



УДК 004.942

© 2018 г. **В.М. Дмитриев**, д-р техн. наук,

Т.В. Ганджа, канд. техн. наук,

В.С. Куринька

(Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ "УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ НА ГИДРОПОНИКЕ"

В статье на основе декомпозиции объекта управления «Умная теплица на гидропонике» сформирована ее структурно-функциональная схема. Она позволяет построить многоуровневые компонентные цепи подсистем управления различными режимами с целью отладки алгоритмов управления и поиска оптимальных режимов функционирования исполнительных и измерительных устройств.

Ключевые слова: "умная теплица на гидропонике", структурно-функциональная схема, многоуровневая компьютерная модель, система управления.

DOI: 10.22250/isu.2018.55.51-63

Введение

Актуальным на сегодняшний день является исследование возможности рентабельного выращивания различных сельскохозяйственных культур в регионах с неблагоприятными климатическими условиями. Решение этого вопроса помогло бы снизить издержки на транспортировку с.-х. продукции из мест с более благоприятными условиями для ее выращивания, улучшить качество самой продукции для потребителей за счет полного контроля питательных веществ в процессе роста культур, а также при длительном хранении. Это в свою очередь отразится на себестоимости данной группы товаров, приведет к изменению ценовой политики на рынке, сделав сельскохозяйственную продукцию более доступной для конечных потребителей. Для этих целей на сегодняшний день используют различные методы выращивания растений в закрытых грунтах.

Реализовать максимальный потенциал растений при выращивании в открытом грунте очень сложно, из-за влияния множества факторов, определяющих рост их в почве. Управлять этими параметрами в открытом грунте невозможно. Для

контроля и поддержания требуемых режимов роста различных сельскохозяйственных культур все чаще применяется такая технология как гидропоника [1]. При выращивании в почве растениям требуются регулярное питание и увлажнение, при этом велик риск их гибели из-за неблагоприятных погодных условий (град, проливные дожди, заморозки и т.п.). При использовании гидропоники растения защищены от воздействия неблагоприятных условий, осуществляется поддержка постоянных значений климатических факторов, к тому же они регулярно получают необходимые питательные вещества. Это дает растению возможность тратить силы только на быстрый рост, цветение и формирование максимального урожая с улучшенными питательными и вкусовыми качествами. Но, чтобы создавать и постоянно поддерживать благоприятные климатические условия, необходимы достаточно квалифицированный персонал или специализированное оборудование, с системами автоматического или автоматизированного контроля и управления.

В данной статье рассматривается принцип построения автоматизированной системы управления климатом в объекте «Умная теплица на гидропонике» (УТГ) с использованием компьютерных средств интеллектуализации: компьютерных моделей объектов управления [2], баз данных и экспертных систем с набором продукционных моделей знаний. Это позволит автоматизировать решение задач многовариантного анализа и параметрического синтеза модели объекта управления, направленных на определение эффективных и комфортных режимов для роста различных сельскохозяйственных культур.

«Умная теплица на гидропонике» –автоматизированный агротехнический объект, обеспечивающий определение, установление и поддержание благоприятных и эффективных условий для выращивания теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Акцентируя внимание на биологических характеристиках выращиваемого растения, за счет использования компьютерных моделей и продукционных моделей знаний, можно будет осуществлять поиск необходимых значений задающих воздействий.

Компьютерные модели, описывающие режимы функционирования УТГ, позволят автоматизировать решение следующих задач управления:

определение характеристик компонентов, необходимых для эффективного выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры (исполнительные механизмы: лампы, насосы, кулеры и т.д.);

снижение энергопотребления исполнительных и измерительных устройств;

обеспечение проектно-экспериментальной площадки для отработки режимов и архитектуры управления УТГ;

установление и поддержание климатических условий УТГ в заданных пределах при действии различных внешних воздействий.

Кроме того, сформированная и реализованная компьютерная модель УТГ как объекта управления может служить проектно-экспериментальной площадкой для отработки структуры и алгоритмов управления, поскольку средства компьютерного моделирования позволяют производить анализ модели в ускоренном режиме. Исследуемые в УТГ процессы являются достаточно медленными по сравнению с процессами, протекающими в исполнительных и измерительных устройствах, включаемых в модель.

Для построения компьютерной модели системы управления климатическими условиями УТГ сформируем ее структурно-функциональную схему.

Структурно-функциональная схема «Умной теплицы»

Системный анализ объекта управления «Умная теплица на гидропонике» позволит выделить его компоненты, выявить связи между ними, а также циркулирующие в них потоки. Полученная в результате структурно-функциональная схема УТГ приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема «Умной теплицы на гидропонике».

Если для каждого ее функционального блока будет сформирована компьютерная модель в виде компонента в среде компьютерного моделирования, то пу-

тем соединения этих компонентов можно будет формировать и исследовать системы управления УТГ различного назначения и содержания. Выбор соответствующих элементов позволит минимизировать затраты на сборку и настройку реальной системы.

Исполнительная подсистема содержит насосы (циркуляционный и для подачи питательного субстрата), водогрейный тэн, микрокомпрессор, систему охлаждения, баллон с углекислым газом.

Информационно-измерительная подсистема содержит различные типы датчиков: температуры и влажности, кислотно-щелочного баланса, кислородный датчик и др. В нее также входит датчик тока, который позволяет измерить ток, потребляемый элементами исполнительной системы при условии равенства их напряжения.

Объект управления – это камера и платформа с растениями, в которой непосредственно выращиваются сельскохозяйственные культуры, а также емкость для питательного субстрата.

Устройство управления реализуется на базе микроконтроллера, оснащенного необходимыми драйверами исполнительных устройств, цифровыми и аналоговыми датчиками. Выбранный для реализации устройства управления микроконтроллер должен обеспечивать связь с компьютером, с помощью которого пользователь осуществляет задание режимов. В компьютере реализуется компьютерная модель объекта управления или его составных частей для решения обозначенных выше задач.

Локальными задачами управления, совокупность которых обеспечивает решение глобальных задач управления в УТГ, являются:

определение и поддержание оптимальной температуры в камере T_K и субстрате T_S ;

обеспечение заданного уровня освещения;

поддержание требуемой влажности воздуха в камере;

обеспечение режима вентиляции (свежий ветерок) в теплице;

обеспечение притока питательного субстрата;

поддержание Ph-баланса и уровня кислорода в субстрате.

Наблюдение за температурой в емкости с питательным субстратом осуществляется температурным датчиком 1. При понижении температуры до указанного порогового значения включается исполнительное устройство «Тэн водогрейный». Он повышает температуру питательного субстрата до определенного значения, выставленного пользователем в качестве уставки.

Изменение значения температуры в камере для выращивания растений производится температурным датчиком 2. Повышение ее значения осуществляется источником света, в качестве которого используется лампа. С целью понижения

температуры включается система проветривания, обеспечивающая приток свежего воздуха в камеру.

При недостаточном уровне естественного освещения, измеряемом датчиком освещенности, осуществляется включение источника света, в качестве которого используются светодиодные лампы с регулируемым световым потоком.

При повышении влажности воздуха в результате полива растений осуществляется ее оценка датчиком влажности, по сигналам которого включается система проветривания. Эта же система обеспечивает приток свежего воздуха в камеру.

Согласно заданному временному режиму осуществляется включение насоса, подающего питательный субстрат в емкость. Производится наполнение верхней камеры. При срабатывании электроклапана согласно заданным временным промежуткам питательный субстрат перетекает из верхней камеры в нижнюю.

Датчик электропроводности и датчик рН осуществляют наблюдение за уровнем рН в емкости для питательного субстрата. При подаче питательного раствора производится его перемешивание циркуляционным насосом, а повышение температуры до необходимой производится водогрейным тэном. Уровень кислорода в субстрате не измеряется. Обогащение кислородом производится микрокомпрессором согласно заданному режиму.

Для выработки и поддержания требуемых режимов функционирования УТГ, наиболее благоприятных для эффективного роста различных культур, предлагается использовать многоуровневую компьютерную модель [3], реализованную в формате метода компонентных цепей [4] и допускающую интеграцию с реальным объектом с помощью измерительно-управляющего контроллера, функционирующего на базе языка управления механизмами X-Robot [5].

Структурная схема многоуровневой компьютерной модели

Для определения и установления оптимальных климатических режимов в объекте управления «Умная теплица на гидропонике» предлагается использовать компьютерную модель на основе многоуровневой компонентной цепи, допускающую автоматизированное решение задач многовариантного анализа и параметрического синтеза. С ее помощью открываются возможности функционального анализа, формирования схемы расположения исполнительных и измерительных устройств в теплице, подбор оборудования, обеспечивающего оперативное управление режимами, направленными на увеличение урожайности при минимуме энергетических и финансовых затрат.

Рассматривая УТГ как сложный технологический объект, направленный на получение максимальной урожайности различных сельскохозяйственных культур,

на основе метода многоуровневого компьютерного моделирования [2] сформировали его многоуровневую компьютерную модель, представленную на рис. 2.

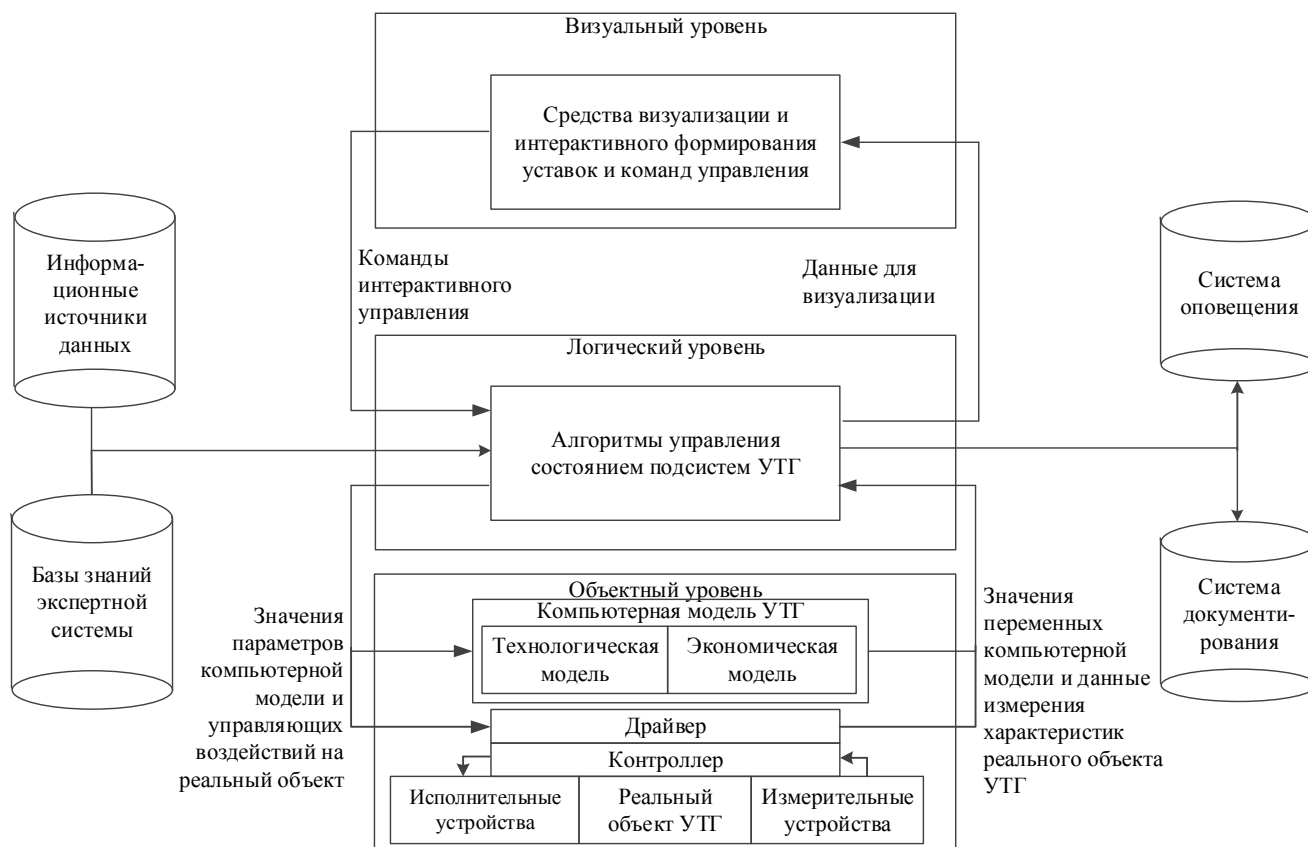


Рис. 2. Структурная схема многоуровневой компьютерной модели "Умной теплицы на гидропонике".

На ее уровнях в формате подязыков языка многоуровневого компьютерного моделирования [6] представлены:

на объектном уровне показана компьютерная модель УТГ, сформированная в формате языка моделирования технологических объектов, а также интерфейсные возможности подключения многоуровневой модели к реальному объекту с помощью универсального измерительно-управляющего контроллера [7]. Компьютерная модель УТГ состоит из технологической и экономической субмоделей. Технологическая позволяет моделировать процессы, протекающие в объекте управления, описывая при этом динамику роста культур при действии различных факторов. Экономическая субмодель обеспечивает подсчет всех затрат на использование электрической энергии, воды, питательных и других веществ;

логический уровень содержит сформированные в формате алгоритмических компонентных цепей функциональные модели сценариев управления состоянием различных подсистем УТГ: емкости для питательного субстрата, камеры для выращивания растений и непосредственно платформы с растениями. Для целей функционирования алгоритмических компонентных цепей предложен и реализо-

вал алгоритм передачи сообщений [8, 9];

визуальный уровень содержит средства визуализации и интерактивного формирования уставок и команд управления. На нем располагаются компоненты-визуализаторы данных, подготовленных для визуализации на логическом уровне многоуровневой компьютерной модели, а также компоненты-регуляторы, с помощью которых осуществляется формирование команд интерактивного управления, передаваемых с визуального уровня на логический.

Формирование компьютерной модели УТГ осуществляется на объектном слое многослойного графического редактора среды многоуровневого компьютерного моделирования в формате языка моделирования сложных технических (технологических) объектов [10]. Каждый компонент описывает динамику изменения технологических процессов, в том числе биологических, с помощью алгебраических и дифференциальных уравнений. Представляя собой объектный уровень многоуровневой компьютерной модели, она подлежит анализу универсальным вычислительным ядром [11]. На каждой итерации анализа по времени или частоте рассчитываются значения первичных переменных модели и осуществляется их передача с объектного на логический уровень с помощью измерительных компонентов. К первичным переменным модели относятся переменные как технологической модели, описывающие состояние объекта управления УТГ, так и экономической модели, обеспечивающие учет затрат на функционирование УТГ.

На логическом уровне формируется функциональная модель устройства управления в виде алгоритма управления состоянием подсистем УТГ. Она состоит из ряда алгоритмических компонентных цепей, каждая из которых осуществляет численную обработку значений переменных модели УТГ и данных измерения характеристик реального объекта, а также расчет на их основе значений параметров компьютерной модели и управляющих воздействий на реальный объект. На основе численной обработки результатов анализа компьютерной модели и измерения характеристик реального объекта выделяются данные для визуализации. Они передаются с логического на визуальный уровень многоуровневой компьютерной модели. Команды интерактивного управления, формируемые пользователем на визуальном уровне с помощью компонентов-регуляторов, передаются на логический уровень, где используются в алгоритмических компонентных цепях алгоритмов функционирования устройства управления УТГ.

В алгоритмы управления состоянием подсистем УТГ включаются компоненты связи многоуровневой компьютерной модели с информационными источниками данных, которыми являются базы данных, технологические регламенты, экономические справочники и т.п., а также с базой данных экспертной системы, позволяющей учитывать параметры и изменения состояний, которые не могут быть учтены в математической модели. Для экстренного информирования опера-

тора используется система оповещения. В ней реализована возможность отправки сообщений по различным протоколам (SMS, WathUp, Viber и другое), а также взаимосвязь многоуровневой модели, функционирующей на компьютере, с приложением, установленным на мобильном устройстве (телефон, планшет и т.п.).

Многоуровневая компьютерная модель поддержания температурного режима в камере для выращивания растений

Основной задачей системы управления УТГ является поддержание заданного в соответствии с выращиваемой культурой температурного режима в камере. Ее текущая температура T с некоторой периодичностью измеряется температурным датчиком и передается устройству управления. Если $T \geq T_{\max}$ (где T_{\max} – максимально возможная температура камеры), то осуществляется включение системы охлаждения для проветривания камеры УТГ. Как только температура опускается за значение T_{\max} , производится отключение системы охлаждения. Когда $T \leq T_{\min}$ (где T_{\min} – минимально допустимое значение температуры в камере), осуществляется включение тепловентилятора, нагревающего воздух в камере, а также формирование управляющего сигнала на систему оповещения, которая уведомляет оператора об аварийной ситуации в помещении. При превышении минимального температурного значения $T > T_{\min}$, производится отключение тепловентилятора.

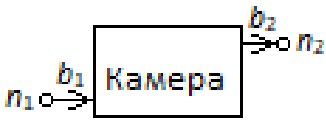


Рис. 3. Компонент «Камера для выращивания растений».

Для формирования многоуровневой компьютерной модели системы управления температурным режимом были реализованы следующие компоненты ее объектного уровня.

1. "Камера для выращивания растений" (рис. 3) представляет собой компонент с тремя неоднородными векторными связями [12]:

$S_1 = (b_1 \eta n_1) \rightarrow \{ \{P_1, G_1\}, \{T_1, Q_1\} \}$ – связь, по которой воздух поступает в камеру для выращивания растений, где P_1 – давление воздуха; G_1 – скорость поступления; T_1 – температура поступающего воздуха; Q_1 – количество теплоты, переносимое воздухом;

$S_2 = (b_2 \eta n_2) \rightarrow \{ \{P_2, G_2\}, \{T_2, Q_2\} \}$ – связь, по которой воздух под давлением P_2 , создаваемым в камере, и текущей температурой воздуха в камере T_2 выходит из камеры.

Математическая модель камеры для выращивания растений включает следующие уравнения:

$$P_1 = 0; \quad \frac{dP_2}{dt} = \frac{1}{\pi d_1^2} G_1 - \frac{1}{\pi d_2^2} G_2; \quad \frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{\rho V c} Q_1; \quad Q_1 - Q_2 = 0,$$

где d_1 – диаметр входного отверстия, по которому воздух поступает в камеру для выращивания растений; d_2 – диаметр выходного отверстия, по которому воздух выходит из камеры; ρ – плотность воздуха; V – объем камеры; c – теплоемкость воздуха.

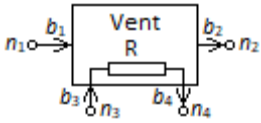


Рис. 4. Компонент «Вентилятор».

2. "Вентилятор" (система охлаждения) является прибором, осуществляющим приток воздуха температуры внешней среды объемом, пропорциональным потребляемой электрической мощности. Компонент «Вентилятор», представленный на рис. 4, имеет следующие связи:

$S_1 = (b_1 \eta n_1) \rightarrow \{ \{P_1, G_1\}, \{T_1, Q_1\} \}$ – связь взаимодействия вентилятора с окружающей средой, в которой воздух имеет температуру T_1 ;

$S_2 = (b_2 \eta n_2) \rightarrow \{ \{P_2, G_2\}, \{T_2, Q_2\} \}$ – связь, обеспечивающая приток потока воздуха вентилятором в некоторое замкнутое пространство, которым является камера для выращивания растений;

$S_3 = (b_3 \eta n_3) \rightarrow \{U_1, I_1\}$ – связь вентилятора с положительной связью источника электропитания;

$S_4 = (b_4 \eta n_4) \rightarrow \{U_2, I_1\}$ – связь вентилятора с отрицательной связью источника электропитания.

Математическая модель вентилятора описывается уравнениями:

$$U_1 - U_2 - RI_1 = 0; \quad I_1 - I_2 = 0; \quad G_2 - \frac{(U_1 - U_2)I_1}{P_{\max}} G_1 = 0,$$

$$T_1 - T_2 = 0; \quad T_1 G_1 - T_2 G_2 = 0,$$

где P_{\max} – максимальная мощность, развиваемая вентилятором; R – электрическое сопротивление вентилятора.

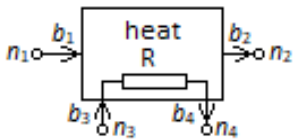


Рис. 5. Компонент «Нагреватель».

3. Для описания тепловентилятора, осуществляющего нагрев воздуха в камере для выращивания растений, на вход модели вентилятора, осуществляющего механическое перемещение воздуха, подключается представленный на рис. 5 компонент «Нагреватель», который нагревает протекающий через него воздух при помощи электронагревательного элемента. Физический смысл его связей совпадает с физическим смыслом связей компонента «Вентилятор» (рис. 4).

Математическая модель компонента «Нагреватель» описывается следующими уравнениями:

$$U_1 - U_2 - RI_1 = 0; \quad I_1 - I_2 = 0;$$

$$P_1 - P_2 = 0; \quad G_1 - G_2 = 0;$$

$$T_2 - VCQ_2 = 0;$$

$$Q_2 - Q_1 - (U_1 - U_2)I_1 = 0,$$

где R – электрическое сопротивление нагревательного прибора; K_t – тепловой коэффициент.

Сформированная из разработанных компонентов компьютерная модель блока поддержания температуры в камере для выращивания растений представлена на рис. 6. Ее основной задачей является проектирование и отладка алгоритма функционирования устройства управления.

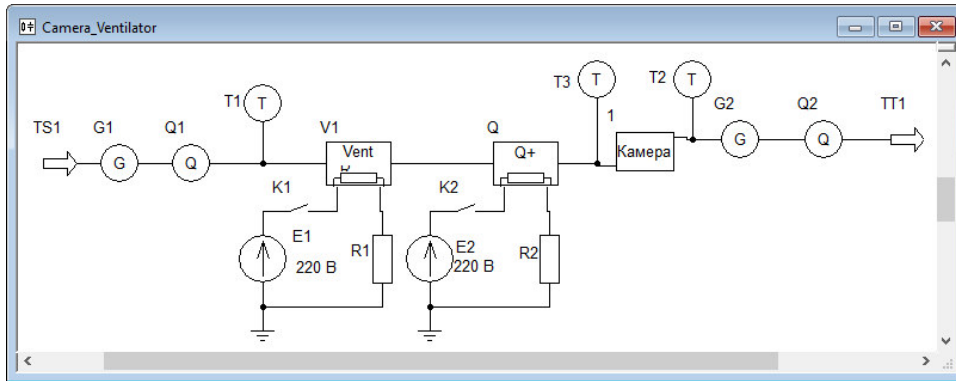


Рис. 6. Компьютерная модель блока поддержания температуры в камере.

Для поддержания температуры в камере для выращивания растений, измеряемой термометром T_2 , разработана алгоритмическая компонентная цепь функционирования устройства управления нагревателем в блоке поддержания температуры в камере для выращивания растений. Она представлена на рис. 7.

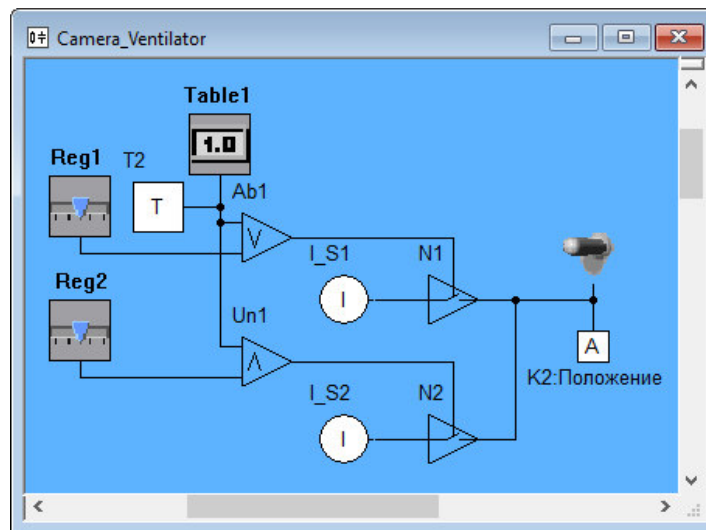


Рис. 7. Алгоритмическая компонентная цепь управления нагревателем в камере для выращивания растений.

Текущая температура в камере для выращивания растений, измеряемая термометром T_2 и передаваемая им с объектного уровня многоуровневой компонентной цепи на ее логический уровень, сравнивается с минимально допустимым и максимально допустимым значением. Максимально допустимое значение температуры задается пользователем на визуальном уровне регулятором Reg1, а минимально допустимое значение – регулятором Reg2. Превышение максимального

температурного значения фиксируется компонентом сравнения Ab1. В случае, когда им производится подача истинного значения на компонент-накопитель N1, осуществляется передача константы 0, задаваемой источником I_S1 на атрибут «K2: Положение», происходит размыкание ключа K2 и отключение нагревателя.

Когда текущее значение температуры становится меньше минимально допустимого, что отслеживается компонентом сравнения Un1, через накопитель N2 атрибуту «K2: Положение» передается значение 1. При этом производится замыкание ключа K2 и включение нагревания для повышения температуры в камере для выращивания растений.

Для тестирования функциональной модели устройства управления нагревателем в камере для выращивания растений на визуальном уровне многоуровневой компьютерной модели разработана панель отображения результатов экспериментов и интерактивного изменения уставок, представляющих собой минимально и максимально допустимые значения температуры. Эта панель, представленная на рис. 8, также содержит регуляторы, осуществляющие задание температуры внешней среды и скорости поступления холодного воздуха. Для индикации процесса работы нагревателя на панель выведены цифровые табло, осуществляющие визуализацию внешней температуры (T_{in}), температуры внутри камеры (T_{out}), объемной скорости закачиваемого воздуха (G_{in}), количества воздуха внутри камеры (G_{out}), количества теплоты, поступающей с входящим потоком воздуха (Q_1), количества теплоты воздуха в камере (Q_2). Процесс функционирования нагревателя сопровождается визуализацией напряжения на нем (U), протекающего через него тока (I) и потребляемой им электрической мощности (P).

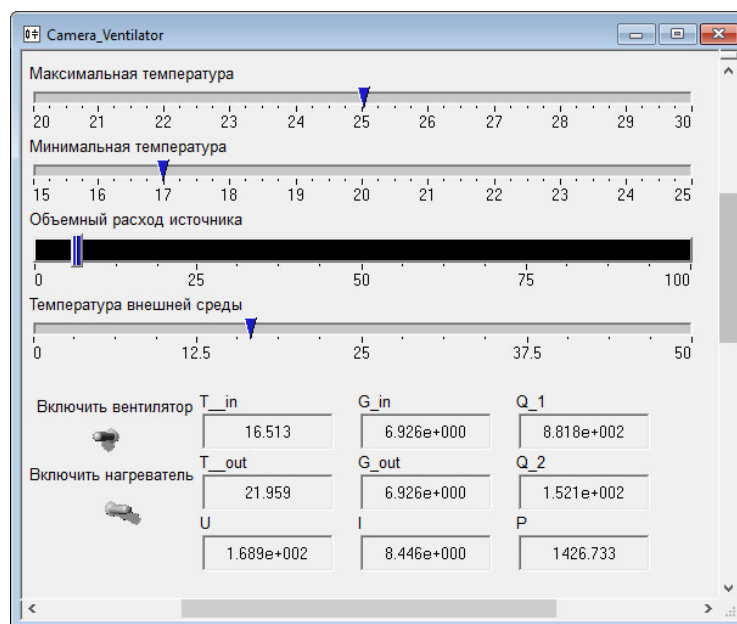


Рис. 8. Панель визуализации и интерактивного управления характеристиками теплового режима в камере для выращивания растений.

Сформированный на логическом уровне многоуровневой компьютерной модели и отлаженный алгоритм управления характеристиками теплового режима в камере для выращивания растений может быть интерпретирован на любой язык программирования и запрограммирован в контроллер, управляющий процессами в реальном объекте.

Аналогичным образом в формате многоуровневой компьютерной модели могут быть построены и отлажены алгоритмы управления различными режимами в камере для выращивания растений. К таким режимам относятся режимы регулирования освещения, влажности, поступления питательных веществ и др.

Заключение

Построенная в статье структурно-функциональная схема объекта управления «Умная теплица на гидропонике» допускает декомпозицию на локальные системы управления различными режимами. Реализация их моделей позволяет без применения реального оборудования сформировать и отладить алгоритмы функционирования управляющих устройств с использованием компьютерных моделей объектов управления, исполнительных и измерительных устройств.

В работе для решения данных проблем предложена многоуровневая компьютерная модель, представленная в формате метода компонентных цепей. В качестве примера сформирована многоуровневая компонентная цепь управления характеристиками теплового режима в камере для выращивания растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Седых Т.В., Погребняк С.В.* Рост и продуктивность огурца в зимних теплицах в осенне-зимнем культурообороте на малообъемной гидропонике (ООО «Сибagroхолдинг») // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 3 (26). – С. 53-58.
2. *Ганджа Т.В.* Формализованное представление обобщенного технически сложного объекта с компьютерной моделью в контуре управления // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2012. – № 2. – С. 29-35.
3. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В.* Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами // Информатика и системы управления. – 2013. – № 2 (36). – С. 24-35.
4. *Дмитриев В.М., Арайс Л.А., Шутенков А.В.* Автоматизация моделирования промышленных роботов. – М.: Машиностроение, 1995.
5. *Мальцев Ю.И.* Язык управления механизмами X-Robot // Электронные средства и системы управления: Материалы докладов IX Международной научно-практической конференции (30-31 октября 2013 г.): В 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2013. – С. 114-118.
6. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Зайченко Т.Н.* Определение значений параметров регулятора с помощью многоуровневой компьютерной модели // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 91-95.

7. *Дмитриев В.М., Зайченко Т.Н., Ганджа Т.В., Ганджа В.В.* Методика сопряжения системы виртуальных инструментов и приборов с универсальным контроллером X-Mega // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 1 (35). – С. 107-111.
8. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В.* Компьютерная модель управляемого технологического объекта // Информатика и системы управления. – 2012. – № 3 (33). – С. 47-59.
9. *Григорьева Т.Е.* Дискретно-событийное моделирование в СМ MAPS для курса «Системы массового обслуживания» // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 1 (31). – С. 152-155.
10. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Зайченко Т.Н.* Определение значений параметров регулятора с помощью многоуровневой компьютерной модели // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 91-95.
11. *Дмитриев В.М., Шутенков А.В., Ганджа Т.В.* Архитектура универсального вычислительного ядра для реализации виртуальных лабораторий // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2004. – № 2. – С. 24-28.
12. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Важенин С.К.* Принципы построения моделей сложных технологических объектов с неоднородными векторными связями // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – № 1. – С. 104-111.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.А. Шелупановым.

E-mail:

Дмитриев Вячеслав Михайлович – dmitriewvm@gmail.com;

Ганджа Тарас Викторович – gandgatv@gmail.com;

Куринька Валентин Сергеевич – valek019@gmail.com.

Far East Con-2018



МЕЖДУНАРОДНАЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ ИНЖИНИРИНГУ И СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Во Владивостоке (со 2 по 4 октября 2018 г.)
пройдет Международная научная конференция «Far East Con»
для ученых, преподавателей и представителей предприятий

Сайт конференции: https://www.dvfu.ru/schools/engineering/far_east_con/