открываются на величину, задаваемую вторым параметром. Если он равен 2, то режим работы фрамуг автоматический под управлением контроллера. Тогда второй параметр задает величину минимального открытия фрамуг.

ЗАДАНИЕ 01 Зона 1
С 08:00 до 12:00
Работа вентилятора = 0
Работа экрана = 0

Эти два параметра определяют режимы работы системы циркуляции воздуха в теплице и системы зашторивания (0 – соответственно, вентиляторы выключены, и экран полностью открыт, 1 – вентиляторы включены, и экран полностью закрыт, 2 – перевод их режима работы в автоматический режим).

5.3.2. Задание микроклимата в программе МОНИТОР

Все задания в программе МОНИТОР проводятся в таблице заданий. Ниже приведен пример задания двух заданий управления температурой воздуха в четырех зонах теплицы (Рис.6). Более подробное описание всех задаваемых параметров приведено в Табл.1.

С 20 часов до 8 утра будет исполняться ночное задание №1 для зоны 1. С 9 часов утра установится задание №2. Соответственно, для зоны 2 дневной задание начнет действовать с 10 часов утра, для зоны 3 – в 11 часов, для зоны 4 – в 12 часов дня. В интервале между ночными и дневными заданиями для каждой зоны значения всех параметров будут автоматически вычислены методом интерполяции и выполнены контроллером. Таким образом, обеспечивается плавный переход между заданиями. Если задание №N имеет отличный от нуля какой-то параметр, а в задании №N+1 этот параметр равен нулю, то он не будет интерполироваться, а дискретно после завершения задания №N примет значение 0. Исключение – конец задания для параметров МИНИМАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ФРАМУГ.

[illegible]

Рис. 6 Таблица заданий в программе МОНИТОР на четыре программы.

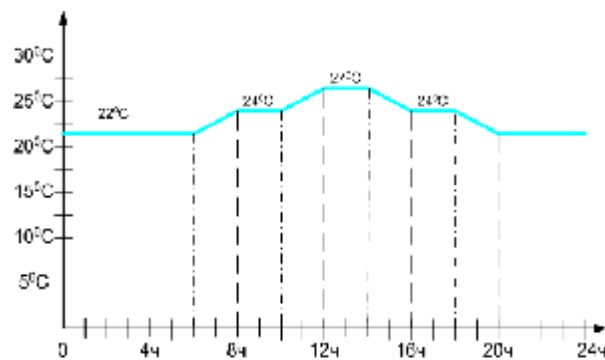


Рис. 7 Задание для параметра «Держать температуру воздуха».

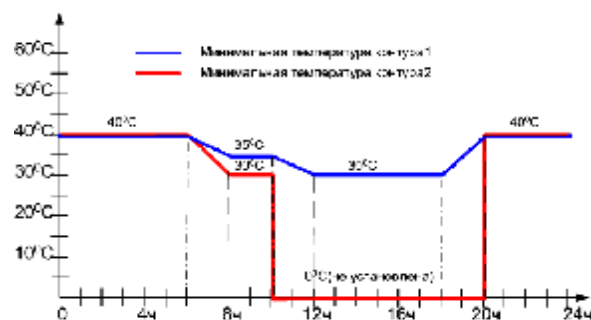


Рис. 8 Задание для параметров «Минимум контура 1» и «Минимум контура 2».

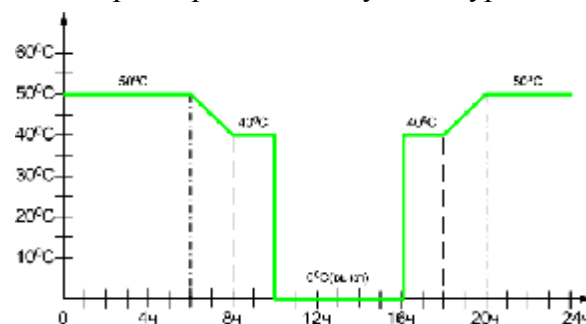


Рис.9 Задание для параметра «Держать температуру контура 3».

5.4. Установка параметров управления

Для индикации задаваемых параметров управления следует в режиме МЕНЮ выбрать экранный кадр:

ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ >

и после нажатия клавиши «стрелка вправо» перейти к индикации параметров системы.

ПАРАМЕТРЫ
Номер контроллера = 11
Количество зон = 04

В этом кадре задается сетевой номер контроллера (в данном случае – 11) и количество теплиц (зон), в которых будет происходить управление микроклиматом.

Однократное нажатие на «стрелка вправо» приводит к выводу кадра

ПАРАМЕТРЫ
001 = 0020

Переход на новый параметр осуществляется нажатием «стрелка вниз».

Все параметры указаны в отдельной таблице (см. [Таблица 3](#) в Приложении №1).

Внимание! При изменении значений параметров управления они дополнительно записываются в энергонезависимую память (EEPROM) и сохраняются вне зависимости от состояния батареи питания ОЗУ. После длительных отключений, при одновременном нажатии на клавиши «0» и «ТЕСТ» или при сбоях по питанию УК параметры управления автоматически восстанавливаются.

5.5. Установка параметров механизмов

Для индикации задаваемых параметров исполнительных механизмов подсистем управления следует в режиме МЕНЮ выбрать экранный кадр:

ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМ>

и после однократного или двукратного нажатия клавиши «стрелка вправо» перейти к индикации параметров исполнительных механизмов соответственно для теплицы А или теплицы Б. Порядок их появления после нажатия клавиши «стрелка вниз» в основном соответствует [Таблице 2](#):

ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМ>
Зона 1
См клапан1 ход = 0060 сек

(см. [№1](#) Таблицы 2)

ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ>
Зона 1
См клапан2 ход = 0060 сек

(см. [№2](#) Таблицы 2)

ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЗМОВ>
Зона 1
См клапан3 ход = 0060 сек

(см. [№3](#) Таблицы 2)

Переход к установке параметров для другой зоны осуществляется нажатием клавиши «стрелка вправо».

5.6. Установка стратегии управления

Для контроля и корректировки выбранной стратегии управления следует в режиме МЕНЮ выбрать экранный кадр

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ

и последовательным нажатием клавиши «стрелка вправо» выбрать необходимый контур обогрева и подсистему управления.

При последовательном нажатии клавиши «стрелка вниз», например, для 1-го контура выводятся задаваемые параметры блока СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ **Участии в нагреве воздуха (1°C) (АКА На температуру), Участие в**

увеличении влажности (10%) (АКА На влажность), Важность оптимального теплоносителя $n(10^{\circ}\text{C})$ (АКА На оптимальную Т), соответственно (см. п.4.2):

СТРАТЕГИЯ Контур 1
На температуру = 50
СТРАТЕГИЯ Контур 1
На влажность = 00

СТРАТЕГИЯ Контур 1
На оптимальную Т = 20

5.7. Ручное управление

Для перехода в ручной режим работы с ИМ подсистем управления необходимо выбрать кадр

РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ>

Переход к работе с ИМ для первой зоны (теплицы) осуществляется однократным нажатием клавиши «стрелка вправо», для второй теплицы – двукратным нажатием «стрелка вправо» и т.д. Переход к различным ИМ для каждой колонки осуществляется клавишей «стрелка вниз».

Для каждого ИМ существует два режима работы – автоматический (значение параметра РЕЖИМ равно 0) и ручной (значение параметра РЕЖИМ равно 1). Для ИМ с пропорциональным управлением аналогично задается режим работы – автоматический или ручной. В ручном режиме возможно непосредственно задание положения ИМ.

РУЧНОЕ Зона 1
См клап1
Режим = 1 (ручн)
См клапан1 = 000 % (000с)

Для ИМ с дискретным управлением информационный кадр выглядит следующим образом

РУЧНОЕ Зона 1
Насос1
Режим = 1 (ручн)
Состояние=1

Включение ИМ с дискретным управлением в ручном режиме осуществляется набором **1** вместо **0**.

5.8. Настройка выходов блока релейной коммутации

Для перехода в режим настройки выходов выходных релей на управление конкретными ИМ необходимо выбрать кадр

НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ>

При нажатии на кнопку «стрелка вправо» будут выводиться кадры для разных зон.

Зона 1 См клапан1
Выход: 01-ое реле

Зона 2 См клапан1
Выход: 02-ое реле

При нажатии на кнопку «стрелка вниз» - кадры для разных ИМ для данной зоны.

Зона 1 См клапан2
Выход: 03-ое реле

Зона 1 См клапан3
Выход: 04-ое реле

Настройка выходов осуществляется набором соответствующего номера реле для данного ИМ.

5.9. Калибровка аналоговых датчиков температуры и влажности

По умолчанию измерительные каналы системы настроены на усредненные параметры датчиков влажности и температуры. Режим калибровки служит для корректировки записанных в контроллере градуировочных графиков, устанавливающих зависимость измеренной частоты частотного сигнала конкретного датчика с выводимой на экране физической величиной. При проведении калибровки контроллер по двум калибровочным точкам рассчитывает линейную зависимость измеряемой величины от выходной частоты датчика и запоминает вычисленные коэффициенты, которые используются при эксплуатации системы.

Калибровка датчиков производится при выборе экранного кадра:

КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ >

Нажатием клавишами «стрелка вправо» и «стрелка влево» выбираются калибровочные значения различных датчиков, а клавишами «стрелка вниз» и «стрелка вверх» выбирается первая или вторая эталонная калибровочная точка.

Внимание! Перед калибровкой измерительных датчиков необходимо откалибровать порт (см. п.5.5.1 Калибровка порта.)!

5.9.1 Калибровка порта.

Порт – это условное название части так называемой платы входных портов, предназначенной для преобразования входного напряжения в частоту для последующей обработки в процессорной плате. Всего на плате 4 входных порта: два имеют по восемь входов, два – по одному входу.

Порты 1 и 2 имеют восемь входов. К этим входам подключаются датчики, и с них поочередно снимается напряжение- U , которое преобразуется в частоту сигнала- f и частотный сигнал передается далее в контроллер. Порты 3 и 4 имеют по одному входу, к которому при однотепличном варианте можно подключить дополнительные датчики. При работе с двумя и более теплицами (зонами) они используются для связи плат входных портов.

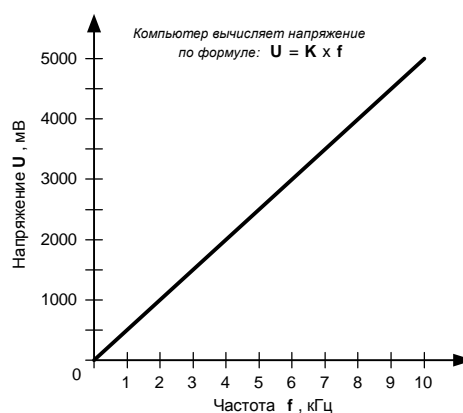
Для корректного пересчета контроллером значения частоты в напряжение необходим коэффициент пересчета ($K=U/f$)

Чтобы задать коэффициент, следует произвести калибровку порта следующим образом.

К одному из входов порта подключается датчик.

С помощью точного милливольтметра измеряется напряжение на входе.

В последнем правом кадре в меню КАЛИБРОВКИ устанавливается номер входа, к которому подключен датчик, например:



КАЛИБРОВКА ПОРТА 01
На входе 1 $U=2989$ мВ
Коэффициент = 1,509
Частота = 2183

В строке «На входе 1 $U = 1240$ мВ» нужно ввести измеренное вольтметром значение: $U=XXXX$ мВ.

Строки «Коэффициент = 0,568» и «Частота = 2183», являются только информативными, где соответственно, отображаются коэффициент пересчета из частоты в напряжение, и измеренная частота.

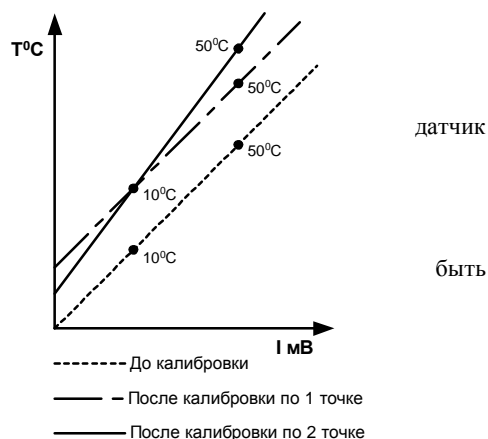
Внимание! После выполнения калибровки порта необходимо выйти из кадра КАЛИБРОВКА ПОРТА в основной кадр.!

5.9.2 Калибровка датчика температуры.

Для измерения температуры воздуха в теплицах используются полупроводниковые датчики температуры фирмы Analog Devices, имеющие линейную зависимость тока от температуры (1мкА на 1 градус Кельвина) в широком диапазоне (от -45°C до $+125^{\circ}\text{C}$). Некалиброванный имеет типичную ошибку 1,5 градуса при $+25^{\circ}\text{C}$. При последующей калибровке, эта ошибка может быть сведена к нулю.

В большинстве случаев достаточно калибровки по одной эталонной температуре (при этом используется «Этал1»). Если достигнутая калибровкой точность измерений не устраивает, то может произведена калибровка по второй эталонной температуре (при этом используется «Этал2»).

Калибровка датчика температуры производится по эталонному термометру. Для этого в режиме МЕНЮ на дисплее выбирается следующий кадр:



КАЛИБРОВКА Зона А 01
Т воздуха = 20,6 °C
Порт 01 Вх = 4 U = 2927mB
Этал1 =(1100mB) 10,0

В строке «КАЛИБРОВКА Зона А 01» индицируется место установки датчика и его порядковый номер, а в строке «Т воздуха = 20,6 °C» – наименование датчика температуры и измеренное значение температуры воздуха. Ниже в строке «Порт 01 Вх=4 U=2927mB» отображается номер порта, номер входа и напряжение на входе, к которому подключен данный датчик.

В строке «Этал1 =(1100mB) 10,0 °C» – напряжение и соответствующее ему значение первой эталонной температуры воздуха, при которой производилась предыдущая калибровка. После нажатия клавиши «стрелка вниз», нижняя строка будет отображать «Этал2 =(4000mB) 50,0 °C» – напряжение и значение второй эталонной температуры воздуха, при которой производилась предыдущая калибровка.

Калибровать датчик можно как по одной точке, так и полностью по двум эталонным температурам (точкам):

1. Датчик температуры и эталонный термометр размещаются в воздухе с нижней калибровочной температурой (10-20 °C) и, после стабилизации показаний через 2-3 мин, в режиме ВВОД на дисплее в строке

.....
 «Этал1 = (1100mB) 10,0 °C»

устанавливается значение температуры в градусах Цельсия, измеренное по эталонному термометру, а в скобках автоматически установится значение равное измеренному напряжению датчика, например – «(1100mB)».

Следует обратить внимание, что после калибровки по первому эталону сместится вся линейная зависимость.

2. Датчик температуры и эталонный термометр размещаются в воздухе с верхней калибровочной температурой (30-60 °C) и после стабилизации показаний через 2-3 мин в режиме ВВОД на дисплее в строке

.....
 «Этал2 = (4000mB) 50,0 °C»

устанавливается значение температуры в градусах Цельсия, измеренное по эталонному термометру, а в скобках автоматически установится значение равное измеренному напряжению датчика, например – «(4000mB)».

При этом первая точка сохраняется, а линейная зависимость изменит угол наклона.

Таким образом, при калибровке по двум точкам достигается наибольшая точность измерений в рабочем диапазоне температур.

5.9.3 Калибровка датчика влажности.

Для измерения относительной влажности воздуха в теплицах применяются емкостные полимерно-платиновые датчики фирмы Honeywell, имеющие линейную зависимость напряжения от относительной влажности в максимально широком диапазоне (от 0% до 100%). Максимальная погрешность составляет 2%. Нелинейность не выше 0,5%. Стабильность измерений равна 1% при 50% влажности за 5 лет.

Датчик является светочувствительным элементом, а также подвержен воздействию статического заряда, поэтому его использование без защитного корпуса запрещено.

Конкретные значения напряжений для двух заводских калибровок, прилагаемых к каждому датчику влажности, заносятся в таблицу КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКОВ программы МОНИТОР и передаются в УК.

Позиция	Параметры	Калибровка	Заданная А	Заданная Б	Старая А	Старая Б	Максимальная	Допуск
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1
Температура воздуха	Температура	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1	Этал2	Этал1

Рис. 10 Таблица «Калибровка датчиков»

Для проверки переданных калибровок в УК в режиме МЕНЮ на дисплее выбирается кадр:

КАЛИБРОВКА Зона А 01
RH воздуха =24,9%
Порт 01 Вх = 8 U = 1609 mB
Этал1 =(0878mB) 00,0

В строке выводится «RH воздуха = 24,9%» – измеренное значение относительной влажности воздуха.

Ниже в строке «Порт 01 Вх = 8 U = 1609mB» отображается номер порта, номер входа и напряжение на входе,

к которому подключен данный датчик.

В строке «**Этал1 =(0878мВ) 00,0**» – напряжение и значение первой эталонной влажности воздуха, при которой производилась заводская калибровка датчика.

При нажатии клавиши «стрелка вниз», нижняя строка будет отображать «**Этал2 =(3097мВ) 75,3**» – напряжение и значение второй эталонной влажности воздуха, при которой производилась заводская калибровка.

5.10 Подключение 1-проводных цифровых термометров.

Каждый 1-проводный цифровой термометр имеет 64-битный уникальный и неизменяемый серийный номер вида 040-XXX-XXX-XXX-000-000-000-XXX. Проверить его можно, если подключить термометр отдельно к цифровому входу. После этого необходимо в контроллере перейти к кадру КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ, а затем вправо до кадра КАЛИБРОВКА ЦИФРОВЫХ.

КАЛИБРОВКА ЦИФРОВЫХ
На линии
DS1=040-XXX-XXX-XXX
DS2=000-000-000-XXX

В этом кадре в двух строках **DS1** и **DS2** выводится серийный номер термометра.

Все 1-проводные цифровые термометры подключаются к цифровому входу параллельно. После их подключения нужно в таблице КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ программы МОНИТОР присвоить соответствующему температурному параметру номер порта, начиная с номера 11 и далее по порядку, в колонке НОМЕР набрать серийный номер термометра, который будет измерять этот параметр. После этого набранная информация посылается в контроллер.

25 Май 2007 г. 14:59:41				Запись N 17 из 17							
Состояние	Параметры	Калибровка	Задание	Стратегия	Механизмы	Конфигурация	Настройка	Допуски	Ручное	Сеть	Арх
2007_05_25	Номер порта	Вход в порт	Эталон1	Напряжение1	Эталон2	Напряжение2	Номер				
Температура наружная*	1	В	5,0 °C	2780 мВ	40,0 °C	3130 мВ					
Интенсивность солнца	1	7	0 Вт/м2	15 мВ	700 Вт/м2	4000 мВ					
Скорость ветра	1	5	0,0 м/сек	60 мВ	0,0 м/сек	0 мВ					
Направление ветра	1	1	0 °	0 мВ	360 °	4520 мВ					
Дождь	0	В	-10	250 мВ	10	850 мВ					
Влажность наружная	0	В	0,0 %	800 мВ	0,0 %	5000 мВ					
Температура воды прямой	0	В	40,0 °C	3130 мВ	80,0 °C	3530 мВ					
Температура воды обратной	0	7	40,0 °C	3130 мВ	80,0 °C	3530 мВ					
Давление воды прямой	0	1	0,00 Кг	500 мВ	14,54 Кг	4500 мВ					
Давление воды обратной	0	1	0,00 Кг	500 мВ	14,54 Кг	4500 мВ					
Расход воды	0	1	0 м3/час	500 мВ	105 м3/час	4500 мВ					
Зона 1 Темпер. воздуха	11						040-066-047-165-000-000-000-059				
Зона 2 Темпер. воздуха	12						040-221-101-165-000-000-000-230				
Зона 3 Темпер. воздуха	13						040-109-086-165-000-000-000-137				
Зона 4 Темпер. воздуха	1	1	20,0 °C	2990 мВ	50,0 °C	3230 мВ					

В контроллере каждому подключенному цифровому термометру соответствуют находящиеся друг под другом кадры следующего вида

КАЛИБРОВКА Зона 1 01
Т воздуха=29,2 °C
Порт 11 Коррект=000
DS1=040-XXX-XXX-XXX

КАЛИБРОВКА Зона 1 01
Т воздуха=29,2 °C
Порт 11 Коррект=000
DS2=000-000-000-XXX

5.11 Индикация текущего состояния климата.

Для просмотра на экране доступно задание по температуре воздуха в данный момент времени и текущие измеренные значения температуры и относительной влажности воздуха для обеих теплиц.

Для этого в режиме «Меню» на дисплее выбирается экранный кадр:

Состояние климата
Зад А = 22.0 Та = 20.0
Зад Б = 22.0 Тб = 21.7
Rha = 76.1% RHб = 76.3%

6. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Меры безопасности при работе с управляющим блоком соответствуют мерам, принимаемым при работе с радиотехническим оборудованием общего применения.

Максимальное напряжение в электронном блоке - 220В.

Наладка и обслуживание устройства должны проводиться квалифицированным персоналом, прошедшим инструктаж по технике безопасности.

7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ

Блоки УК и РК следует устанавливать в сухом и затененном месте. Рекомендуемые условия окружающей среды: температура 20-25 °С и относительная влажность 60-70%. Не рекомендуется длительное воздействие прямых солнечных лучей на жидкокристаллический дисплей компьютера. Для питания устройства используется сеть, к которой не присоединено силовое оборудование. Нельзя располагать его вблизи мощных источников электромагнитных помех.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ повышение температуры окружающей среды при эксплуатации и хранении выше +60С в виду возможного выхода из строя жидкокристаллического дисплея.

В период, когда оборудование между сменами культур не используется, оно должно быть законсервировано в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя. Электрооборудование должно быть обесточено, все агрегаты надлежит укрыть, особенно электронные блоки, для предотвращения попадания в них пыли и влаги.

Данная система проста в обслуживании и не требует сложных регламентных работ.

Краткий перечень возможных неисправностей и неправильных настроек приведен в [Приложении 7](#).

Порядок проведения периодических работ по техническому обслуживанию системы приведен в [Приложении 6](#).

ПРИЛОЖЕНИЕ №1. Таблицы

Таблица 1.

Параметры, устанавливаемые в блоках «Задание микроклимата»

№	Наименование параметра в программе Монитор	Наименование параметра в УК	Краткое обозначение параметра	Описание	Ед. изм.	Мин. Знач.	Макс. Знач.
1	Номер зоны			Порядковый номер зоны в теплице		1	4
2	Время начала действия программы (если 0–прогр не активна)	С	t_1^i	Время начала i-го задания ($0 < i < 31$)	час:мин	00:00	23:59
3	Время окончания действия программы (если 0-прогр не активна)	По	t_2^i	Время окончания i-го задания	час:мин	00:00	23:59
4	Держать температуру воздуха (если 0-прогр не активна)	Температура	Tr^i	Задаваемая в i-ом задании температура воздуха в теплице	°C	0	30
5	Температура вентиляции		Tve	Задаваемая в i-ом задании температура вентиляции в теплице	°C	0	30
6	Держать влажность воздуха (если 0-то не управлять)	Влажность	RHp^i	Задаваемая в i-ом задании относительная влажность воздуха в теплице, рассчитывается в случае задания дефицита водяного пара Ap	%	0	95
7	Держать дефицит водяного пара		Ap^i	Задаваемый в i-ом задании дефицит водяного пара в воздухе, определяющий разность между максимально возможным при данной температуре и давлении количеством водяного пара в воздухе и количеством водяного пара, определяемым заданной относительной влажностью RHp , рассчитывается в случае задания относительной влажности воздуха RHp	г/м3	0	326,6
8	Держать концентрацию CO2 (если 0 – не управлять)	Концентрац CO ₂	$Cp_{CO_2}^i$	Задаваемая в i-ом задании концентрация CO ₂ в теплице	ppm	0	1500
9	Минимум контура 1 (если 0, то насос может выключаться)	Мин контура1	$T1_{min}^i$	Задаваемая в i-ом задании минимальная температура первого контура обогрева в теплице	°C	0	55

10	Оптимальная температура контура 1 (если 0, то любая от мин до макс)	Оптим контура 1	$T1_{opt}^i$	Задаваемая в i-ом задании оптимальная с точки зрения требований агротехнологии температура 1-го контура обогрева	°C	0	60
11	Минимум контура 2 (если 0, то насос может выключаться)	Мин контура2	$T2_{min}^i$	Задаваемая в i-ом задании минимальная температура второго контура обогрева в теплице	°C	0	55
12	Оптимальная температура контура 2 (если 0, то любая от мин до макс)	Оптим контура 2	$T2_{opt}^i$	Задаваемая в i-ом задании оптимальная с точки зрения требований агротехнологии температура 2-го контура обогрева	°C	0	50
13	Держать температуру контура 3 (если 0, то в автомате)	Темп контур3	$T3p^i$	Задаваемая в i-ом задании температура третьего контура обогрева в теплице	°C	0	90
14	Держать температуру контура 4 (если 0, то в автомате) (до 90 °C)	Темп контур4	$T4p^i$	Задаваемая в i-ом задании температура четвертого контура обогрева в теплице	°C	0	90
15	Минимум контура 5 (если 0, то насос может выключаться) (до 90 °C)	Мин контура5	$T5_{min}^i$	Задаваемая в i-ом задании минимальная температура пятого контура обогрева в теплице	°C	0	90
16	Режим работы фрамуг (закрыты, в минимуме, авто)	Работа фрамуг	Bp_{VE}^i	Режим работы вентиляционных фрамуг в i-ом задании			
17	Минимальное положение фрамуг (до 90%)	Мин откр фрамуг	VE_{min}^i	Задаваемое в i-ом задании минимальное положение вентиляционных фрамуг в пасмурную погоду	%	0	90
18	Время распыления СИОД (если 0, то запрещено)	Распыл СИОД	t_{TC}^i	Период времени в i-ом задании, в течение которого происходит работа СИОД	сек	0	20
19	Режим работы термического экрана (открыт, закрыт, авто)	Работа экрана	Bp_{SCR}^i	Режим работы экрана в i-ом задании			
20	Режим работы затеняющего экрана (открыт, закрыт, авто)		Bp_{SCR}^i	Режим работы экрана в i-ом задании			
21	Режим работы вертикального экрана (открыт, закрыт, авто)		Bp_{SCR}^i	Режим работы экрана в i-ом задании			
22	Режим вентиляторов (откл, вкл, авто)	Работа вентилятора	Bp_{CRC}^i	Режим работы вентиляторов системы циркуляции воздуха в i-ом задании			

23	Режим включения досвечивания			Режим работы системы электродосвечивания			
24	Процент включения светильников			Доля светильников, которые должны быть включены	%	0	100
25	Режим обработки (откл,вкл,авто)			Режим работы системы химической обработки			

Таблица 2.

Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Параметры механизмов».

№	Наименование параметра в программе Монитор	Наименование параметра в УК	Краткое обозначение параметра	Описание	Ед. изм.	Мин. Знач.	Макс. Знач.	Рек. Знач.
1	Контур 1 - смесительный клапан полное открытие/закрытие	Контур 1 ход	Dtmv1	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие смесительного клапана 1-го контура обогрева	сек	15	800	60
2	Контур 1 – смесительный клапан П-коэффициент		Kmv1	Коэффициент пропорциональности между требуемыми изменениями температуры теплоносителя и открытием/закрытием смесительного клапана 1-го контура	%°C	0,1	3	1
3	Контур 1 – смесительный клапан пауза между включениями		Dtpmv1	Минимальный период времени Dt между изменениями положения смесительных клапанов в 1-ом контуре обогрева	сек	1	100	30
4	Контур 1 – тепловая эффективность		Q1	Тепловая эффективность 1-го контура обогрева в условных единицах (по отношению к другим контурам обогрева)	у.е.	10	100	50
5	Контур 2 - смесительный клапан полное открытие/закрытие	Контур 2 ход	Dtmv2	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие смесительного клапана 1-го контура обогрева	сек	15	800	60
6	Контур 2 – смесительный клапан П-коэффициент		Kmv2	Коэффициент пропорциональности между требуемыми изменениями температуры теплоносителя и открытием/закрытием смесительного клапана 2-го контура	%°C	0,1	3	1
7	Контур 2 – смесительный клапан пауза между включениями		Dtpmv2	Минимальный период времени Dt между изменениями положения смесительных клапанов во 2-ом контуре обогрева	сек	1	100	30
8	Контур 2 – тепловая эффективность		Q2	Тепловая эффективность 2-го контура обогрева в условных единицах (по отношению к другим контурам обогрева)	у.е.	10	100	50
9	Контур 3 - смесительный клапан полное открытие/закрытие	Контур 3 ход	Dtmv3	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие смесительного клапана первого контура обогрева	сек	20	800	60
10	Контур 3 – смесительный клапан П-коэффициент		Kmv3	Коэффициент пропорциональности между требуемыми изменениями температуры теплоносителя и открытием/закрытием смесительного клапана 3-го контура	%°C	0,1	3	1
11	Контур 3 – смесительный клапан пауза между включениями		Dtpmv3	Минимальный период времени Dt между изменениями положения смесительных клапанов в 3-ем контуре обогрева	сек	1	100	30
12	Контур 3 – тепловая эффективность		Q3	Тепловая эффективность 3-го контура обогрева в условных единицах (по отношению к другим контурам обогрева)	у.е.	10	100	50
13	Контур 4 - смесительный клапан полное открытие/закрытие	Контур 4 ход	Dtmv4	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие смесительного клапана первого контура обогрева	сек	15	800	60

14	Контур 4 – смесительный клапан П-коэффициент		Kmv4	Коэффициент пропорциональности между требуемыми изменениями температуры теплоносителя и открытием/закрытием смесительного клапан 4-го контура	%/°C	0,1	3	1
15	Контур 4 – смесительный клапан пауза между включениями		Dtpm41	Минимальный период времени Dt между изменениями положения смесительных клапанов в 4-ом контуре обогрева	сек	1	100	30
16	Контур 4 – тепловая эффективность		Q4	Тепловая эффективность 4-го контура обогрева в условных единицах (по отношению к другим контурам обогрева)	у.е.	10	100	50
17	Контур 5 - смесительный клапан полное открытие/закрытие	Контур 5 ход	tmv5	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие смесительного клапана первого контура обогрева	сек	15	800	60
18	Контур 5 – смесительный клапан П-коэффициент		Kmv5	Коэффициент пропорциональности между требуемыми изменениями температуры теплоносителя и открытием/закрытием смесительного клапан 5-го контура	%/°C	0,1	3	1
19	Контур 5 – смесительный клапан пауза между включениями		Dtpmv5	Минимальный период времени Dt между изменениями положения смесительных клапанов в 5-ом контуре обогрева	сек	1	100	30
20	Контур 5 – тепловая эффективность		Q5	Тепловая эффективность 5-го контура обогрева в условных единицах (по отношению к другим контурам обогрева)	у.е.	10	100	50
21	Смесительные клапаны – люфт при смене направления	ЛЮФТ кл	DMV_o	Относительное значение люфта смесительных клапанов, возникающего при смене направления движения смесительных клапанов	%	0	3	1
22	Фрамуги_Север - полное открытие/закрытие	Фр Сев ход	Dt_{VEcl}^N	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие вентиляционных фрамуг на северной стороне теплицы	сек	15	800	60
23	Фрамуги СЕВЕР- пауза между включениями		Dt_{VE}^N	Значение периода времени Dt между последовательными изменениями положения открытия вентиляционных фрамуг СЕВЕР при их полном открытии (VE = 100%)	мин	1	100	30
24	Фрамуги СЕВЕР – тепловая эффективность		Q_{VE}^N	Тепловая эффективность вентиляционных фрамуг СЕВЕР в условных единицах (по отношению к контурам обогрева)	у.е.	0	100	50
25	Фрамуги_Юг - полное открытие/закрытие	Фр Юг ход	Dt_{VEcl}^S	Период времени Dt, за который происходит полное закрытие вентиляционных фрамуг на южной стороне теплицы	сек	15	800	60
26	Фрамуги ЮГ- пауза между включениями		Dt_{VE}^S	Значение периода времени Dt между последовательными изменениями положения открытия вентиляционных фрамуг ЮГ при их полном открытии (VE = 100%)	мин	1	100	30
27	Фрамуги ЮГ – тепловая эффективность		Q_{VE}^S	Тепловая эффективность вентиляционных фрамуг ЮГ в условных единицах (по отношению к контурам обогрева)	у.е.	1	100	50
28	Экран термический – полное открытие/закрытие	Экран Т Г ход	Dt_{TH}	Период времени, за который термический горизонтальный экран полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
29	Экран термический – пауза между включениями		Dtp_{TH}	Минимальная пауза между изменениями положения экрана	сек	1	100	30
30	Экран термический – тепловая эффективность			Тепловая эффективность термического горизонтального экрана в условных единицах (по отношению к контурам обогрева)	у.е.	10	100	50

32	Экран затеняющий – полное открытие/закрытие	Экран 3 Г ход	Dt_{SH}	Период времени, за который затеняющий горизонтальный экран полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
33	Экран затеняющий – пауза между включениями		Dtp_{SH}	Минимальная пауза между изменениями положения экрана	сек	1	100	30
34	Экран вертикальный сторона 1 – полное открытие/закрытие		Dt_{TV1}	Период времени, за который термический вертикальный экран на стороне 1 полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
35	Экран вертикальный сторона 1 – пауза между включениями		Dtp_{TV1}	Минимальная пауза между изменениями положения термический вертикальный экрана на стороне 1	сек	1	100	30
36	Экран вертикальный сторона 2 – полное открытие/закрытие		Dt_{TV2}	Период времени, за который термический вертикальный экран на стороне 1 полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
37	Экран вертикальный сторона 2 – пауза между включениями		Dtp_{TV2}	Минимальная пауза между изменениями положения термический вертикальный экрана на стороне 1	сек	1	100	30
38	Экран вертикальный сторона 3 – полное открытие/закрытие		Dt_{TV3}	Период времени, за который термический вертикальный экран на стороне 1 полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
39	Экран вертикальный сторона 3 – пауза между включениями		Dtp_{TV3}	Минимальная пауза между изменениями положения термический вертикальный экрана на стороне 1	сек	1	100	30
40	Экран вертикальный сторона 4 – полное открытие/закрытие		Dt_{TV4}	Период времени, за который термический вертикальный экран на стороне 1 полностью закрывается или открывается	сек	15	800	60
41	Экран вертикальный сторона 4 – пауза между включениями		Dtp_{TV4}	Минимальная пауза между изменениями положения термический вертикальный экрана на стороне 1	сек	1	100	30
42	Регулятор CO ₂ – полное открытие/закрытие	CO ₂ ход	$Dt_{CO_2}^{max}$	Полное время открытия и закрытия регулятора, используемого в качестве дозатора	сек	15	800	60
43	Регулятор CO ₂ – П-коэффициент		P_{CO_2}	Коэффициент пропорциональности между величиной открытия регулятора и изменением концентрации CO ₂	%/ppm	0,1	3	1
44	Регулятор CO ₂ – пауза между включениями клапанов		Dtp_{CO_2}	Период времени, определяющий задержки включения клапанов системы подкормки CO ₂	сек	1	100	30
45	Регулятор давления – полное открытие/закрытие			Полное время открытия или закрытия регулятора давления	сек	15	800	60
46	Регулятор давления – П-коэффициент			Коэффициент пропорциональности для регулятора давления (по умолчанию – регулятор температуры)	%/°C	0,1	3	1
47	Регулятор давления – пауза между включениями			Минимальная пауза между включениями регулятора давления	сек	1	100	30

Таблица 3.

Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Параметры управления».

№	Наименование параметра в программе Монитор	Номер параметра в УК	Краткое обозначение параметра	Описание	Ед. изм.	Мин. Знач.	Макс. Знач.	Рек. Знач.
1	Контур 1_Максимальная температура	021	$T1_{max}$	Максимально допустимая температура первого контура обогрева теплицы	°C	40	95	60
2	Контур 2_Максимальная температура	022	$T2_{max}$	Максимально допустимая температура второго контура обогрева теплицы	°C	0	130	90
3	Контур 3_Максимальная температура	023	$T3_{max}$	Максимально допустимая температура третьего контура обогрева теплицы	°C	0	130	60
4	Контур 4_Максимальная температура	024	$T4_{max}$	Максимально допустимая температура четвертого контура обогрева теплицы	°C	0	90	50
5	Контур 5_Максимальная температура	025	$T5_{max}$	Максимально допустимая температура пятого контура обогрева теплицы	°C	0	130	110
6	Фрамуги_Максимальное открытие подветренной стороны	068	VE_{max}^L	Максимально допустимое открытие вентиляционных фрамуг с подветренной стороны теплицы	%	0	100	100
7	Фрамуги_Максимальное открытие наветренной стороны		VE_{max}^W	Максимально допустимое открытие вентиляционных фрамуг с наветренной стороны теплицы	%	0	100	100
8	Экран термический – Максимальной закрытие		SCR_{max}^T	Максимально допустимое закрытие затеняющего экрана	%	0	100	0
9	Экран затеняющий – Максимальной закрытие		SCR_{max}^S	Максимально допустимое закрытие затеняющего экрана	%	0	100	0
10	Контур 3_Минимальная температура	026	$T3_{min}$	Устанавливаемая минимальная температура третьего контура, в случае ненулевого значения насос контура не выключается	°C	0	50	0
11	Контур 3_Оптимальная температура	029	$T3_{opt}$	Температура 3-го контура обогрева, оптимальная с точки зрения требований агротехнологии	°C	0	90	0
12	Контур 4_Минимальная температура	027	$T3_{min}$	Устанавливаемая минимальная температура четвертого контура, в случае ненулевого значения насос контура не выключается	°C	0	40	0
13	Контур 4_Оптимальная температура	030	$T4_{opt}$	Температура 4-го контура обогрева, оптимальная с точки зрения требований агротехнологии	°C	0	90	0
14	Регулятор давления – Держать разность			Задаваемое значение перепада давления, которое должен поддерживать регулятор давления	Кг/см2	0	3	

15	Т теплицы - Коэф пропорциональной поправки	042	K_T^P	Коэффициент, стоящий при изменении со временем разности прогнозируемой и измеренной температуры воздуха в теплице DT_{prm}		0,1	3	0,75
16	Т теплицы - Коэф интегральной поправки	037	K_T^I	Коэффициент для расчета интегральной поправки к температуре первого контура теплицы, учитывающий ее тепловые динамические свойства		0,02	0.25	0,1
17	Т теплицы - Коэф динамической поправки	043	K_T^D	Коэффициент, стоящий при изменении со временем первой производной от разности прогнозируемой и измеренной температуры воздуха в теплице DT_{prm}		0,1	3	0,6
18	Экран вертикальный – Начало реагирования стороны 1			Минимальный угол между направлением ветра и нормалью к внутренней поверхности вертикального экрана на стороне 1, начиная с которого производится учет влияния ветра на закрытие экрана	°	0	360	0
19	Экран вертикальный – Конец реагирования стороны 1			Минимальный угол между направлением ветра и нормалью к внутренней поверхности вертикального экрана на стороне 1, начиная с которого производится учет влияния ветра на закрытие экрана	°	0	360	0

Таблица 4.
Коэффициенты и параметры, устанавливаемые в блоке «Точная настройка».

№	Наименование параметра в программе Монитор	Номер параметра в УК	Краткое обозначение параметра	Описание	Ед. изм.	Мин. Знач.	Макс. Знач.	Рек. Знач.
1	Теплица – положение относительно севера	122	Df	Угол между направлением на север и центральной осью симметрии теплицы против часовой стрелки(см. Рис. П1.1)	град	0	3600	0
	Задание							
2	Солнце начинает влиять на параметры	001	W^{\min}	Значение минимальной интенсивности солнечного излучения W , при которой начинается ее влияние на параметры	Вт/м2	0	200	20
3	Солнце влияет на параметры до	002	W^{\max}	Значение максимальной интенсивности солнечного излучения, выше которой ее влияние на параметры ограничивается заданной максимальной величиной	Вт/м2	100	800	500
4	Температура задана - солнце увеличивает на	003	DTp_{\max}^W	Значение максимального прироста DTp_{\max}^W заданной в теплице температуры за счет роста интенсивности солнечного излучения	°C	0	5	2
4a			DTp_{\max}^W	Рассчитываемое значение переменного прироста к заданной температуре в теплице, равное произведению относительной интенсивности солнечного излучения $(W - W^{\min})/(W^{\max} - W^{\min})$ и заданного максимального прироста DTp_{\max}^W при нахождении интенсивности солнечного излучения W в диапазоне от W^{\min} до W^{\max}	°C	рассчитываемый, Рис. П1 см. пример Приложение 3		
5	Температура вентиляции – солнце увеличивает на	004		Значение максимального прироста заданной температуры вентиляции за счет роста интенсивности солнечной радиации	°C	0	5	2
6	Влажность задана - солнце уменьшает на	006	DRH_{\max}^W	Значение максимального уменьшения заданной в теплице относительной влажности DRH_{\max}^W за счет роста интенсивности солнечного излучения	%	0	30	10
6a			DRH_{\max}^W	Рассчитываемое значение переменного уменьшения к заданной относительной влажности в теплице, равное произведению относительной интенсивности солнечного излучения $(W - W^{\min})/(W^{\max} - W^{\min})$ и максимального прироста DRH_{\max}^W при нахождении интенсивности солнечного излучения W в диапазоне от W^{\min} до W^{\max}	%	рассчитываемый, Рис. П1		

7	Концентрация CO ₂ - солнце увеличивает на	009	DC_{max}^W	Значение максимального прироста DC_{+}^W заданной в теплице концентрации углекислого газа Cp_{CO_2} за счет роста интенсивности солнечного излучения	ppm	0	500	100
7a			DC_{+}^W	Рассчитываемое значение переменного прироста к заданной концентрации углекислого газа в теплице Cp_{CO_2} , равное произведению относительной интенсивности солнечного излучения $(W - W_{min}^W)/(W_{max}^W - W_{min}^W)$ и заданного максимального прироста DC_{max}^W при нахождении интенсивности солнечного излучения W в диапазоне от W_{min}^W до W_{max}^W	ppm	рассчитываемый, Рис. П1		
8	Минимум контура 1 – солнце уменьшает на	012	DT_{min}^W	Значение максимального уменьшения заданного минимума температуры 1-го контура за счет роста интенсивности солнечного излучения	°C	0	30	10
9	Минимум контура 5 – солнце уменьшает на		DT_{5min}^W	Значение максимального уменьшения заданного минимума температуры 5-го контура за счет роста интенсивности солнечного излучения	°C	0	30	10
10	Минимум фрамуг - солнце увеличивает на	013	DVE_{min}^W	Увеличение заданного минимума открытия фрамуг контура за счет роста интенсивности солнечного излучения	%	0	40	0
	Обогрев							
11	Т теплицы - солнце начинает влиять при	036	W_{Tpr}^{min}	Значение минимальной интенсивности солнечного излучения, при которой прогнозируемая температура воздуха T_{pr} начинает повышаться на рассчитываемую величину DT_{pr+}^W	Вт/м2	0	50	10
12	Т теплицы – солнце влияет до	037	W_{Tpr}^{max}	Значение максимальной интенсивности солнечного излучения, выше которой повышение прогнозируемая температура воздуха T_{pr} ограничено значением $DT_{+}^W = T_{pr_{max}}^W$	Вт/м2	200	800	500
13	Т теплицы - солнце повышает на	038	$DT_{pr_{max}}^W$	Значение максимального повышения прогнозируемой температуры воздуха T_{pr} за счет роста интенсивности солнечного излучения	°C	0	40	15
13a			DT_{pr+}^W	Рассчитываемое значение переменного повышения прогнозируемой температура воздуха T_{pr} , равное произведению относительной интенсивности солнечного излучения $(W - W_{Tpr}^{min})/(W_{Tpr}^{max} - W_{Tpr}^{min})$ и максимального понижения $DT_{pr_{max}}^W$ при нахождении значения интенсивности солнечного излучения W в диапазоне от W_{Tpr}^{min} до W_{Tpr}^{max}	°C	рассчитываемый, Рис. П2 , см. пример Приложение 4		

14	Т теплицы - (Тзад-Тстекла) начинает влиять при	030	DT_{pgT}^{min}	Минимальное значение разности DT_{pg} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и температуры поверхности остекления (стекла) теплицы T_g , при котором расчетная температура воды для всех контуров обогрева T начинает понижаться на рассчитываемую величину DT_{+}^{pg}	°C	0	5	3
15	Т теплицы - (Тзад-Тстекла) влияет до	031	DT_{pgT}^{max}	Максимальное значение разности DT_{pg} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и температуры стекла теплицы T_g , при котором понижение расчетной температуры воды T ограничено значением $DT_{+}^{pg} = DT_{max}^{pg}$	°C	10	50	20
16	Т теплицы - (Тзад-Тстекла) понижает на	032	DT_{max}^{pg}	Значение максимального понижения прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} за счет роста разности DT_{pg} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и измеренной температуры стекла теплицы T_g	°C	0	25	10
16a			DT_{+}^{pg}	Рассчитываемое значение переменного понижения прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} , равное произведению $(DT_{pg} - DT_{pgT}^{min}) / (DT_{pgT}^{max} - DT_{pgT}^{min})$ и заданного максимального прироста DT_{max}^{pg} при нахождении разности температур DT_{pg} в диапазоне от DT_{min}^{pg} до DT_{max}^{pg}	°C	рассчитываемый, Рис. П1		
17	Т теплицы - (Тзад-Твнеш) начинает влиять при	039	DT_{peT}^{min}	Минимальное значение разности DT_{pe} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и скорректированной температуры наружного воздуха T_e^* , при котором прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} начинает понижаться на рассчитываемую величину DT_{+}^{pe}	°C	0	5	4
18	Т теплицы - (Тзад-Твнеш) влияет до	040	DT_{peT}^{max}	Максимальное значение разности DT_{pe} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и скорректированной температуры внешнего воздуха T_e^* , при котором понижение прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} ограничено значением $DT_{+}^{pe} = DT_{max}^{pe}$	°C	20	80	50
19	Т теплицы - (Тзад-Твнеш) понижает на	041	DT_{max}^{pe}	Значение максимального понижения прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} за счет роста разности DT_{pe} прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} и скорректированной температуры внешнего воздуха T_e^*	°C	0	35	10
19a			DT_{+}^{pe}	Рассчитываемое значение понижения прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} , равное произведению $(T_{pe} - DT_{peT}^{min}) / (DT_{peT}^{max} - DT_{peT}^{min})$ и максимального прироста DT_{max}^{pe} при нахождении разности температур DT_{pe} в диапазоне от DT_{peT}^{min} до DT_{peT}^{max}	°C	рассчитываемый, Рис. П1		
20	Т теплицы - ветер начинает влиять при	042	V_{Te}^{min}	Минимальное значение скорости ветра V , выше которого измеренная прогнозируемая температура воздуха в теплице T_{pr} корректируется - уменьшается на рассчитываемую величину DT_{-}^V	м/сек	1	6	1,5

21	Т теплицы - ветер влияет до	043	V_{Te}^{max}	Максимальное значение скорости ветра V , выше которого понижение прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} ограничено значением $DT^V = DT_{pr_{max}}^V$	м/сек	6	25	15
22	Т теплицы – ветер понижает на	044	$DT_{pr_{max}}^V$	Значение максимального уменьшения измеренной температуры внешнего воздуха T_e за счет роста скорости ветра	°C	0	15	5
22a			DT^V	Рассчитываемое значение уменьшения прогнозируемой температуры воздуха в теплице T_{pr} , равное произведению $(V - V_{Te}^{min}) / (V_{Te}^{max} - V_{Te}^{min})$ и максимального прироста $DT_{pr_{max}}^V$ при нахождении значения скорости ветра в диапазоне от V_{Te}^{min} до V_{Te}^{max}	°C	рассчитываемый, Рис. П1		
23	Т теплицы – осадки понижают на	050	DT_+^{rain}	Величина, на которую понижается прогнозируемая температура воздуха в теплице T_{pr} при наличии осадков	°C	0	10	0
24	Т теплицы – досветка повышает на	048	DT_+^{el}	Величина, на которую повышается прогнозируемая температура воздуха в теплице T_{pr} при включении дополнительного освещения в теплице	°C	0	15	3
25	Т теплицы – закрытие экрана повышает	049	DT_+^{curt}	Величина, на которую повышается прогнозируемая температура воздуха в теплице T_{pr} при закрытии термического экрана в теплице	°C	0	10	0
26	Т теплицы – Аварийная граница регулирования		DT^{alarm}	Величина отклонения измеренной температуры воздуха в теплице от заданной, при котором происходит выдача аварийного сообщения	°C	1	5	2
	Исполнительные механизмы				°C	1	5	2
27	Насосы обогрева – задержка выключения	116	DTt	Параметр, определяющий задержку выключения насосов 1-го и 2-го контуров, при заданном нулевом минимуме этих контуров	°C*мин	1	8	4
28	Обогрев – разрешать включение при солнце меньше	034	W_{pump}	Величина интенсивности солнечной радиации, ниже которой разрешается включение насосов контуров обогрева	Вт/м2	0	100	40
29	Обогрев – разрешать включение при (Тзад-Твнеш) больше	035	$DT_{pe_{pump}}$	Величина разности заданной в теплице температуры воздуха и измеренной внешней температуры, выше которой разрешается включение насосов контуров обогрева	°C	-2	5	2
	Обогрев – Контур 5							
30	Контур 5- включить, если Тстекла меньше	021	T_{gonT5}	Температура стекла T_g , ниже которой происходит включение работы пятого контура	°C	-15	10	5
31	Контур 5 - максимум, если Тстекла меньше	029	$T_{g_{maxT5}}$	Температура стекла T_g , ниже которой при закрытом экране устанавливается максимальная температура пятого контура	°C	-25	10	-5
32	Контур 5 - при снеге минимум	023	$T5_{min}^{sn}$	Минимальная температура пятого контура обогрева, которая поддерживается при снеге	°C	40	130	60

33	Контур 5 – максимум, при снеге и Твнеш меньше	028	$T_{e_{\max T5}}^{\text{sn}}$	Температура внешнего воздуха, ниже которой при снеге устанавливается заданная максимальная температура пятого контура	°C	-25	5	-10
34	Контур 5 – максимум перед открытием экрана	027	$Dt_{\max T5}^{\text{curt}}$	Период времени, в течение которого перед открытием экрана устанавливается максимальная температура 5-го контура	мин	0	20	10
Вентиляция								
35	Фрамуги – (RHизм-RHзад) начинает влиять на минимум при	016	$DRH_{\text{min}}^{\text{pm}_{\text{VE}}}$	Минимальное значение разности DRH_{pe} относительной влажности воздуха в теплице RH и прогнозируемой влажности воздуха в теплице RHpr , при котором происходит увеличение минимума открытия подветренных фрамуг	%	0	20	5
36	Фрамуги – (RHизм-RHзад) влияет на минимум до	017	$DRH_{\text{min}}^{\text{pm}_{\text{VE}}}$	Максимальное значение разности DRH_{pe} относительной влажности воздуха в теплице RH и прогнозируемой влажности воздуха в теплице RHpr , при котором еще происходит увеличение минимума открытия подветренных фрамуг	%	20	60	30
37	Фрамуги – (RHизм-RHзад) увеличивает минимум на	020	$DVE_{\text{min}}^{\text{DRH}}$	Максимальное увеличение минимума открытия подветренных фрамуг за счет разности DRH_{pe}	%	0	50	0
37a			$DVE_{\text{min}}^{\text{DRH}+}$	Рассчитываемое увеличение минимума открытия фрамуг за счет разности DRH_{pe}		рассчитываемый		
38	Фрамуги – (RHизм-RHзад) уменьшает температуру вентиляции на	022	DT_V^{RH}	Уменьшение температуры вентиляции за счет разности DRH_{pe} относительной влажности воздуха в теплице RH и прогнозируемой влажности воздуха в теплице RHpr ,	°C	0	5	0
39	Фрамуги – (RHизм-RHзад) начинает влиять на максимум до	018	$DRH_{\text{max}}^{\text{pm}_{\text{VE}}}$	Минимальное значение разности DRH_{pe} относительной влажности воздуха в теплице RH и прогнозируемой влажности воздуха в теплице RHpr , при котором происходит уменьшение максимума открытия наветренных фрамуг	%	0	20	5
40	Фрамуги – (RHизм-RHзад) влияет на максимум	019	$DRH_{\text{max}}^{\text{pm}_{\text{VE}}}$	Максимальное значение разности DRH_{pe} относительной влажности воздуха в теплице RH и прогнозируемой влажности воздуха в теплице RHpr , при котором еще уменьшение максимума минимума открытия наветренных фрамуг	%	20	60	30
41	Фрамуги – (RHизм-RHзад) уменьшает максимум	020	$DVE_{\text{max}}^{\text{DRH}}$	Максимальное уменьшение максимума открытия наветренных фрамуг за счет разности DRH_{pe}	%	0	50	30
41a			$DVE_{\text{max}}^{\text{DRH}-}$	Рассчитываемое уменьшение максимума открытия фрамуг за счет разности DRH_{pe}		рассчитываемый		
42	Фрамуги - Внешн темп закрывает при	061	$T_{e_{\text{VE0}}}$	Значение внешней температуры T_e , ниже которой вентиляционные фрамуги закрываются	°C	-10	10	-5

42a			DVE_{max-}	Рассчитываемое значение уменьшения максимально допустимого открытия вентиляционных фрамуг	%	рассчитываемый, Рис. П5		
43	Фрамуги - при Дожде допустимо открывать на	062	DVE_{max}^r	Максимально допустимое относительное открытие вентиляционных фрамуг VE при наличии осадков в виде дождя	%	0	100	40
44	Фрамуги - Твнеш начинает влиять при	066	$DTpe_{VE}^{min}$	Минимальное значение скорректированной температуры наружного воздуха Te^* , при котором происходит увеличение скорости открытия фрамуг в $K_{VE}^{pe} +$ раз	°C	0	10	5
45	Фрамуги - Твнеш влияет до	067	$DTpe_{VE}^{max}$	Максимальное значение скорректированной температуры внешнего воздуха Te^* , при превышении которого коэффициент увеличения открытия фрамуг ограничен величиной K_{VE}^{pe}	°C	10	30	25
46	Фрамуги - Твнеш увеличивает открытие в	068	K_{VE}^{pe}	Максимальный коэффициент увеличения скорости открытия фрамуг за счет роста скорректированной внешней температуры Te^*		0	10	10
46a			$K_{VE}^{pe} +$	Рассчитываемый коэффициент увеличения скорости открытия фрамуг при нахождении разности температур $DTpe$ в диапазоне от $DTpe_{VE}^{min}$ до $DTpe_{VE}^{max}$		рассчитываемый		
47	Фрамуги - Ветер закрывает Наветренную сторону при	057	V_{VE}^{ws}	Скорость ветра V , при которой происходит закрытие вентиляционных фрамуг с наветренной стороны $VE^{ws} = 0$	м/с	1	25	15
47a			DVE^{Vws}	Рассчитываемые значения величины, на которые уменьшаются открытия вентиляционных фрамуг VE с наветренной стороны, равное $VE^*(V - V_{VE}^{min}) / (V_{VE}^{ws} - V_{VE}^{min})$	%	рассчитываемый, Рис. П3		
48	Фрамуги - Ветер закрывает Подветренную сторону при	058	V_{VE}^{ls}	Скорость ветра V , при которой происходит закрытие вентиляционных фрамуг с подветренной стороны $VE^{ls} = 0$	м/с	5	35	20
48a			DVE^{Vls}	Рассчитываемые значения величины, на которые уменьшаются открытия вентиляционных фрамуг VE с подветренной стороны, равное $VE^*(V - V_{VE}^{min}) / (V_{VE}^{ls} - V_{VE}^{min})$	%	рассчитываемый, Рис. П3		
49	Фрамуги – открывать наветренную, если подветренная больше	027	VE_{ws}^{ls}	Величина открытия фрамуг с подветренной стороны, при которой происходит открытие фрамуг с наветренной стороны	%	0	100	100
50	Фрамуги - минимальная Пауза между включениями	056	Dt_{max}^{VE}	Значение периода времени Dt между последовательными изменениями положения открытия вентиляционных фрамуг при их полном открытии ($VE = 100\%$)	мин	1	600	2
51	Фрамуги – минимальный шаг	054	DVE_{min}	Минимальное значение рассчитанного изменения DVE открытия вентиляционных фрамуг, при котором эти изменения происходят	%	1	5	1
52	Фрамуги – минимальный шаг на первом уровне	051	$DVE1_{min}$	Минимальное значение рассчитанного изменения DVE открытия вентиляционных фрамуг на 1-ом уровне, при котором эти изменения происходят	%	1	5	2
53	Фрамуги – величина первого уровня	051	$DVE1$	Диапазон открытия фрамуг на 1-ом уровне	%	0	100	20

54	Фрамуги – минимальный шаг на втором уровне	052	DVE_{2min}	Минимальное значение рассчитанного изменения DVE открытия вентиляционных фрамуг на 2-ом уровне, при котором эти изменения происходят	%	1	5	4
55	Фрамуги – величина второго уровня	052	DVE_2	Диапазон открытия фрамуг на 2-ом уровне	%	20	100	50
56	Фрамуги – минимальный шаг на третьем уровне	053	DVE_{3min}	Минимальное значение рассчитанного изменения DVE открытия вентиляционных фрамуг на 3-ем уровне, при котором эти изменения происходят	%	1	10	6
57	Фрамуги – величина третьего уровня		DVE_3	Диапазон открытия фрамуг на 3-ем уровне	%	50	200	100
58	Фрамуги – исполнять, если расчет больше	071	DVE_{min}	Минимальное значение рассчитанного изменения DVE открытия вентиляционных фрамуг, при котором эти изменения происходят	%	1	40	2
59	Фрамуги – сглаживать смену направления ветра	025	K_{Is}^{ws}	Коэффициент, описывающий режим работы фрамуг при смене направления ветра (0 – разрешено одновременное открытие наветренной и подветренной стороны, 1 – запрещено одновременное открытие наветренной и подветренной стороны)		0	1	1
60	Фрамуги – работать без отопления	025	K_{HE}^{VE}	Коэффициент, описывающий режим работы контуров обогрева и фрамуг (0 – совместная работа разрешена, 1 – совместная работа запрещена)		0	1	1
61	Фрамуги – допустимое отклонение от датчика	026		Допустимое отклонение рассчитанного и измеренного значения положения фрамуг	%	0	20	10
	CO₂							
62	CO ₂ – коэф Пропорциональный	069	$K_{CO_2}^{Dt}$	Коэффициент пропорциональности между относительным временем работы дозатора системы подкормки CO ₂ и величиной отклонения значения CO ₂ от задания	%/ppm	0	3	0,04
	Регулятор давления							
63	Регулятор давления – коэф Пропорциональный	070	P_P	Коэффициент пропорциональности для программного ПИД-регулятора давления	%/Кг	0	0,5	0,04
	Экран							
64	Экран термический – Твнеш закрывает при	073	Te_{SCR}	Пороговое значение температуры внешнего воздуха, ниже которой происходит закрытие термического экрана	°C	-10	25	6
65	Экран термический – Солнце открывает при	072	W_{T-SCR}^{open}	Пороговое значение интенсивности солнечной радиации, выше которой горизонтальный термический экран открывается	Вт/м2	0	200	5
66	Экран затеняющий – Твнеш закрывает при	075	Te_{S-SCR}^{close}	Пороговое значение внешней температуры, ниже которой затеняющий горизонтальный экран закрывается	°C	-20	12	-10
67	Экран затеняющий – Солнце закрывает при	071	W_{S-SCR}^{max}	Значение интенсивности солнечного излучения, при превышении которой происходит закрытие затеняющего экрана	Вт/м2	0	1200	750

68	Экран вертикальный – Твнеш закрывает при	074	T_{eV-SCR}	Пороговое значение температуры внешнего воздуха, ниже которой происходит закрытие вертикального термического экрана	°C	-20	12	-10
69	Экран вертикальный – Солнце открывает, кроме наветренной	078	W_{V-SCR}^{min}	Значение интенсивности солнечного излучения, выше которой происходит открытие вертикального термического экрана на подветренной стороне	Вт/м2	0	600	200
70	Экран вертикальный – Солнце открывает все при	077	W_{V-SCR}^{all}	Значение интенсивности солнечного излучения, выше которой происходит открытие вертикального термического экрана на всех сторонах	Вт/м2	0	1200	600
71	Экран вертикальный – ветер начинает влиять при	076	V_{TeSCR}^{min}	Минимальное значение скорости ветра, при которой происходит увеличение порогового значения внешней температуры T_{eV-SCR} , влияющей на закрытие вертикального термического экрана, на величину DTe_{SCR+}^V	м/с	1	15	1,5
72	Экран термический – допустимо приоткрывать на	080	$DSCR^{open}$	Допустимое открытие горизонтального термического экрана	%	0	100	35
73	Экран – Закрытие этап 1 начать с	087	$SCR1^{close}$	Значение закрытия экрана на непрерывной фазе закрытия, при котором начинается 1-ый этап дискретной фазы закрытия	%	30	100	50
74	Экран - Закрытие этап 1 размер шага	088	$DSCR^{close}$	Значение величины одного шага относительного закрытия экрана SCR на 1-ом этапе дискретной фазы закрытия	%	0	10	4
75	Экран - Закрытие этап 1 пауза между шагами	089	Dt_{SCR}^{close}	Период времени между шагами на 1-ом этапе дискретной фазы закрытия экрана	мин	0	20	2
76	Экран – Закрытие этап 2 начать с	084	$SCR1^{close}$	Значение закрытия экрана, при котором начинается 2-ой этап дискретной фазы закрытия	%	50	100	80
77	Экран - Закрытие этап 2 размер шага	085	$DSCR^{close}$	Значение величины одного шага относительного закрытия экрана SCR на 2-ом этапе дискретной фазы закрытия	%	0	10	2
78	Экран - Закрытие этап 2 пауза между шагами	086	Dt_{SCR}^{close}	Период времени между шагами на 2-ом этапе дискретной фазы закрытия экрана	мин	0	20	1
79	Экран исполнять если шаг больше	090	$DSCR_{min}$	Значение минимального значения рассчитанного относительного открытия экрана SCR, при котором это открытие может происходить	%	0	20	2
80	Экран полное закрытие/открытие не чаще		Dt_{SCR}	Минимальный период времени, в течение которого экран не изменяет своего состояния	мин	20	360	60
81	Экран – Твнеш начинает влиять при	081	T_{eSCR}^{min}	Температура внешнего воздуха, при превышении которой происходит увеличение открытия термического экрана в рассчитанное количество раз	°C	-40	10	-10
82	Экран – Твнеш влияет до	082	T_{eSCR}^{max}	Температура внешнего воздуха, при превышении которой происходит увеличение открытия термического экрана в заданной максимальное количество раз	°C	-5	20	5

83	Экран – Твнеш увеличивает открытие в	083	$K_{scr_{max}}^{T_e}$	Максимальное значение коэффициента, на которое умножается рассчитанное открытие экрана при повышении внешней температуры		1	10	5
84	Экран – Тстекла начинает влиять при	045	T_{gscr}^{max}	Температура стекла, при которой происходит учет ее влияния на величину максимального закрытия экрана с целью предотвращения накопления охлажденного воздуха между экраном и шатром	°C	-10	20	5
85	Экран – Тстекла влияет до	046	$T_{пscr}^{min}$	Минимальная температура стекла, при которой происходит наибольшее уменьшение параметра Экран термический – максимальное закрытие SCR_{max} (см. №8 Табл.3)	°C	-10	10	-5
86	Экран – Тстекла уменьшает максимум	047	$SCR_{max}^{T_g}$	Величина наибольшего уменьшения максимума закрытия экрана за счет влияния уменьшения температуры стекла	%	0	40	
86a			$DSCR_{max}^{T_g}$	Рассчитываемое значение уменьшения максимального закрытия экрана за счет понижения температуры стекла	%	рассчитываемый, Рис. П1		
	Досветка							
87	Досветка – включить 50%, если солнце меньше	117		Пороговое значение интенсивности солнечной радиации, ниже которой включается 50% всех светильников электродосвечивания	Вт/м2	0	900	250
88	Досветка – включить 100%, если солнце меньше	118		Пороговое значение интенсивности солнечной радиации, ниже которой включается 100% всех светильников электродосвечивания	Вт/м2	0	600	150
89	Досветка – включение/выключение производить не чаще	119		Минимальный промежуток времени, в течение которого может происходить включение досветки	мин	0	300	30
90	Досветка – изменять мощность не чаще	121		Минимальный промежуток времени, в течение которого может происходить изменение мощности досветки	мин	0	300	5
	СИОД							
91	СИОД – запрещен, если температура меньше задания на	095	D_{Tpm-Tc}	Значение разности температур между заданной в программе температурой воздуха в теплице и измеренной $D_{Tpm}=T_p-T_m$, при превышении которой СИОД не включается	°C	0	10	2
92	СИОД – включается, если температура больше задания на	091	D_{Tmp-Tc}	Значение разности между измеренной температурой воздуха в теплице и заданной в программе $D_{Tmp}=T_m-T_p$, при превышении которой СИОД включается	°C	0	10	2
93	СИОД – температура больше задания влияет до	093	D_{Tmp-Tc}^{max}	Разность между измеренной температурой воздуха в теплице и заданной в программе $D_{Tmp}=T_m-T_p$, при превышении которой период времени между включениями СИОД уменьшается со значения $D_{t_{TC}}^{max}$ до значения $D_{t_{TC}}^{min}$	°C	0	20	5

94	СИОД – при начале превышения темпер повторяется через	092	Dt_{TTC}^{max}	Период времени между включениями СИОД при условии выполнения неравенства $D\mathbf{Tmp} > D\mathbf{Tmp}_{TC}$	мин	0	180	40
95	СИОД – при большом превышении Т повторяется через	094	Dt_{TTC}^{min}	Период времени между включениями СИОД при условии выполнения неравенства $D\mathbf{Tmp} > D\mathbf{Tmp}_{TC}^{max}$	мин	0	120	20
96	СИОД - запрещен, если влажность больше задания на	100	$DRHmp_{TC}$	Значение разности между измеренной влажностью в теплице и заданной в программе $DRHmp = RHm - RHp$, при превышении которой запрещена работа СИОД	%	0	40	10
97	СИОД – включается, если влажность меньше задания на	096	$DRHpm_{TC}$	Значение разности между заданной в программе влажностью и измеренной в теплице $DRHpm = RHp - RHm$, при превышении которой разрешена работа СИОД	%	0	40	10
98	СИОД – влажность меньше задания влияет до	098	$DRHpm_{TC}^{max}$	Значение разности между заданной в программе влажность и измеренной в теплице $DRHpm = RHp - RHm$, при превышении которой период времени между включениями СИОД уменьшается со значения Dt_{RHTC}^{max} до значения Dt_{RHTC}^{min}	%	0	60	40
99	СИОД – при начале понижения влаж повторяется через	097	Dt_{RHTC}^{max}	Период времени между включениями СИОД при условии выполнения неравенства $DRHpm > DRHpm_{TC}$	мин	0	180	40
100	СИОД – при большом понижении влаж повторяется через	099	Dt_{RHTC}^{min}	Период времени между включениями СИОД при условии выполнения неравенства $DRHpm > DRHpm_{TC}^{max}$	Мин	0	120	20
Циркуляция воздуха								
101	Вентиляторы – включать, если рассогласование больше	102	DT_{CRC}^{min}	Минимальная разность температур между измеренными температурами в контрольных точках, расположенных в противоположных частях теплицы, при превышении которой включаются вентиляторы системы циркуляции воздуха в теплице	°C	0	5	2
102	Вентиляторы – время работы	103	$Dt1_{CRC}$	Период времени, в течение которого включаются вентиляторы системы циркуляции воздуха в теплице	мин	1	100	10
103	Вентиляторы – время паузы	104	$Dt0_{CRC}$	Минимальный период времени между двумя циклами работы вентиляторов	мин	1	100	10
Воздушный обогрев								
104	Воздушный обогрев – включать, если температура меньше	105	DT_{pm}^{AH}	Рассогласование между заданной температурой воздуха в теплице и измеренной, при превышении которого включается воздушный обогрев	°C	0	5	2
105	Воздушный обогрев – выключать, если температура больше на	106	$D\mathbf{Tmp}^{AH}$	Рассогласование между измеренной температурой воздуха в теплице и заданной, при превышении которого выключается воздушный обогрев	°C	0	5	2

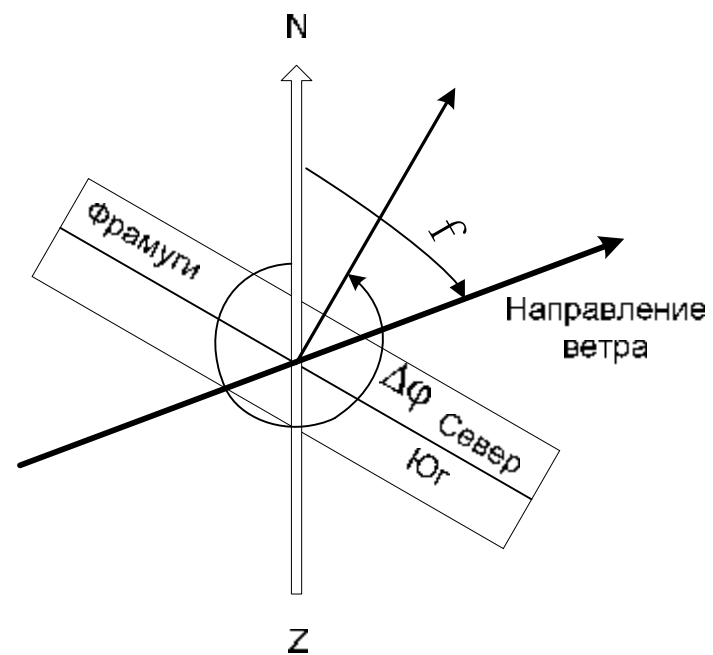


Рис. П1.1.

Таблица 5.

Сводная таблица “Состояние климата”, содержащая измеренные величины, используемые при расчетах переменные из задания и промежуточные расчетные данные (вариант для одной зоны)

№	Наименование параметра	Краткое обозначение	Описание	Ед.изм	Мин	Макс
	Общие данные					
1	Температура наружная	Te	Температура наружного воздуха	°C	0	70
2	Интенсивность солнца	W	Интенсивность солнечного излучения внутри теплицы	Вт/м2	0	600
3	Скорость ветра	V	Скорость наружного ветра	м/сек	0	70
4	Направление ветра	f	Направление ветра, отсчитываемое от направления на север по часовой стрелке (см. Рис. П1.1.)	°	0	360
5	Дождь	Pre	Наличие выпадающих осадков		0	1
6	Влажность наружная	RHe	Относительная влажность наружного воздуха	%	0	100
7	Температура воды прямой	Ti	Температура в общей для всех контуров прямой трубе	°C	0	150
8	Температура воды обратной	Tr	Температура в общей для всех контуров обратной трубе	°C	0	150
9	Давление воды прямой	Pi	Давление в общей для всех контуров прямой трубе	Кг/см2	0	16
10	Давление воды обратной	Pr	Давление в общей для всех контуров обратной трубе	Кг/см2	0	16
11	Расход воды	Q	Объемный расход теплоносителя в подсистеме обогрева (в случае установки датчика расхода воды)			
12	Накопленная солнечная радиация	E	Поток энергии солнечного излучения, накопленной к текущему часу, начиная с восхода солнца	Дж/см2	0	700
13	Солнечная радиация Средняя	W _{av}	Средняя интенсивность солнечного излучения	Вт/м2	0	1000
14	Ветер Средний	V _{av}	Средняя скорость ветра	м/сек	0	40
15	Наветренная сторона		Сторона света, являющаяся наветренной (Юг или Север)			
16	Абсолютный макс теплоносителя		Максимальная температура теплоносителя во всех контурах обогрева за текущие сутки	°C		100
17	Время восхода солнца	t _{SUN} ^{up}	Время восхода Солнца по системному (местному) времени вычисляемое по заданной широте и долготе места расположения теплиц с учетом часового пояса	час:мин	00:00	23:59
18	Время захода солнца	t _{SUN} ^{down}	Время захода Солнца по системному (местному) времени вычисляемое по заданной широте и долготе места расположения теплиц с учетом часового пояса	час:мин	00:00	23:59
19	Время в контроллере		Текущее время в контроллере			
20	Дата в контроллере		Текущая дата в контроллере			
	Измеренное состояние климата					
21	Темпер воздуха	Tm	Температура воздуха в теплице (вент. ячейка №1)	°C	0	70

22	Относит влажность воздуха	RHm	Относительная влажность воздуха в теплице	%	0	100
23	Температура листа	TI	Температура поверхности листа	°C	0	70
24	Температура почвы	Ts	Температура поверхностного слоя почвы	°C	0	70
25	Температура контрольная	Tm2	Температура воздуха в теплице (вент. ячейка №2)	°C	0	70
26	Температура стекла	Tg	Температура внутренней поверхности остекления теплицы	°C	0	70
27	Концентрация CO ₂	Cm _{CO2}	Концентрация углекислого газа CO ₂ в воздухе внутри теплицы	ppm	0	4000
28	Температура воздуха контроль	Tt4	Температура воздуха в теплице в контрольной точке вблизи четвертого контура	°C	0	70
29	Положение фрамуги СЕВЕР		Положение вентиляционных фрамуг СЕВЕР	%	0	100
30	Положение фрамуги ЮГ		Положение вентиляционных фрамуг ЮГ	%	0	100
31	Вода прямая контур 1	T1	Температура воды в прямой трубе первого односекционного контура обогрева или в прямой трубе первой секции первого двухсекционного контура	°C	0	150
32	Вода прямая контур 2	T2	Температура воды в прямой трубе второго односекционного контура обогрева или в прямой трубе первой секции второго двухсекционного контура	°C	0	150
33	Вода прямая контур 3	T3	Температура воды в прямой трубе третьего контура обогрева	°C	0	150
34	Вода прямая контур 4	T4	Температура воды в прямой трубе четвертого контура обогрева	°C	0	150
35	Вода прямая контур 5	T5	Температура воды в прямой трубе пятого контура обогрева	°C	0	150
36	Состояние досветки	Lig	Режим работы системы искусственного освещения		Откл	Вкл
36_	Состояние полива		Режим работы системы капельного полива		Откл	Вкл
	Расчет требуемого климата					
37	Температура воздуха – Задана	Tr	Заданная в суточной программе температура воздуха в теплице (см. №3 Таблицы 1)	°C	0	30
38	Температура воздуха – ДЕРЖАТЬ	Tc	Скорректированная по солнцу заданная температура воздуха, которую должен поддерживать контроллер	°C	0	30
39	Влажность воздуха – Задана по програм	RHr	Заданная в суточной программе относительная влажность воздуха в теплице (см. №4 Таблицы 1)	%	0	98
40	Влажность воздуха – ДЕРЖАТЬ	RHc	Скорректированная по солнцу относительная влажность воздуха в теплице, которую должен поддерживать контроллер (поправка см. №18a Таблицы 3)	%	0	98
41	Температура вентиляции – Рассчитана	Tv*	Рассчитанное значение температуры воздуха в теплице, при которой должны открываться фрамуги форточной вентиляции	°C	0	40
42	CO ₂ - Задана по программе	Cr _{CO2}	Заданная в программе концентрация углекислого газа CO ₂ в воздухе внутри теплицы	ppm	0	4000
43	CO ₂ - ДЕРЖАТЬ концентрацию	C _{CO2} ^w	Концентрация углекислого газа CO ₂ в воздухе внутри теплицы, которую должен поддерживать контроллер с учетом влияния солнечной радиации (см. №№19-21a Таблицы 3)	ppm	0	4000
44	Абсолютная влажность воздуха	AH*	Рассчитанное значение абсолютной влажности воздуха в теплице	г/м3	0	20

45	Дефицит водяного пара воздуха	DH^*	Значение разности между максимальной и заданной упругостью водяного пара при данной температуре и давлении воздуха в теплице	г/м3	0	20
46	Дефицит водяного пара листа	DHl^*	Значение разности между максимальной и заданной упругостью водяного пара при данной температуре листа растения и давлении воздуха в теплице	г/м3	0	20
47	Точка росы	T_{dew}^*	Значение температуры воздуха в теплице, при которой наступает насыщение находящегося в нем водяного пара (выпадение росы) при неизменном давлении воздуха	°C	0	40
Расчет трубного обогрева						
48	Надо теплоноситель	T_p	Рассчитанная температура теплоносителя	°C		
49	Т теплицы– Солнце повышает на	DT_{+}^w	См. №11а Таблицы 4	°C		
50	Т теплицы– (Тзад-Твнеш) понижает на	DT_{+}^{pe}	См. №17а Таблицы 4	°C		
51	Т теплицы– (Тзад-Тстекла) понижает на	DT_{+}^{pg}	См. №14а Таблицы 4	°C		
52	Т теплицы– Осадки понижают на		См. №21 Таблицы 4	°C		
53	Т теплицы– Досветка повышает на	DT_{+}^{el}	См. №22 Таблицы 4	°C		
54	Т теплицы– Экран повышает на	DT_{+}^{scr}	См. №23 Таблицы 4	°C		
55	Т теплицы– Сумма внешних изменяет(х10)	DT^s	Суммарное изменение прогнозируемой температуры воздуха в теплице за счет влияния внешних факторов (сумма вкладов см. №№49-54)	°C		
56	Т теплицы– Рассогласование Т возд	DT_{prog}	Прогнозируемое значение рассогласования между заданной и измеренной температурой воздуха в теплице	°C		
57	Т теплицы – (П) изменяет на(х10)	DT^p	Рассчитанный вклад в изменение прогнозируемой температуры воздуха в теплице от слагаемого с пропорциональной поправкой, умноженный на 10	°C		
58	Т теплицы – (И) изменяет на(х10)	DT^i	Рассчитанный вклад в изменение прогнозируемой температуры воздуха в теплице от слагаемого с интегральной поправкой, умноженный на 10	°C		
59	Т теплицы – (Д) изменяет на(х10)	DT^d	Рассчитанный вклад в изменение прогнозируемой температуры воздуха в теплице от слагаемого с дифференциальной поправкой, умноженный на 10	°C		
60	Т теплицы – Нерегулируемость(х10)	T	Накопленная нераспределенная температура «общего» теплоносителя	°C		
61	Цель – изменить теплоноситель на	DT	Рассчитанное значение необходимого изменения температуры «общего» теплоносителя	°C		
62	Контур 1_Максимум Задан в Параметрах	$T1_{max}$	Заданная максимальная температура первого контура обогрева $T1_{max}$ (см. №1 Таблицы 3)	°C	0	130
63	Контур 1_Минимум Задан в Программе	$T1_{min}$	Заданная минимальная температура первого контура обогрева (см. №7 Таблицы 1)	°C	0	80

64	Контур 1_Минимум Рассчитан	$T1^*_{min}$	Рассчитанное значение минимальной температуры первого контура обогрева с учетом поправки по солнечной радиации (см. №7 Таблицы 4)	°C	0	80
65	Контур 1 – Оптимум задан в Программе	$T1_{opt}$	Оптимальное значение температуры для первого контура обогрева, заданное в блоке ЗАДАНИЕ (см. п.4.1 , №8 Таблицы 1)	°C		
66	Контур 1 – Приоритет работы (Твозд, RH, Топт)	P^1	Рассчитываемый относительный приоритет 1-го контура охлаждения в баллах			
67	Контур 1 – Нерегулируемость теплоносителя	N^1	Рассчитываемая относительная нерегулируемость 1-го контура обогрева (0% - полная регулируемость, 100% - полная нерегулируемость)	%	0	100
68	Контур 1 – Температура воды	$T1^*$	Рассчитываемая температура 1-го контура	°C		
69	Контур 1 - ДЕРЖАТЬ температуру воды	$T1c$	Температура первого контура обогрева, которую должен поддерживать контроллер	°C	0	120
70	Контур 2 - Максимум Задан в Параметрах	$T2_{max}$	Заданная максимальная температура второго контура обогрева	°C	0	130
71	Контур 2 - Минимум Задан в Программе	$T2_{min}$	Заданная минимальная температура второго контура обогрева (см. №9 Таблицы 1)	°C	0	80
72	Контур 2- Минимум Рассчитан	$T2^*_{min}$	Рассчитанное значение минимальной температуры второго контура обогрева, равное заданному в программе (см. №9 Таблицы 1) или, в случае нулевого задания, заданной температуре воздуха в теплице плюс 3 °C	°C	0	80
73	Контур 2 - Оптимум задан в Программе	$T2_{opt}$	Оптимальное значение температуры для первого контура обогрева, заданное в блоке ЗАДАНИЕ (см. п.4.1 , №10 Таблицы 1)	°C		
74	Контур 2 - Приоритет работы (Твозд, RH, Топт)	P^2	Рассчитываемый относительный приоритет 2-го контура охлаждения в баллах			
75	Контур 2 - Нерегулируемость теплоносителя	N^2	Рассчитываемая относительная нерегулируемость 2-го контура обогрева (0% - полная регулируемость, 100% - полная нерегулируемость)	%	0	100
76	Контур 2 – Температура воды	$T2^*$	Рассчитываемая температура 2-го контура	°C		
77	Контур 2 - ДЕРЖАТЬ Температуру воды	$T2c$	Температура второго контура обогрева, которую должен поддерживать контроллер	°C	0	120
78	Контур 3 - Максимум Задан в Параметрах	$T3_{max}$	Заданная максимальная температура третьего контура обогрева	°C	0	130
79	Контур 3 - Минимум Задан в Параметрах	$T3_{min}$	Заданная блоке ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ минимальная температура третьего контура обогрева (см. №9 Таблицы 3)	°C	0	130
80	Контур 3 - Минимум Рассчитан	$T3^*_{min}$	Рассчитанное значение минимальной температуры третьего контура обогрева	°C	0	80
81	Контур 3 - Оптимум задан в Параметрах	$T3_{opt}$	Оптимальное значение температуры для первого контура обогрева, заданное в блоке ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ (см. №10 Таблицы 3)	°C		

82	Контур 3 – Приоритет работы (Твозд, RH, Топт)	P ³	Рассчитываемый относительный приоритет 3-го контура охлаждения в баллах			
83	Контур 3 – Нерегулируемость теплоносителя	N ³	Рассчитываемая относительная нерегулируемость 3-го контура обогрева (0% - полная регулируемость, 100% - полная нерегулируемость)	%	0	100
84	Контур 3 – Температура воды	T3*	Рассчитываемая температура воды 3-го контура	°C		
85	Контур 3 - ДЕРЖАТЬ температуру воды	T3p	Рассчитанная с учетом поправки температура третьего контура обогрева, которую должен поддерживать контроллер	°C	0	120
86	Контур 4 - Максимум Задан в Параметрах	T4 _{max}	Заданная максимальная температура четвертого контура обогрева	°C	0	130
87	Контур 4 - Минимум Задан в Параметрах	T4 _{min}	Заданная минимальная температура четвертого контура обогрева (см. №11 Таблицы 3)	°C	0	130
88	Контур 4 - Минимум Рассчитан	T4* _{min}	Рассчитанное значение минимальной температуры четвертого контура обогрева	°C	0	80
89	Контур 4 - Оптимум задан в Параметрах	T4opt	Оптимальное значение температуры для первого контура обогрева (см. №12 Таблицы 3)	°C		
90	Контур 4 - Приоритет работы (Твозд, RH, Топт)	P ⁴	Рассчитываемый относительный приоритет 4-го контура охлаждения в баллах			
91	Контур 4 – Нерегулируемость теплоносителя	N ⁴	Рассчитываемая относительная нерегулируемость 4-го контура обогрева (0% - полная регулируемость, 100% - полная нерегулируемость)	%	0	100
92	Контур 4 – Температура воды	T4*	Рассчитываемая температура воды 4-го контура	°C		
93	Контур 4 - ДЕРЖАТЬ Температуру воды	T4c	Рассчитанная с учетом поправки температура четвертого контура обогрева, которую должен поддерживать контроллер	°C	0	120
94	Контур 5 - Максимум Задан в Параметрах	T5 _{max}	Заданная максимальная температура пятого контура обогрева в режиме подогрева	°C	0	130
95	Контур 5 - Минимум Задан в Параметрах	T5 _{min}	Заданная минимальная температура пятого контура обогрева (см. №13 Таблицы 3)	°C	0	130
96	Контур 5 - Минимум Рассчитан	T5* _{min}	Рассчитанное значение минимальной температуры пятого контура обогрева	°C	0	80
97	Контур 5 - Оптимум задан в Параметрах	T5opt	Оптимальное значение температуры для первого контура обогрева (см. №14 Таблицы 3)	°C		
98	Контур 5 – Приоритет работы (Твозд, RH, Топт)	P ⁵	Рассчитываемый относительный приоритет 5-го контура охлаждения в баллах			
99	Контур 5 – Нерегулируемость теплоносителя	N ⁵	Рассчитываемая относительная нерегулируемость 5-го контура обогрева (0% - полная регулируемость, 100% - полная нерегулируемость)	%	0	100
100	Контур 5 – Температура воды	T5*	Рассчитываемая температура воды 5-го контура	°C		
101	Контур 5 - ДЕРЖАТЬ температуру воды	T5c	Температура пятого контура обогрева, которую должен поддерживать контроллер в режиме подогрева или снеготаяния	°C	0	120

	Расчет положения фрамуг					
102	Фрамуги - режим работы по программе	Bp_{VE}	См. №14 Таблицы 1		0	2
103	Фрамуги Макс Наветренной Расчитан	VE^{ws*}_{max}	Рассчитанное максимальное открытие фрамуг форточной вентиляции с наветренной стороны	%	0	100
104	Фрамуги Макс Подветренной Расчитан	VE^{ls*}_{max}	Рассчитанное максимальное открытие фрамуг форточной вентиляции с подветренной стороны	%	0	100
105	Фрамуги Минимум Задан в программе	VE_{min}	Заданное минимальное открытие фрамуг форточной вентиляции	%	0	100
106	Фрамуги Минимум Рассчитан по солнцу	VE_{min}^*	Рассчитанное минимальное открытие фрамуг форточной вентиляции	%	0	100
107	Фрамуги – Расчетный минимальный шаг	DVE^*_{min}	Рассчитанное значение минимального шага открытия или закрытия вентиляционных фрамуг	%		
108	Фрамуги – Приоритет работы	P^6	Рассчитываемый относительный приоритет открытия вентиляционных фрамуг в баллах			
109	Фрамуги – Коэффициент увеличения					
110	Фрамуги - ДЕРЖАТЬ Подветренную	VEc^{ws}	Величина открытия фрамуг форточной вентиляции с подветренной стороны, которую должен поддерживать контроллер	%	0	100
111	Фрамуги - ДЕРЖАТЬ Наветренную	VEc^{ls}	Величина открытия фрамуг форточной вентиляции с наветренной стороны, которую должен поддерживать контроллер	%	0	100
	Расчет положения экранов					
112	Экран термический – Режим работы по программе	Bp_{TH}	Заданный в программе режим работы термического (энергосберегающего) горизонтального экрана (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
113	Экран термический – Максимальное приоткрытие		Текущее значение максимального открытие термического горизонтального экрана	%	0	100
114	Экран термический – Минимальное приоткрытие		Текущее значение минимальное открытие термического горизонтального экрана	%	0	100
115	Экран термический – Приоритет работы		Текущий приоритет работы термического горизонтального экрана			
116	Экран термический – приоткрыть на		Рассчитанное значение величины открытия термического горизонтального экрана	%	0	100
117	Экран затеняющий – Режим работы по программе	Bp_s	Заданный в программе режим работы затеняющего горизонтального экрана (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
118	Экран вертикальный – Режим работы по программе	Bp_s	Заданный в программе режим работы термического вертикального экрана (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
	Расчет дополнительных систем					

119	Вентиляторы – Режим работы по программе	ВpCRC	Заданный в программе режим работы вентиляторов системы циркуляции воздуха в теплице (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
120	Вентиляторы – Задана разница для включения		Заданная пороговая разница температур между показаниями датчиков в вент. ячейке №1 и №2, необходимая для включения циркуляционных вентиляторов	°C	0	20
121	Вентиляторы – Сейчас разница		Текущая разница температур между показаниями датчиков в вент. ячейке №1 и №2	°C	0	20
122	Регулятор давления – ИЗМЕРЕНА разница		Измеренная разность давлений прямой входящей и обратной воды	Кг/см2		
123	Регулятор давления – ДЕРЖАТЬ разность		Заданная разность давлений для регулятора	Кг/см2		
124	Измерено для регулятора 1		Измеренная для регулятора 1 температура теплоносителя	°C		
125	Измерено для регулятора 2		Измеренная для регулятора 2 температура теплоносителя	°C		
126	Измерено для регулятора 3		Измеренная для регулятора 3 температура теплоносителя	°C		
127	Измерено для регулятора 4		Измеренная для регулятора 4 температура теплоносителя	°C		
128	Измерено для регулятора 5		Измеренная для регулятора 5 температура теплоносителя	°C		
	Запрос CO2 (разница зад и измер)		Разность между заданной по программе концентрацией CO2 и измеренной в теплице	ppm		
	Тепловая мощность					
	Резерв8					
129	СИОД – Текущее задание распыления		Заданное в блоке ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА время работы работы СИОД	сек		
130	СИОД – Время работы с начала суток		Общее время работы СИОД с 00:00 для текущих суток	сек		
131	Досвет – Режим работы по программе		Режим работы электродосвечивания, заданный в блоке ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА			
132	Обработка – Режим работы по программе		Режим работы химобработки, заданный в блоке ЗАДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА			
	Состояние исполнителей					
133	Смесительный клапан 1 Режим		Режим работы смесительного клапана 1-го контура		0	1
134	Смесительный клапан 1 Состояние		Процент открытия смесительного клапана 1-го контура, рассчитанный контроллером	%	0	100
135	Насос контура 1 Режим		Режим работы насоса 1-го контура		0	1
136	Насос контура 1 Состояние		Текущее состояние работы насоса 1-го контура		0	1
137	Смесительный клапан 2 Режим		Режим работы смесительного клапана 2-го контура		0	1
138	Смесительный клапан 2 Состояние		Процент открытия смесительного клапана 2-го контура, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
139	Насос контура 2 Режим		Режим работы насоса 2-го контура		0	1
140	Насос контура 2 Состояние		Текущее состояние работы насоса 2-го контура		0	1

141	Смесительный клапан 3 Режим		Режим работы смесительного клапана 3-го контура		0	1
142	Смесительный клапан 3 Состояние		Процент открытия смесительного клапана 3-го контура, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
143	Насос контура 3 Режим		Режим работы насоса 3-го контура		0	1
144	Насос контура 3 Состояние		Текущее состояние работы насоса 3-го контура		0	1
145	Смесительный клапан 4 Режим		Режим работы смесительного клапана 4-го контура		0	1
146	Смесительный клапан 4 Состояние		Процент открытия смесительного клапана 4-го контура, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
147	Насос контура 4 Режим		Режим работы насоса 4-го контура		0	1
148	Насос контура 4 Состояние		Текущее состояние работы насоса 4-го контура		0	1
149	Смесительный клапан 5 Режим		Режим работы смесительного клапана 5-го контура		0	1
150	Смесительный клапан 5 Состояние		Процент открытия смесительного клапана 5-го контура, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
151	Насос контура 5 Режим		Режим работы насоса 5-го контура		0	1
152	Насос контура 5 Состояние		Текущее состояние работы насоса 5-го контура		0	1
153	Фрамуги Север Режим		Режим работы вентиляционных фрамуг Север		0	1
154	Фрамуги Север Состояние		Процент открытия вентиляционных фрамуг Север, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
155	Фрамуги Юг Режим		Режим работы вентиляционных фрамуг Юг		0	1
156	Фрамуги Юг Состояние		Процент открытия вентиляционных фрамуг Юг, заданный контроллером или установленный в ручном режиме	%	0	100
157	Экран термический Режим		Режим работы термического горизонтального экрана		0	1
158	Экран термический Состояние	SCR _{TH} *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение термического горизонтального экрана	%	0	100
159	Экран затеняющий Режим	Bp _{TV}	Заданный в программе режим работы затеняющего экрана (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
160	Экран затеняющий Состояние	SCR _s *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение затеняющего экрана	%	0	100
161	Экран вертикальный сторона 1 Режим		Режим работы вертикального экрана на стороне 1			
162	Экран вертикальный сторона 1 Состояние	SCR _{T1} *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение термического вертикального экрана на стороне 1	%	0	100
163	Экран вертикальный сторона 2 Режим	SCR _{T1} *	Режим работы вертикального экрана на стороне 2		0	1
164	Экран вертикальный сторона 2 Состояние	SCR _{T1} *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение термического вертикального экрана на стороне 2	%	0	100

165	Экран вертикальный сторона 3 Режим	SCR _{T1} *	Режим работы вертикального экрана на стороне 3		0	1
166	Экран вертикальный сторона 3 Состояние		Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение термического вертикального экрана на стороне 3	%	0	100
167	Экран вертикальный сторона 4 Режим	SCR _{T1} *	Режим работы вертикального экрана на стороне 4		0	1
168	Экран вертикальный сторона 4 Состояние	SCR _{T1} *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение термического вертикального экрана на стороне 4	%	0	100
169	Дозатор CO ₂ Режим	Bp _{CO2}	Заданный в программе режим работы дозатора системы подкормки CO ₂ (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
170	Дозатор CO ₂ Состояние	CO ₂ *	Рассчитанное в автоматическом режиме или установленное в ручном режиме относительное положение дозатора CO ₂	%	0	100
171	Вентиляторы Режим	CRC*	Текущий режим работы вентиляторов (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
172	Вентиляторы Состояние	B _{CR}	Текущее состояние вентиляторов (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
	Воздушный обогрев Режим		Текущий режим работы воздушного обогрева (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
	Воздушный обогрев Состояние		Текущее состояние воздушного обогрева (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
173	СИО Насос Режим	Bp _{P-MST}	Заданный в программе режим работы насоса СИО в теплице (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
174	СИО Насос Состояние	P-MST*	Текущее состояние насоса СИО (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
175	СИО клапан Режим	Bp _{V-MST}	Заданный в программе режим клапана СИО (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
176	СИО клапан Состояние	V-MST*	Текущее состояние клапана СИО (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
177	Регулятор давления Режим		Заданный в программе режим регулятора давления (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
178	Регулятор давления Состояние		Текущее состояние регулятора давления (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
179	Досвечивание Режим	Bp _{LGHT}	Заданный в программе режим работы системы электродосвечивания (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
180	Досвечивание Состояние	LGHT*	Текущее состояние системы электродосвечивания (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1
181	Химобработка Режим	Bp _{SLPH}	Заданный в программе режим работы системы химобработки (сульфуратора) (Ручной – 0, Авто – 1)		0	1
182	Химобработка Состояние	SLPH*	Текущее состояние системы химобработки (сульфуратора) (Выкл – 0, Вкл – 1)		0	1

Таблица 6.
Краткая таблица устанавливаемой в блоке ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА функциональной зависимости настроечных параметров

Зависимый параметр или группа исполнительный механизм	Тип параметра	Обозначение параметра	Действие	Солнце	Твнеш		Температура в теплице			Ветер	Осадки	Влажность в теплице		Vподветр
				W	Тзад-Твнеш	Тстекла		Тзад-Тизм	Тизм-Тзад			RНизм-RHзад	RHзад-RНизм	
Температура воздуха	Задание	T зад	Влияние	П +										
Влажность воздуха	Задание	RHзад	Влияние	П +										
Температура	Прогноз	Tтеплицы	Влияние	П +		П -	П -			П -	-			
Обогрев	Состояние	Насосы	Загреш. вкл.	<		>								
Обогрев	Расчет	T1min	Влияние	П -										
Обогрев	Состояние	T5	Вкл.				<							
Обогрев	Состояние	T5max	Установить				<							
Обогрев	Состояние	T5min	Установить								+			
Фрамуги	Состояние	VE	Разреш. откр.								%			
Фрамуги	Состояние	VE	Влияние			П -								
Фрамуги	Состояние	VEподветр	Закр.		<					>				
Фрамуги	Состояние	VEнаветр	Закр.							>				
Фрамуги	Состояние	VEнаветр	Разреш. откр.											=100%
Фрамуги	Расчет	VEmin	Влияние	П -								П +		
Фрамуги	Расчет	VEmax	Разреш.		>								П -	
СИОД	Состояние		Запрет					>				>		
СИОД	Состояние	твкл	Периодич. вкл.						П -				П -	

Примечание

- , +
- прямое действие параметра
- >
- действие осуществляется при превышении параметром заданной величины
- <
- действие осуществляется при уменьшении параметра ниже заданной величины
- П +
- положительная добавка к зависимому параметру через П-расчет
- П -
- отрицательная добавка к зависимому параметру через П-расчет
- %
- разрешение действия на заданную величину в %
- =100%
- разрешение действия при достижении параметром заданной величины

Таблица 7.

Блок-схема устанавливаемой в блоке ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА функциональной зависимости настроечных параметров

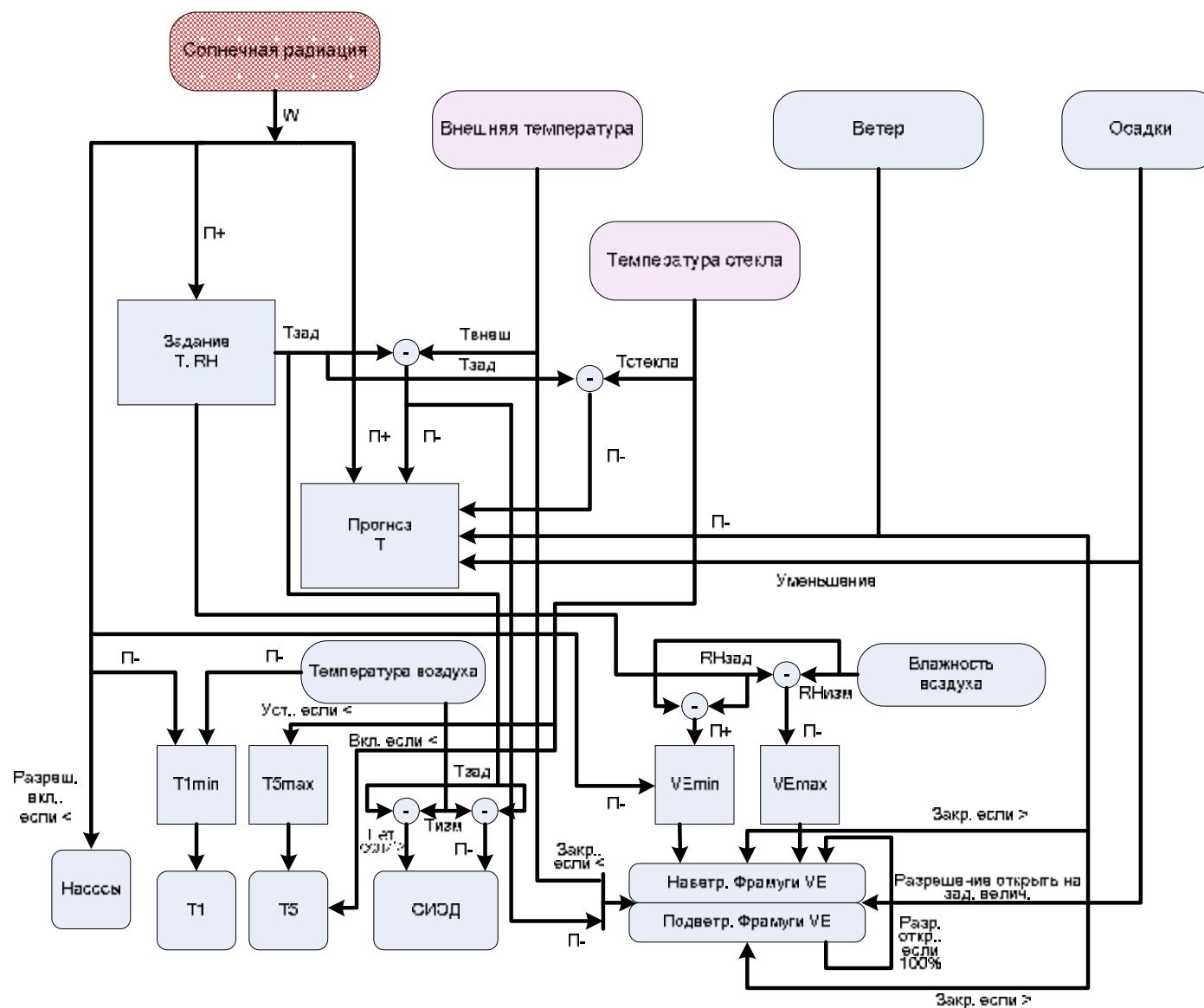


Таблица 8.**Сообщения об ошибках в процессе управления микроклиматом, отображаемые в анализаторе управления****АВАРИЙНЫЕ СООБЩЕНИЯ****Сообщения об авариях, при которых управление не осуществляется**

Нет задания температуры воздуха
Нет измерения температуры воздуха
Нет измерения температуры воды в контуре 1

Сообщения об авариях, при которых возможно управление

Нет измерения температуры воды в контуре 2
Нет измерения температуры воды в контуре 3
Нет измерения температуры воды в контуре 4
Нет измерения температуры воды в контуре 5
Т воды в 1-м контуре не регулируется
Т воды в 2-м контуре не регулируется
Т воды в 3-м контуре не регулируется
Т воды в 4-м контуре не регулируется
Т воды в 5-м контуре не регулируется

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ**Общая информация**

Нет принятия данных
Время контроллера отлично от ПК
Ручное управление

Информация об изменении задания температуры

Задание температуры воздуха увеличено по солнцу
Температура вентиляции скорректирована по влажности

Информация о работе системы обогрева

Минимальная температура контура 1 уменьшена по солнцу
Клапан 1 контура 0%
Клапан 1 контура 100%
Клапан 2 контура 0%
Клапан 2 контура 100%
Клапан 3 контура 0%
Клапан 3 контура 100%
Клапан 4 контура 0%
Клапан 4 контура 100%
Клапан 5 контура 0%
Клапан 5 контура 100%
Для 1 контура минимальная температура
Для 1 контура максимальная температура
Для 2 контура минимальная температура
Для 2 контура максимальная температура

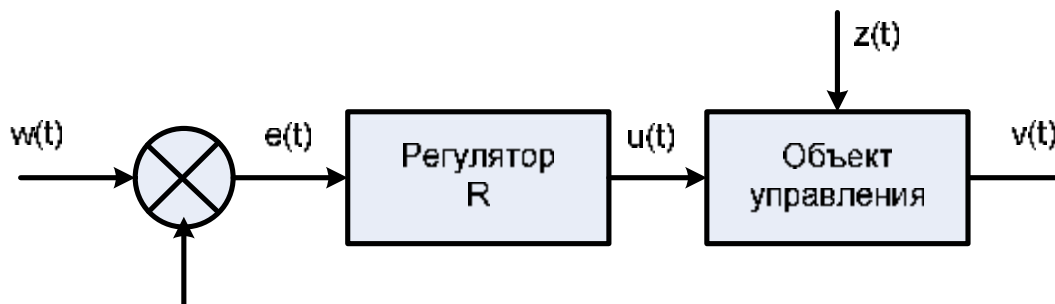
Для 3 контура минимальная температура
Для 3 контура максимальная температура
Для 4 контура минимальная температура
Для 4 контура максимальная температура
Для 5 контура минимальная температура
Для 5 контура максимальная температура
Не эффективное регулирование в 1-м контуре
Не эффективное регулирование в 2-м контуре
Не эффективное регулирование в 3-м контуре
Не эффективное регулирование в 4-м контуре
Не эффективное регулирование в 5-м контуре

Информация о работе системы вентиляции

Фрамуги закрыты из-за низкой внешней температуры
Фрамуги закрыты из-за сильного ветра
Минимум положения фрамуг увеличен по солнцу
Максимум положения фрамуг уменьшен из-за ветра
Максимум положения фрамуг уменьшен по внешней температуре
Максимум положения фрамуг уменьшен из-за дождя
Фрамуги подветренные достигли минимума
Фрамуги подветренные достигли максимума

ПРИЛОЖЕНИЕ №2

ПИД-регуляторы.



Структурная схема системы автоматического управления с обратной связью.

Здесь $w(t)$ - алгоритм функционирования системы; $u(t)$ - управляющее воздействие; $z(t)$ - внешние возмущающие воздействия, влияние которых нужно свести к минимуму; $y(t)$ - выходная переменная; $e(t) = w(t) - y(t)$ - отклонение выходной переменной $y(t)$ от желаемого значения $w(t)$.

Целью управления может быть изменение выходной переменной по заданному закону $w(t)$. Для этого нужно свести к минимуму ошибку управления $e(t)$.

Эта задача решается автоматическим регулятором R , который описывается некоторым законом регулирования $u(t) = R[e(t)]$. Для правильного выбора закона регулирования нужно знать математическую модель объекта управления $y(t) = O[u(t)]$. Математическая модель обычно представляет собой систему обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений или дифференциальных уравнений в частных производных. Нахождение вида и коэффициентов этих уравнений представляет собой задачу идентификации объекта управления. Для традиционно используемых объектов управления математические модели часто известны и тогда задача идентификации конкретного объекта сводится к отысканию значений коэффициентов уравнений. Во многих случаях эти коэффициенты можно подобрать опытным путем в процессе настройки системы.

Выбор закона регулирования $u(t) = R[e(t)]$ является основным звеном в процессе проектирования системы автоматического регулирования. Во многих случаях для автоматизации производственных процессов могут быть использованы простейшие и наиболее распространенные типы линейных регуляторов - П-, ПИ-, и ПИД-регуляторы.

Идеализированное уравнение ПИД-регулятора имеет вид

$$u(t) = K \left[e(t) + \frac{1}{T} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right]$$

где K - коэффициент передачи, T - постоянная интегрирования, T_D - постоянная дифференцирования.

Эти три параметра подбирают в процессе настройки регулятора таким образом, чтобы максимально приблизить алгоритм функционирования системы к желаемому виду.

В зависимости от типа объекта управления может быть достаточным применение более простого П-регулятора

$$u(t) = K[e(t)]$$

или ПИ-регулятора

$$u(t) = K \left[e(t) + \frac{1}{T} \int_0^t e(t) dt \right]$$

которые являются частными случаями ПИД-регулятора при соответствующем выборе постоянных интегрирования и дифференцирования.

Описанная система автоматического регулирования является непрерывной, т.е. использует непрерывное время. При построении регулятора на базе компьютера входные и выходные переменные регулятора необходимо квантовать по времени с некоторым шагом, и преобразовать в цифровую форму с помощью аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей. При этом уравнение ПИД-регулятора должно быть преобразовано в разностное с помощью замены производных конечной разностью, а интеграла - конечной суммой. В зависимости от выбранного метода перехода от непрерывных операторов к их дискретным аналогам возникает несколько различных уравнений, описывающих дискретные ПИД-регуляторы. При использовании метода прямоугольников для замены интеграла конечной суммой получается:

$$u(k) = K \left[e(k) + \frac{T_0}{T} \sum_{i=0}^k e(i-1) + \frac{T_D}{T_0} [e(k) - e(k-1)] \right],$$

где $k = 0, 1, \dots, \frac{t}{T}$ - порядковый номер отсчета дискретного времени.

ПРИЛОЖЕНИЕ №3

Функциональные зависимости, используемые при П-регулировании

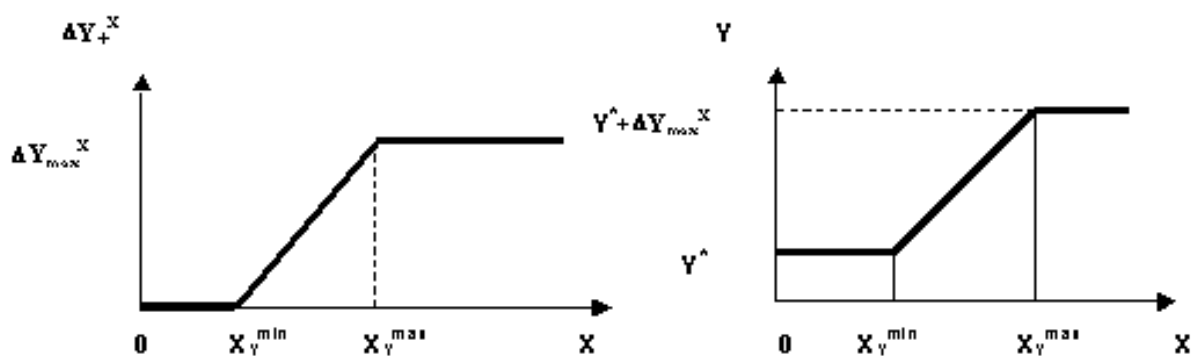
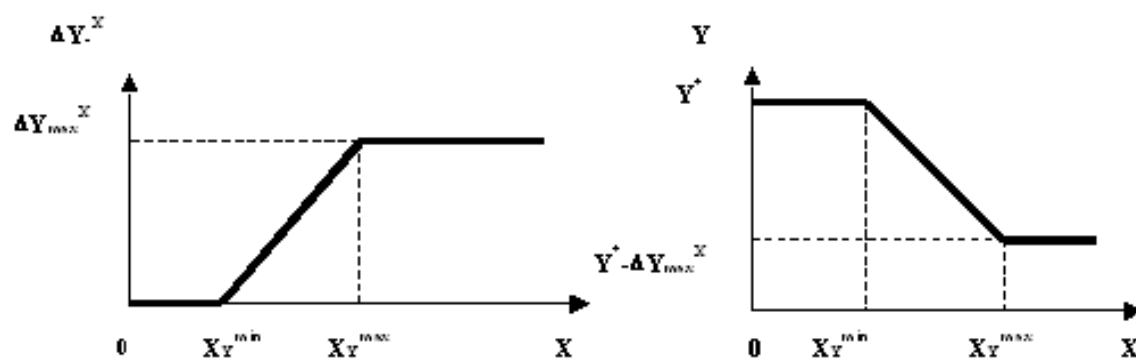
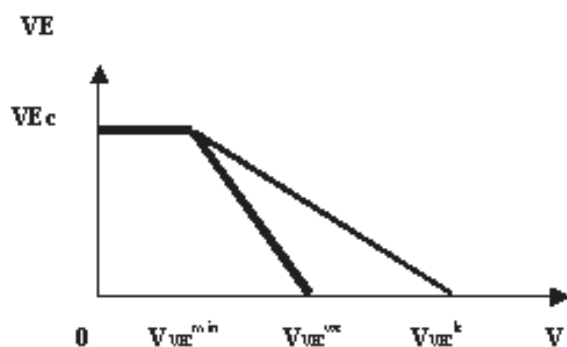
Рис. П1 X-зависимый прирост ΔY_+^X к заданной переменной Y в теплице.Рис. П2 X-зависимое уменьшение ΔY_-^X заданной переменной Y в теплице.

Рис. П3 Зависимость закрытия фрамуг форточной вентиляции от скорости ветра.

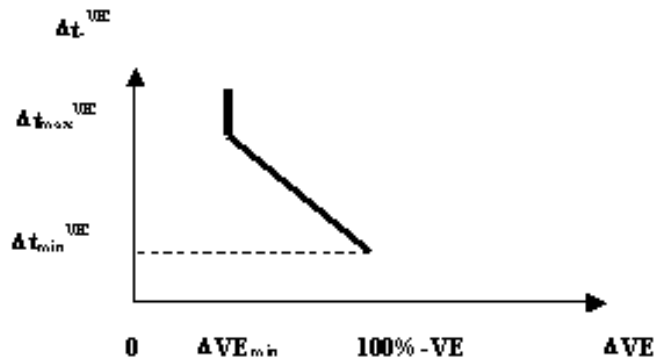


Рис. П4 Зависимость периода времени Δt^{VE} между последовательными изменениями положения фрамуг форточной вентиляции VE в теплице от величины изменения ΔVE .

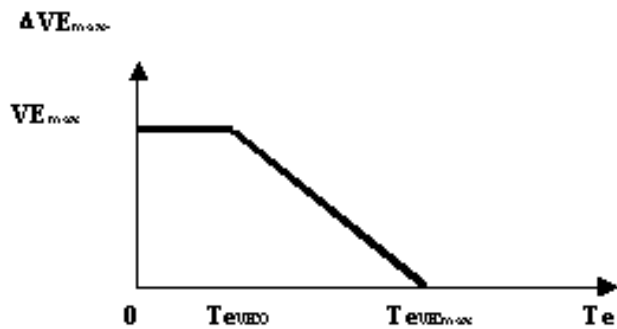
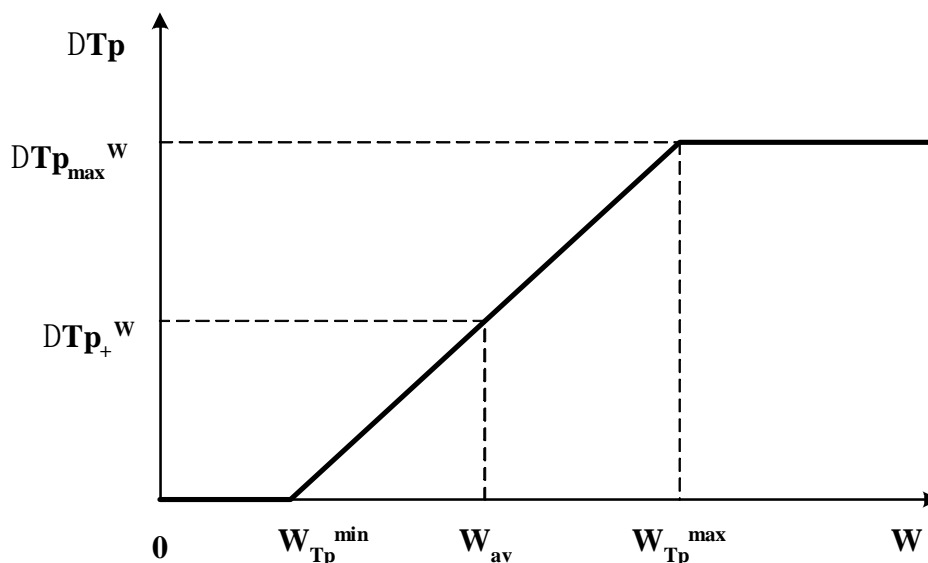


Рис. П5 Зависимость уменьшения величины максимального открытия фрамуг VE_{max} форточной вентиляции от температуры внешнего воздуха Te .

ПРИЛОЖЕНИЕ №4

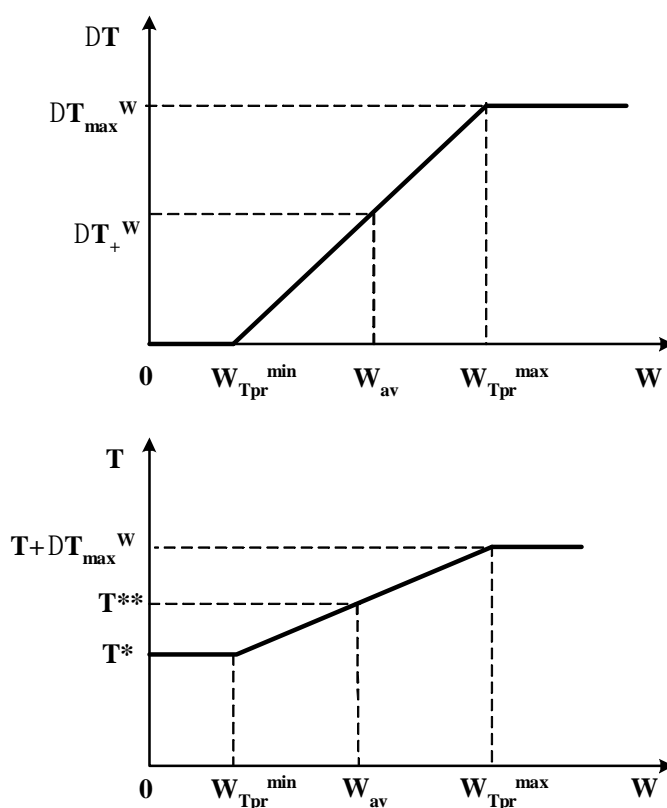
Пример расчета скорректированного значения заданной температуры в зависимости от усредненной интенсивности солнечной радиации



Параметр	Описание	Формула	Значение в примере	Единицы измерения
W	интенсивность солнечной радиации	измеряется		Вт/м ²
Tp	заданная температура воздуха в теплице	задается	20	°C
DTr	коррекция заданной температуры воздуха в теплице по солнцу	рассчитывается		°C
W_{av}	усредненная интенсивность солнечной радиации	рассчитывается	200	Вт/м ²
W^{min}	см. №2 в Табл. 4	задается	20	Вт/м ²
W^{max}	см. №3 в Табл. 4	задается	500	Вт/м ²
DTr_{max}^W	см. №4 в Табл. 4	задается	2	°C
DTr_+^W	см. №4а в Табл. 4	$DTr_{max}^W (W_{av} - W_{Tp}^{min}) / (W_{Tp}^{max} - W_{Tp}^{min})$	$2 * (200 - 20) / (500 - 20) = 0,75$	°C
Tc	см. №38 в Табл. 5	$Tp + DTr_+^W$	$20 + 0,75 = 20,75$	°C

ПРИЛОЖЕНИЕ №5

Пример расчета прогнозируемого повышения температуры воздуха в теплице в зависимости от усредненной интенсивности солнечной радиации



Параметр	Описание	Формула	Значение в примере	Единицы измерения
W	интенсивность солнечной радиации	измеряется		Вт/м ²
T^*	прогнозируемая температура воздуха в теплице до коррекции по солнцу	рассчитывается	20	°C
DT	коррекция прогнозируемой температуры воздуха в теплице по солнцу	рассчитывается		°C
W_{av}	усредненная интенсивность солнечной радиации	рассчитывается	200	Вт/м ²
W_{Tpr}^{min}	см. №9 в Табл. 4	задается	20	Вт/м ²
W_{Tpr}^{max}	см. №10 в Табл. 4	задается	500	Вт/м ²
$DT_{pr}^{max}^W$	см. №11 в Табл. 4	задается	15	°C
$DT_{pr}^+^W$	см. №11а в Табл. 4	$\frac{DT_{pr}^{max}^W(W_{av} - W_{Tpr}^{min})}{(W_{Tpr}^{max} - W_{Tpr}^{min})}$	$15 \cdot (200 - 20) / (500 - 20) = 6,2$	°C
T^{**}	прогнозируемая температура воздуха в теплице после коррекции по солнцу	$T^* + DT_{pr}^+^W$	$20 + 6,2 = 26,2$	°C

ПРИЛОЖЕНИЕ №6**Краткий регламент технического обслуживания.****1. Диспетчерский компьютер.**

№.	Мероприятие	Периодичность	Примечание
1	Протирка вентиляционных отверстий влажной фланелью на задней панели системного блока от пыли	раз в неделю	операторы дежурной смены
2	Очистка с помощью пылесоса от грязи и пыли внутреннего объема корпуса системного блока	раз в 1-2 месяца	операторы дежурной смены
3	Регулировка параметров монитора	раз в квартал	операторы дежурной смены
4	Очистка и дефрагментация жесткого диска	раз в квартал	инженеры отдела информатизации
5	Контроль установленных в управляющих контроллерах заданий и параметров по информации, поступающей ежедневно из контроллеров (запись в меню «Данные», окна «Задание», «Калибровки», «Параметры», «Допуски», время получения – около полуночи)	раз в сутки	операторы дежурной смены

2. Блоки управляющего контроллера и релейного управления.

№	Мероприятие	Периодичность	Примечание
1	Очистка корпусов блоков от грязи и пыли	раз в месяц	операторы дежурной смены

3. Подсистема измерительных датчиков.

№	Мероприятие	Периодичность	Примечание
1	Очистка от пыли и грязи корпусов датчиков и фильтров вентиляционных ячеек	раз в неделю	слесарь КИПиА
2	Проверка калибровки и, в случае необходимости, перекалибровка измерительных датчиков (см. пп.5.5.2 и 5.5.3 «Технического описания и инструкции по эксплуатации»)	раз в месяц	слесарь КИПиА

ПРИЛОЖЕНИЕ №7**Краткий перечень возможных неисправностей и неправильных настроек**

№	Внешнее проявление	Вероятная причина	Методы устранения
1	ЖК индикатор контроллера медленно гаснет после включения блока управляющего контроллера (УК)	Отсутствие литиевой батареи на плате процессора	Вставить литиевую батарею или совпадающий с ней по размеру предмет, например, подходящую по диаметру монету
2	Нет установки связи из программы МОНИТОР с контроллером	2.1. Неправильно установлен номер COM- порта в параметрах связи программы МОНИТОР	Установить правильный номер COM-порта, к которому подсоединен конвертор RS-232/RS-485
		2.2. Неправильно установлен номер контроллера в параметрах связи программы МОНИТОР	Установить номер контроллера, совпадающий с номером, установленным в самом контроллере
		2.3. Неправильно подсоединен кабель связи между конвертором RS-232/RS-485 и контроллером	Проверить фазу подключения двухжильного кабеля – верхний контакт на разъеме RS-485 в блоке УК должен быть подсоединен к левому контакту аналогичного разъема конвертора
		2.4. Нет электропитания конвертора - не горит светодиод на корпусе конвертора RS-232/RS-485	Проверить подачу питания на блок питания конвертора. В случае неисправности самого блока заменить конвертор
		2.5. Не работает конвертор RS-232/RS-485	Заменить конвертор
3	Пропала связь с контроллером	3.1. См. пп. 2.4 и 2.5	
		3.2. Обрыв кабеля связи между контроллером и конвертором RS-232/RS-485	Проверить целостность кабеля путем проверки на обрыв тестером. В случае его обрыва восстановить соединение или заменить кабель
		3.3. Контроллер находится в режиме КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ	Вернуться на первый кадр путем нажатия на клавишу 1
		3.4. Пропало электропитание УК	Восстановить электропитание УК
		3.5. Проблемы в работе COM-порта	Проверить работу COM-порта с помощью следующей процедуры: - нажать правую кнопку мыши значке МОЙ КОМПЬЮТЕР и выбрать СВОЙСТВА левой кнопкой мыши, - в СВОЙСТВАХ СИСТЕМЫ выбрать закладку ОБОРУДОВАНИЕ, - выбрать правой кнопкой мыши кнопку ДИСПЕТЧЕР УСТРОЙСТВ, - выбрать строчку ПОРТЫ (COM и LPT) и двойным нажатием левой кнопки мыши вывести окно СВОЙСТВА: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ (COM1) или СВОЙСТВА: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ (COM2), - провести диагностику порта нажатием кнопки ДИАГНОСТИКА. В случае неисправности в работе порта перейти к работе с другим свободным COM-портом, проведя повторно установку связи с каждым контроллером в окне НОВЫЙ КОНТРОЛЛЕР

		3.6. Сбой в работе драйвера COM-порта	Выйти из программы МОНИТОР с сохранением состояния экрана и перезагрузить операционную систему (ПУСК – Выключить компьютер – Перезагрузка) с последующим запуском программы МОНИТОР
4	ПО блока УК не производит расчет управляющих параметров	4.1. Отсутствует суточное задание по температуре	Набрать суточный задание в таблицах Задание А (Б) и послать в контролер. В случае совпадения заданий в зонах А и Б в таблице Задание Б можно оставить нулевое задание
		4.2. Не подсоединен датчик температуры воздуха в теплице к УК или произошел обрыв его измерительного шлейфа	Подсоединить датчик температуры воздуха к УК
		4.3. Нулевое значение номера порта и/или номера входа для датчика температуры воздуха в теплице в таблице КАЛИБРОВКИ программы МОНИТОР	Установить правильные номера порта и входа для датчика температуры воздуха в таблице КАЛИБРОВКИ
		4.4. Не подсоединен датчик температуры теплоносителя 1-го контура обогрева	Подсоединить к УК датчик температуры теплоносителя 1-го контура обогрева
5	Отсутствие показаний или скачки в показаниях датчиков температуры и влажности воздуха или солнечной радиации	5.1. Нарушение в изоляции соответствующего соединительного провода	Восстановить целостность изоляции или заменить соединительный провод
		5.2. Неисправность чувствительного элемента датчика	Заменить чувствительный элемент датчика
6	Нулевые значения скорости ветра при наличии ветра и вращении крыльчатки метеостанции М-127	Обрыв соединительного кабеля с датчиком скорости или направления ветра	Заменить соединительный кабель
7	Отсутствие вращения крыльчатки метеостанции при наличии реального ветра	Отсутствие смазки в подшипниках датчика скорости метеостанции	Провести смазку подшипников метеостанции
8	Нет управления каким-либо исполнительным механизмом в ручном режиме с помощью клавиатуры контроллера	8.1. Вышло из строя соответствующее реле на плате реле в УК – при подаче сигнала управления не соответствующем выходе платы реле не появляется напряжение 24 В	Заменить плату реле
		8.2. Обрыв проводника между выходом платы реле и выходным реле - сигнал управления не отображается на светодиоде соответствующего реле блока релейной коммутации	Заменить сигнальный проводник
		8.3. Вышел из строя блок питания реле в блоке релейной коммутации – отсутствует питание + 24 В	Заменить плату блока питания реле

9	Нет управления температурой теплоносителя соответствующего контура обогрева в автоматическом режиме	9.1. В УК установлен режим ручного управления – набрана цифра 2	Вернуть режим автоматического управления – цифра 0
		9.2. На блоке релейной коммутации для этого контура установлен режим ручного управления – положение переключателя ON, или управление вообще выключено – положение OFF	Перевести в режим автоматического управления – положение переключателя - AUTO
10	Нет передачи нулевого задания в УК из программы МОНИТОР для зоны Б в случае установки для зоны Б одинакового с зоной А задания	Передача нулевого задания для зоны Б происходит после того, как для этой зоны устанавливалось ненулевое задание	Установить нулевое задание для зоны Б непосредственно в УК
11	Нет передачи метеоданных по контроллерной сети	Произошел сбой в номерах портов для метеодатчиков	Проверить установку номеров портов для метеодатчиков во всех контроллерах – в контроллерах, где метеодатчики не подсоединены, обнулить для них номера портов

ПРИЛОЖЕНИЕ №8**Настройка коэффициентов интегральной и пропорциональной поправки в Таблице ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ.**

Настройки параметров **Т теплицы – Коэф интегральной поправки** и **Т теплицы – Коэф пропорциональной поправки** (см. [№№45,43](#) в Таблице 3) производятся в следующей последовательности.

1. Настройка коэффициента Т теплицы – Коэф интегральной поправки.

Коэффициент **Т теплицы – Коэф интегральной поправки** настраивается в ночное время при стабильных внешних метеоусловиях и отсутствии интенсивных вариаций температуры воды с котельной в общей прямой трубе. Возможны два варианта.

1.1. Квазипериодические колебания в графике температуры воздуха в теплице.

В этом случае необходимо производить постепенное ежесуточное понижение его установленного по умолчанию значения 0,07 шагами по 0,01 до момента исчезновения колебаний в графике температуры воздуха в теплице.

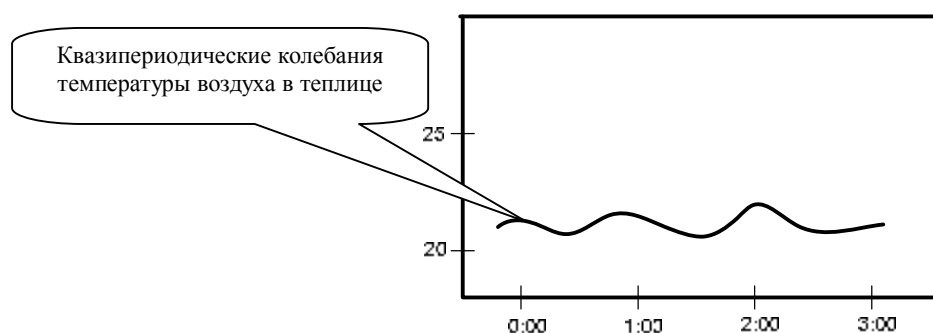


Рис. 1

1.2. Отсутствие квазипериодических колебаний в графике температуры воздуха в теплице.

В этом случае необходимо производить постепенное ежесуточное повышение его установленного по умолчанию значения 0,07 шагами по 0,01 до момента начала появления колебаний квазипериодических колебаний в графике температуры воздуха в теплице. Для завершения настройки уменьшить на 1-2 шага установленное значение до момента пропадания квазипериодических колебаний

2. Настройка коэффициента Т теплицы – Коэф пропорциональной поправки.

Коэффициент **Т теплицы – Коэф пропорциональной поправки** настраивается на основе поведения графика температуры воздуха в теплице при переходе задания с ночной температуры на дневную. В зависимости от характера графика температуры воздуха в теплице возможны два варианта (см. Рис. 2).

2.1. График температуры воздуха выше графика задания.

В этом случае необходимо провести постепенное ежесуточное уменьшение коэффициента шагами по 0,1 до момента практического совпадения графиков. После этого следует повторить настройку параметра **Т теплицы – Коэф интегральной поправки** (п.1.)

2.2. График температуры воздуха ниже графика задания.

В этом случае необходимо провести постепенное ежесуточное увеличение коэффициента шагами по 0,01 до момента практического совпадения графиков. После этого следует повторить настройку параметра **Т теплицы – Коэф интегральной поправки** (п.1.)

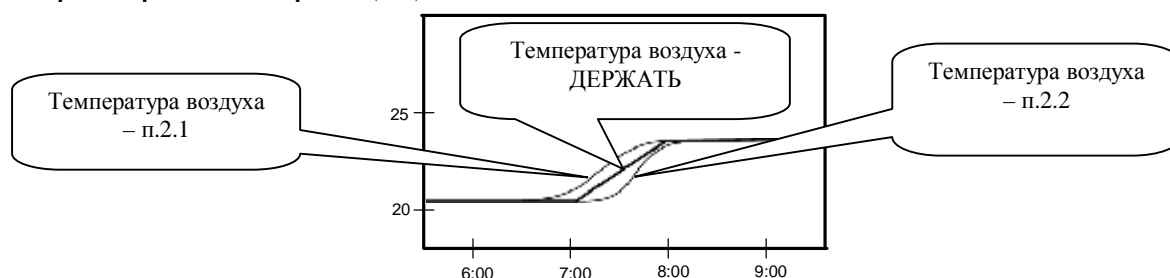


Рис. 2

3. Рекомендуемые значения коэффициентов.

Рекомендуются следующие наборы коэффициентов пропорциональной, интегральной и динамической поправки

Коэффициент	Набор 1	Набор 2	Набор 3
Т теплицы – Коэф пропорциональной поправки	0,750	0,500	0,375
Т теплицы – Коэф интегральной поправки	0,100	0,070	0,050
Т теплицы – Коэф динамической поправки	0,600	0,600	0,600