

где i и j – номера граничащих элементов коллектора; n – нормаль к поверхности, p – поверхность.

4. Заключение

В данной работе было проведено математическое моделирование солнечной системы солнечного теплоснабжения. Модель позволяет исследовать и оптимизировать как отдельные блоки с конкретными конструктивными и теплофизическими параметрами, так и СВУ в целом при различных климатических условиях и требованиях объекта потребителя к температуре нагретой воды и режиму ее использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутузов. В.А. Солнечное теплоснабжение. Состояние дел и перспективы развития / В.А. Бутузов // Энергобережение. - 2000. - №4. - С. 28 - 29.
2. Марахтанов Солнечный коллектор для отопления семейной фермы / М.К. Марахтанов // Достижения науки и техники АПК.– 1989. - №7. - С. 49-52.
3. Осетров А.П., Шакин Н.И., Золочевский М.Т. Мобильные ге- лиоустановки / А.П. Осетров, Н.И. Шакин, М.Т. Золочевский // Механи- зация и электрификация сельского хозяйства.- 1989. - №5. - С. 36-37.
4. Пястолов А.А, Саплин Л.А., Шерьязов С.К. Гелиоустановка для летней доильной площадки / А.А. Пястолов, Л.А Саплин, С.К. Шерь- язов // Достижения науки и техники АПК.– 1989. - №7. - С. 48-49.
5. Устройство и эксплуатация гелиосистем для теплоснабжения животноводческих ферм. (Методические указания) / Государственный агропромышленный комитет РСФСР. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 27 с.
6. Керимов М.А (Азербайджанский Технический Университет), Салманова Ф.А. (Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана). (Email:fruze2006@box.az.)
7. Даффи Дж. А, Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У.А. Бекман - М.: Мир, 1977. - 470 с.
8. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. - Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1969. – 520 с.
9. YedilkhanAmirgaliyev, Murat Kunelbayev, Aliya Kalizhanova, OmirlanAuelbekov, NazbekKatayev, AinurKozbakova. Theoretical And Mathematical Analysis Of DoubleCircuit Solar Station With Thermo Siphon Circulation. Journal Of Polytechnic-PoliteknikDergisi . 2019. 22(2),pp. 485-493

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО КОТРОЛЛЕРА ДЛЯ ДВУХКОНТУРНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ТЕРМОСИФОННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Секция 2. Информационно-телекоммуникационные технологии. Системы и сети передачи данных. Интернет-технологии. Облачные технологии. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления. Суперкомпьютерные и кластерные системы. Обработка больших объёмов данных (Big-data). Геоинформационные системы и технологии. Инновационные образовательные технологии

**Кунелбаев М.М., Козбакова А.Х., Даулбаев С.М., Мерембаев Т.,
Айткулов Ж., Черикбаева Л. Ш.**

e-mail: ainur79@mail.ru, murat7508@yandex.kz

*Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Казахстан*

***Абстракция.** В настоящей работе рассматривается алгоритм управления и программное обеспечение создания цифровой платформы на базе Mojo v3 для мониторинга за функционированием двухконтурного плоского солнечного коллектора с термосифонной циркуляцией. Разработан и исследован алгоритм управления и создан программный продукт для управления температурными данными двухконтурного солнечного коллектора с термосифонной циркуляцией. В предложенной системе измерения производятся из 6 цифровых датчиков (DS18B20 Dallas), используемые 16 проводов. Используя датчики Далласа и соответствующее программное обеспечение, можно контролировать уровень температуры и количества теплоты. Использование 6 цифровых датчиков значительно повышают эффективность управления за системой и увеличивает скорость обработки данных. Рассмотрены возможности конфигурирования датчиков для платформы Mojo v3, а также схема управления гелиоколлектором.*

***Ключевые слова:** солнечная энергия, плоский солнечный коллектор, платформа Mojo v3, контроллер управления*

Введение

Использование возобновляемых источников энергии способствуют распространению постоянного увеличения спроса на энергию и на расширение участия экологически чистых технологий. Фототермическое преобразование в солнечных тепловых системах является одним из наиболее распространенных способов использования этой энергии [1,2]. Необходимость предоставления соответствующих рабочих параметров системы обеспечивает использование правильно выбранных и настроенных контроллеров. Солнечные контроллеры производятся многими компаниями и фирмами [3,4,5,6]. Несмотря на широкий спектр доступных решений, контроллеры по-прежнему в основном являются устройствами с замкнутой структурой и практически не имеют возможностей расширения. С другой стороны, гибкие решения, основанные на программируемых контроллерах (PLC Programmable Logic Controller), применимы только в больших системах из-за очень высокой стоимости ПЛК [7]. Однако в последнее время можно заметить растущий спрос на модульные контроллеры, полностью программируемые, которые позволяют интегрировать несколько систем в единую операционную систему. Не менее важным для пользователей представляется реализация ряда дополнительных функций. Например, система управления и контроля через Интернет [9] или использование источника питания с фотоэлектрическими панелями [10, 11]. До настоящего времени реализации таких систем полагались только на ПЛК, однако из-за их высокой стоимости они редко используются в жилых установках. Хотя модульность и расширяемость уже

предлагаются несколькими производителями солнечных контроллеров, например, [5] Однако программное обеспечение этих устройств все еще закрыто. С распространением недорогих платформ микроконтроллеров, таких как Arduino [8], стало возможным проектировать контроллеры в небольшой серии и адаптировать их программное обеспечение к потребностям конкретного клиента. Также стоит отметить, что такие контроллеры могут быть легко модернизированы при расширении поддерживаемой системы. Независимо от конструкции, солнечные контроллеры для нестандартных, сделанных на заказ установок должны соответствовать требованиям, определенным стандартом PN-EN 12977 [12, 13].

2. Метод исследования

Плоские солнечные коллекторы с термосифонной циркуляцией используются для преобразования падающего солнечного излучения в тепловую энергию. Эта энергия накапливается в виде ощутимого тепла в резервуаре для хранения жидкости и используется по мере необходимости для питания помещений и нагрева воды. На рисунке 1. показана двухконтурная гелиоустановка с термосифонной циркуляцией.

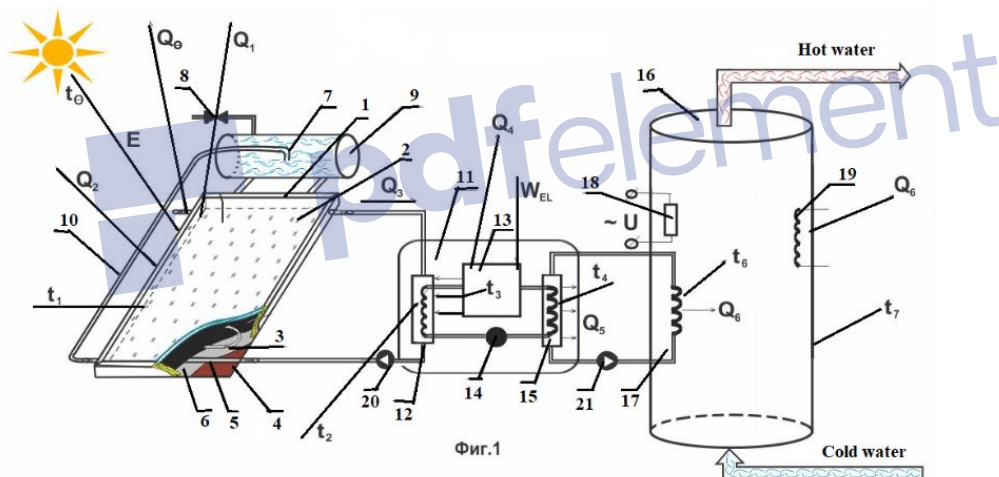


Рис. 1-Принципиальная схема двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией

Работа предлагаемой установки осуществляется следующим образом. Солнечная энергия E с температурой t_0 поглощается гелиоколлектором 1, с температурой t_1 , нагревая поток солнечной энергии проходит через светопрозрачный изоляционный стеклопакет 2. Тепло, полученное от солнечного потока, нагревает жидкость в змеевиках 3, которая удаляется из коллектора, а на ее место поступает холодная вода из трубопровода с вентилем для холодной воды 8, а из сифона бака дозатора 7 происходит постоянная терма сифонная циркуляция с помощью циркуляционной трубы 10. Далее жидкость попадает в тепловой насос 11, который состоит из испарителя 12 конденсатора с температурой t_2 , в котором теплообменник выполнен в виде спирали, поглощая тепло теплоносителя, опускает его температуру ниже температуры атмосферного воздуха (Q_2) с

помощью дросселирующего клапана 14, тем самым способствуя дополнительному поглощению тепла из атмосферного воздуха. В схеме также показано солнечное излучение, отраженное от полупрозрачного покрытия (Q_0) и поверхности поглощающей панели (Q_1). В тепловом насосе осуществляется передача энергии теплоносителя, с относительно низкой температурой, к теплоносителю теплообменника конденсатора 15 в виде спирали с более высокой температурой t_2 , которая увеличивает площадь, а так же интенсивность теплообмена. Для осуществления такого цикла используется компрессор 13 с температурой t_3 , с электроприводом 17. Далее, посредством теплообменника конденсатора 15 с температурой t_4 , тепло от теплового насоса (Q_5) передается в бак аккумулятор теплообменника Q_6 с температурой t_6 системы отопления 18. Так как установка имеет два контура, она снабжена автоматическими циркуляционными насосами 19 и 20 для циркуляции жидкости между гелиоколлектором и испарителем, конденсатором и баком- аккумулятора. Температура воды доводится до требуемого технологического уровня и подается к потребителю на цели горячего вода снабжения и отопления [14].

На рисунке 2 изображена модель плоского солнечного коллектора. Сущность и новизна состоит в том, что в отличие от известного принципа конструирования, коллектор содержит прозрачный стеклопакет 2 с двойным стеклом и с уменьшенным давлением, а также периметрическую раму 1. Днище деревянной рамы 7 сделана из фанеры толщиной 8 мм. и к ним приклеена теплоизолирующая пленка 5 с фольгой. В зазоре образующиеся между стеклопакетом и днищем рамы проложена гибкая тонкостенная нержавеющая гофрированная трубка $4\text{Ø}16$ мм. в виде змеевика. Концы трубки прикреплены к входным и выходным торчащим трубам 6.

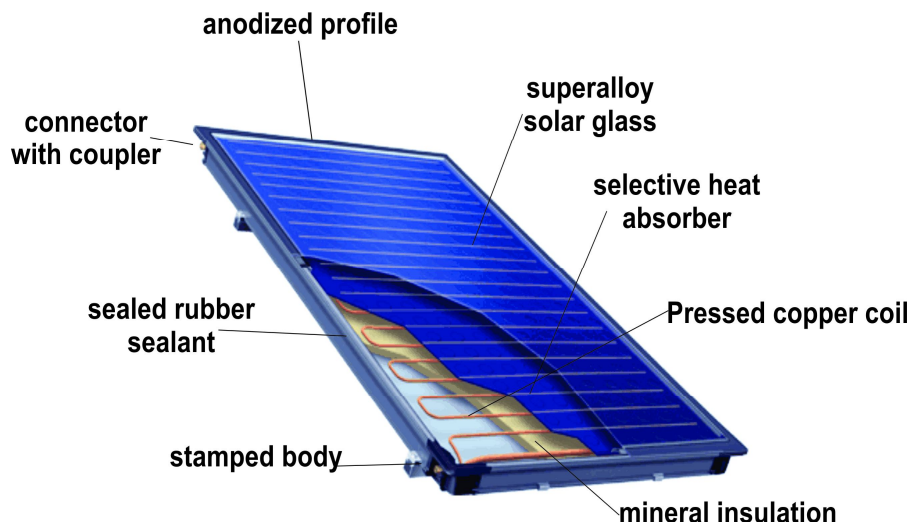


Рисунок 2- Принципиальная схема плоского солнечного коллектора

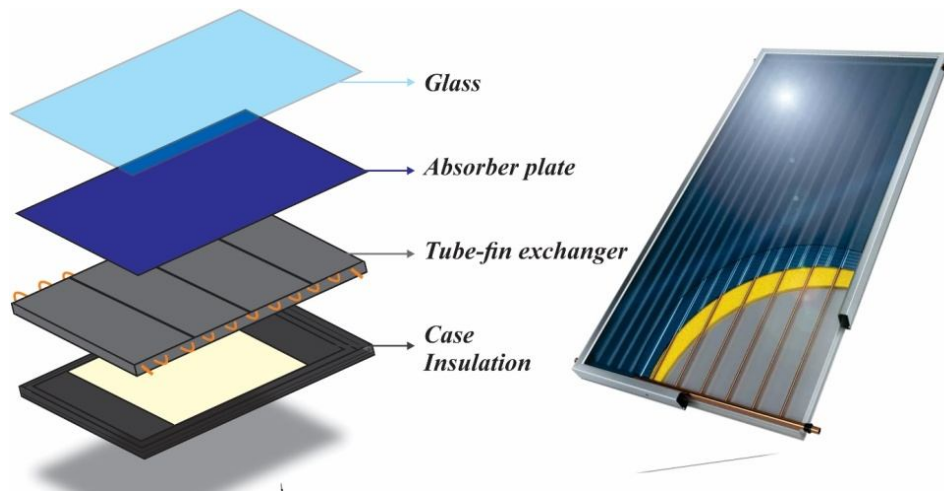


Рисунок 3. Принципиальная схема плоского солнечного теплового коллектора в разобранном виде

Как показано на рис. 4, солнечная энергия проходит через стекло и ударяется о пластину поглотителя, которая нагревается, превращая солнечную энергию в тепловую энергию. Тепло переносится на рабочую жидкость, которая проходит через трубки, прикрепленные к пластине поглотителя.

4. Функциональность солнечного терморегулятора

Основная функция каждого солнечного контроллера - управление насосом солнечного контура на основе разности температур между коллектором и баком для горячей воды [1]. В более крупных системах поддерживаются группы коллекторов, которые расположены на разных частях крыши. Такие системы часто поддерживают группу резервуаров с горячей водой, бассейн или пол с подогревом. Простые контроллеры позволяют генерировать только управляющий сигнал для насосов. Более сложные контроллеры также позволяют управлять насосами переменной скорости с помощью сигнала ШИМ (широтно-импульсная модуляция), что позволяет улучшить качество управления, а также помочь снизить потребление электроэнергии. Эффективность дифференциального термостата 81 была детально изучена в 80-х и 90-х годах двадцатого века [14]. Несколько исследований, например, [15] указывают на значительную связь между выходом энергии и настройкой дифференциального термостата. Показано, что использование переменного гистерезиса контроллера, адаптированного к текущим системным условиям, позволяет увеличить выход солнечной энергии и, кроме того, снизить потребление электроэнергии. Однако практически все имеющиеся в продаже солнечные терморегуляторы обеспечивают управление насосом на основе постоянного гистерезиса. Можно отметить, что введение дифференциального термостата с переменным гистерезисом в зависимости от реальных условий работы солнечной системы легко реализовать с помощью программируемого контроллера. Описан прототип контроллера в этой статье разрешается как управлять насосами, используя сигнал включения-выключения, так и переменную скорость, используя сигнал ШИМ. Важным дополнением к дифференциальному термостату является

обеспечение дополнительных функций управления и защиты. Наиболее распространёнными могут быть следующие: управление циркуляционным насосом горячей воды, защита от замерзания или периодический перегрев бака для горячей воды, чтобы предотвратить рост *Legionella*. Однако существует ряд функций, которые существенно поддерживают работу солнечной системы, которые редко реализуются в солнечных контроллерах. Например, редкостью среди контроллеров является защита солнечных коллекторов от чрезмерного повышения температуры в случае недостаточного приема тепла (например, в праздничный сезон). Многие провайдеры предлагают жалюзи для затенения коллекторов, но очень часто им требуется отдельный контроллер. Модульный солнечный контроллер может реализовывать такую функцию в центральном блоке или предоставлять в качестве дополнительного модуля расширения. Надежный источник питания является основным требованием для правильной работы всех систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Потеря электропитания в солнечной тепловой коллекторы вызывают прерывание приема тепла, что в результате приводит к очень быстрому повышению температуры коллектора. Увеличение объема жидкости должно компенсироваться расширительным баком в хорошо спроектированной системе, но слабость конструкции или реализации, а также дефект расширительного бака могут привести к повреждению системы. По этой причине значительное количество пользователей солнечной системы принимают решение об инвестициях в аварийный источник питания [10] или даже в общую систему питания с использованием фотоэлектрических панелей [11]. Это все более обоснованно, так как наибольшая потребность в мощности, связанная с циркуляционным насосом при максимальной мощности, совпадает с самой высокой мощностью, генерируемой фотоэлектрическими элементами. Как указывалось в ранее упомянутых работах [10, 11], управление питанием должно подключаться к контроллеру солнечной тепловой системы, поскольку это повышает общую надежность системы. Общей особенностью всех солнечных контроллеров является предоставление информации о работе поддерживаемой системы. Основные контроллеры обеспечивают только показания 3–4 датчика температуры в баках и коллекторах горячей воды. Более сложные устройства позволяют использовать до 5–7 датчиков температуры. Во многих солнечных системах даже этого количества датчиков может быть недостаточно. Ценная информация об эффективности солнечной системы может быть предоставлена с помощью теплосчетчика, особенно в сочетании с измерителем солнечной радиации. К сожалению, эта функция доступна только в очень немногих контроллерах, и использование внешнего счетчика тепла, предназначенного для солнечных установок, является существенным вложением. Аналогичным образом, могут быть другие полезные дополнительные функции, помогающие контролировать работу солнечной тепловой системы, например: регистратор данных с картой памяти, визуализация солнечной системы через Интернет или метеостанцию.

3. Прототип модульного контроллера для солнечной тепловой системы

Контроллеры, предназначены для управления солнечными тепловыми установками, в частности, должны характеризоваться модульной структурой. Это

позволяет обновить функциональность контроллера с дальнейшим развитием установки. В этой главе представлен пример прототипа модульного солнечного контроллера, основанного на свободно программируемой платформе Mojo v3 FPGA board [8]. Блок-схема контроллера показана на (рис. 1). Прототип контроллера состоит из центрального блока, объединяющего все основные функции управления, и трех основных модулей расширения: системный мониторинг, резервное электропитание и метеостанция.

Центральный блок солнечного контроллера основан на платформе Arduino Ethernet (рис. 4). В этой системе используется микроконтроллер Atmel ATmega328, работающий на тактовой частоте 16 МГц. Оснащенный коммуникационными интерфейсами, такими как SPI, I2C [16] и Ethernet, позволяет подключать несколько дополнительных модулей. Для обеспечения элементарного локального обслуживания контроллер оснащен небольшим графическим дисплеем (диагональ 1,8 дюйма, разрешение 160×128 пикселей), который обменивается данными с микроконтроллером через шину SPI. В дополнение к коммуникационным интерфейсам центральный блок оснащен 6 аналоговыми входами (например, для датчиков температуры) и 9 доступными цифровыми входами / выходами (включая 4 ШИМ для управления скоростью насоса). Это количество каналов ввода / вывода позволяет настроить программное обеспечение для поддерживаемой установки. Микроконтроллер программируется на языке, аналогичном C, с использованием среды разработки программного обеспечения Arduino IDE.

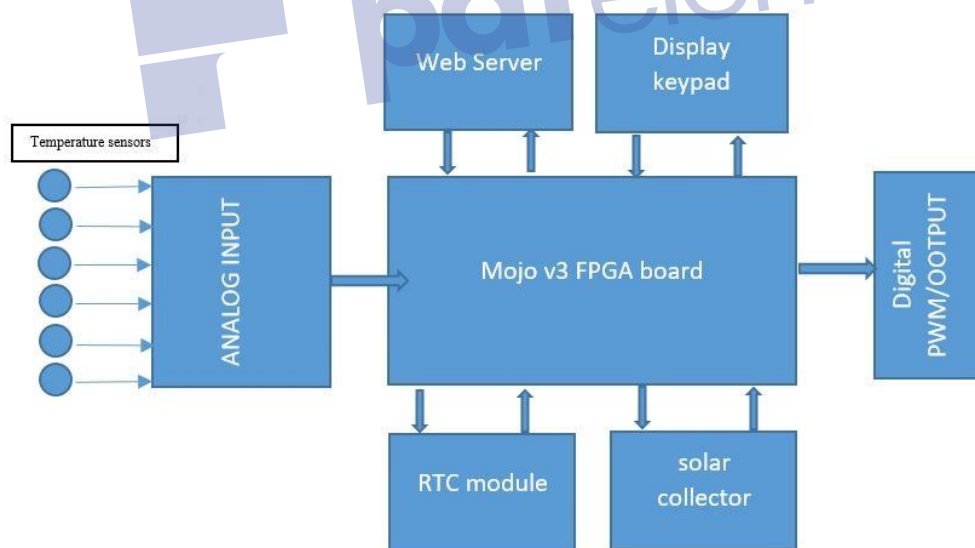
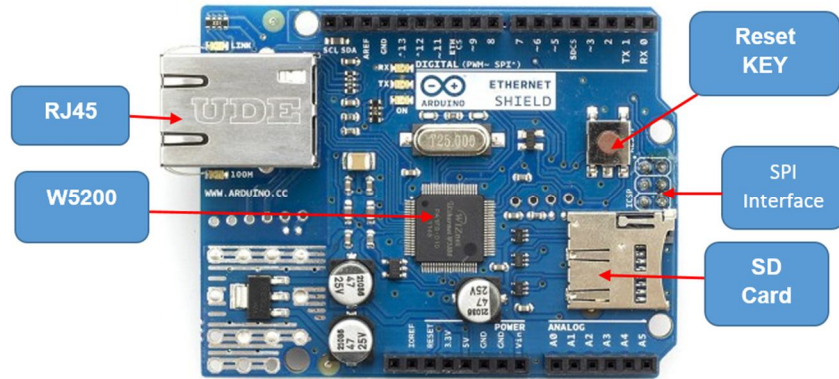


Рис. 4. Блок-схема контроллера управления двухконтурной гелиоустановкой с термосифонной циркуляцией

Секция 2. Информационно-телекоммуникационные технологии. Системы и сети передачи данных. Интернет-технологии. Облачные технологии. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления. Суперкомпьютерные и кластерные системы. Обработка больших объёмов данных (Big-data). Геоинформационные системы и технологии. Инновационные образовательные технологии



RJ45- порт Ethernet; Reset KEY- сброс Ethernet щита и Arduino при нажатии; SD-карта- поддержка Micro SD-карты в FAT16 или FAT32; максимальный объем памяти составляет 2 Гб; IC W5200- аппаратный контроллер TCP / IP Ethernet.

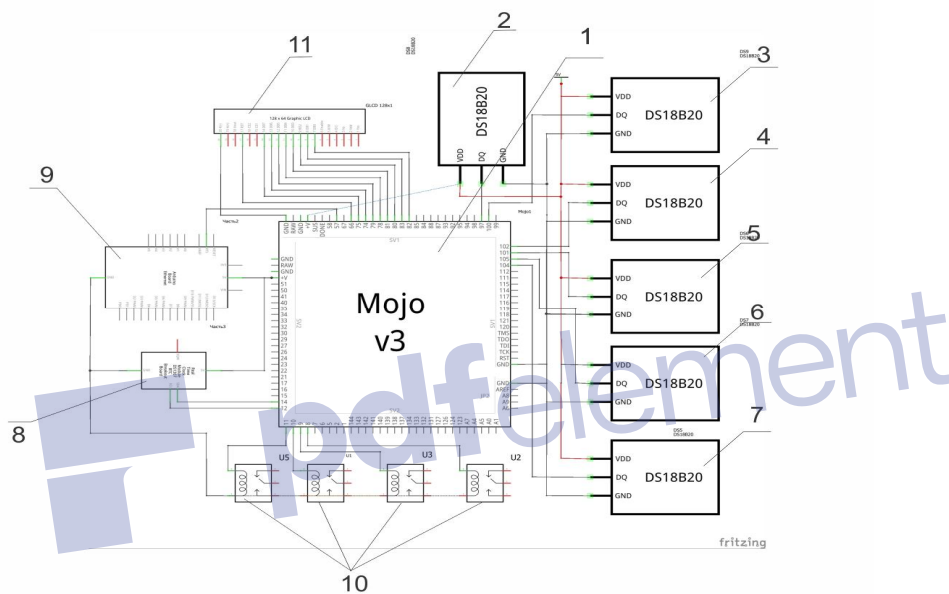
Рисунок 5. Центральный блок контроллера управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией

В представленном контроллере предусмотрен ряд функций мониторинга для солнечной установки. Использование слота для карты памяти micro-SD, встроенного в систему Arduino, позволяет реализовать регистратор данных, записывающий выбранные данные о работе установки. Диаграмма (Рис. 3) приведен образец записанных данных выбранных параметров работы солнечной установки. Большое количество измерительных каналов позволяет добавить дополнительные датчики температуры на входе и выходе солнечного коллектора, а также расходомер. Использование этих датчиков позволяет реализовать теплосчетчик, который можно использовать при анализе эффективности солнечной энергии. Общий доступ к Интернету дает возможность для мониторинга многих современных систем через Интернет [9]. Прототип контроллера представляет собой простое программное обеспечение веб-сервера, которое позволяет контролировать работу установки на компьютере (или мобильных устройствах, таких как смартфоны) в домашней сети. В целях безопасности эти данные не должны публиковаться в Интернете. Уведомление о событиях через SMS в прототипе системы не было реализовано, хотя это полезная функция. Однако возможно дальнейшее расширение системы с использованием дополнительного модуля связи GSM. Для обслуживания относительно небольших солнечных установок это представляется невыгодным, поскольку требует дополнительных сборов за передачу данных. Уведомление по электронной почте с использованием встроенного модуля Ethernet представляется лучшим решением для такой системы.

Эксперимент

В настоящем исследовании шесть цифровых температурных датчиков (Dallas DS18B20) 2,3,4,5,6,7 регистрирует температуру плоского солнечного коллектора с

термосифоном. Датчики контролируются программируемой логической интегральной схемой 1 Mojo v3. Записи показания температур, хранящихся на ETHERNET modul 9, в каждые интервалы времени 5с отправляет температурные данные и состояния клапанов 10. Часы реального времени (RTC) 8, записывают дату и время измерений температурных данных, отправляя их на программируемую логическую интегральную схему Mojo v3. Шесть датчиков подключены к плате Mojo v3. с шестью электрическими проводами, запрограммированный на языке VHDL, что после обработки данных температуры, дата и время, полученные от RTC 8, соответственно, сохраняют их в XML (расширяемый язык разметки) в ETHERNET module.



Фиг. 1

Рис. 6. Принципиальная схема соединения Mojo V3 с датчиками системы управления контроллером

Язык XML облегчает обработку этих данных путем автоматической или ручной интерпретации программ электронных таблиц данных. Температурные данные, дата, время и состояния клапанов системы работы установки отображаются на дисплее 11.

Секция 2. Информационно-телекоммуникационные технологии. Системы и сети передачи данных. Интернет-технологии. Облачные технологии. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления. Суперкомпьютерные и кластерные системы. Обработка больших объёмов данных (Big-data). Геоинформационные системы и технологии. Инновационные образовательные технологии

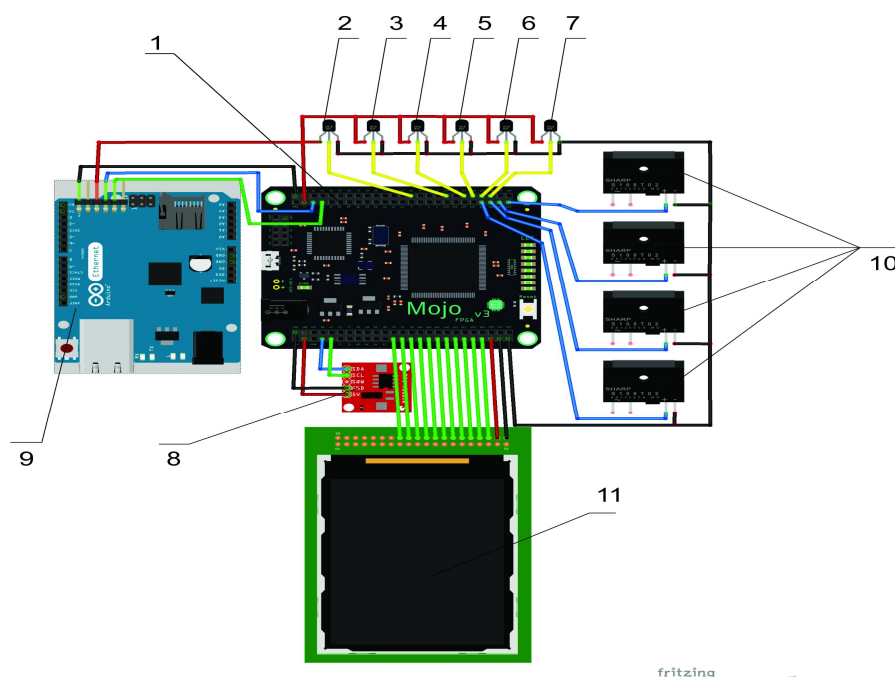


Рис.7. Принципиальная схема контроллера на платформе Mojo v3

Для создания и исследования платформы мониторинга тепловой системы управления солнечной установкой основанной на использовании платформы Mojo v3, описан принцип работы каждого элемента, из которого будет выполнен контроллер сетевого управления и мониторинга.

Mojo v3 является программно-логической интегральной схемой Spartan 6 XC6SLX9 FPGA, 84 с цифровыми ввод-выводами, 8 аналоговыми входами. 8 светодиодов общего назначения, 1 кнопка сброса, 1 светодиод, чтобы показать, когда FPGA правильно настроен.

Встроенное регулирование напряжения может выдержать 4,8 В - 12 В. А также состоит из микроконтроллера (ATmega32U4), используемый для настройки FPGA, USB-связи и считывания аналоговых выводов. Встроен совместимый загрузчик Arduino, позволяющий легко программировать и микроконтроллер. На борту флэш-памяти для хранения файла конфигурации FPGA версия Mojo v3 отличается более надежным портом USB, чем v2, незначительными косметическими изменениями и обновленным микроконтроллером с дополнительной памятью для добавления собственного кода.

Приведен программный код на языке VHDL, для управления двухконтурной гелиоустановкой с термосифонной циркуляцией, который содинен через Ethernet модуль с Веб Сервером.

IV Международная научно-практическая конференция
 "Информатика и прикладная математика",
 посвященная 70-летию юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика
 и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. 25-29 сентября 2019, Алматы, Казахстан

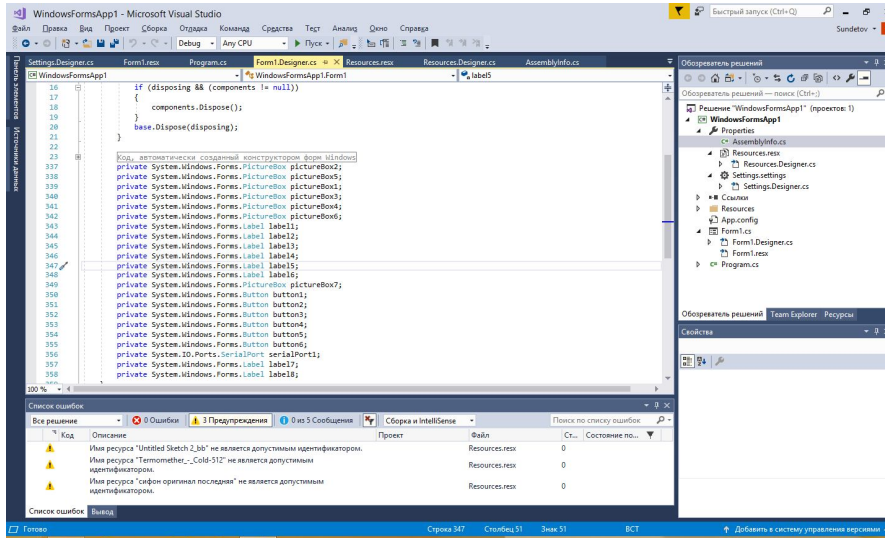


Рис. 8. Среда разработки Visual Studio для объявления элементов на программном ресурсе

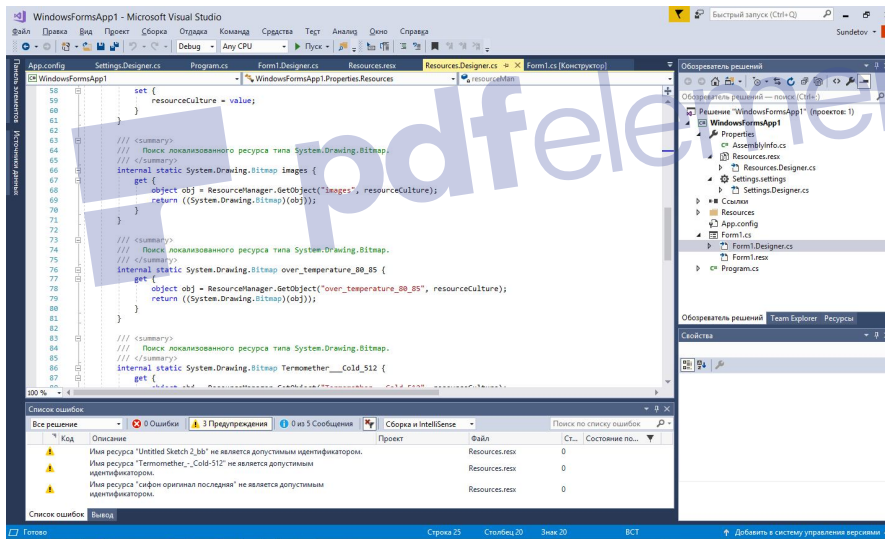


Рис. 9. Среда разработки Visual Studio для связки элементов программного ресурса

В программном обеспечении NET Ethernet_MAC_COL LOC являются локальными MAC адресами для соединения с Веб Сервером. NET LED[0] LOC-порты для управления клапанами и температурными датчиками. NET uart1_sin LOC-порты для обмена данными. NET "CLK_100MHZ" TNM_NET = sys_clk_pin-скорость соединения Ethernet модуля с Веб Сервером. TIMESPEC TS_sys_clk_pin = PERIOD sys_clk_pin 100000 kHz- период NET "RESET" LOC = "B6" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 8 | SLEW = FAST | PULLDOWN = TRUE- порты для перезагрузки связи с Веб Сервером.

Работа программного обеспечения основывается для считывания температурных данных через Ethernet и визуально показывает на ЖК- дисплее и Веб

Сервере. А также можно управлять через Веб Сервер электромагнитными клапанами. В программном обеспечении имеется дополнительная интеллектуальная программа, которая зависит от температурных данных термосифонного гелиоустановки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе разработан и исследован новый контроллер управления двухконтурного гелиоколлектора с термосифонной циркуляцией. Для создания и исследования платформы мониторинга тепловой системы управления солнечной установки на базе двухконтурного плоского солнечного коллектора основанной на использовании платформы Mojo v3, описан принцип работы каждого элемента, из которого выполнен контроллер сетевого управления и мониторинга. Разработан алгоритм программы, которая активирует библиотеки и константы, в дальнейшем подключается модуль часы в реальном времени, активация температурных датчиков и активация связи с сервером.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kalogirou S., Solar thermal collectors and applications, Progress in Energy and Combustion Science, 30, 2004, 231–295.
2. Wang Z., Yang W., Qiu F., Zhang X., Zhao X., Solar water heating: From theory, application, marketing and research, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 2015, 68–84.
3. http://www.compit.pl/katalog/kategoria_12_regulatory-ukladow-solarnych.html [online: 02.06.2015]. 86
4. <http://www.geco.pl/prod.php?id=169&lang=pl> [online: 02.06.2015].
5. http://www.steca.com/index.php?Solar_Electronics_by_Steca [online: 02.06.2015].
6. <http://www.caleffi.com/usa/en-us/catalogue/solar-1> [online: 02.06.2015].
7. Nagaraju J., Garud S.S., Ashok Kumar K., Ramakrishna Rao M., 1MWth industrial solar hot water system and its performance, Solar Energy, 66, 1999, 491–497.
8. <http://www.arduino.cc> [online: 02.06.2015].
9. Stettler S. et al., Web-based functionality check for solar heating systems, Energy Procedia, 48, 2014, 674–680.
10. Porzuczek J., Zabezpieczenie ciągłości zasilania w małych systemach HVAC, Przegląd Naukowo-Metodyczny, nr 24, Poznań 2014, 665–670.
11. Grassie T., MacGregor K., Muneer T., Kubie J., Design of a PV driven low flow solar domestic hot water system and modeling of the system collector outlet temperature, Energy Conversion and Management, 43, 2002, 1063–1078.
12. PN-EN 12977-5:2012, Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy – Systemy wykonywane na zamówienie, Część 5: Metody badania wydajności wyposażenia regulacyjnego.
13. Peter M., Drück P., Testing of controllers for thermal solar systems, Solar Energy, 82, 2008, 676–685.

Кунелбаев М.М., Козбакова А.Х., Даулбаев С.М., Мерембаев Т., Айткулов Ж., Черикбаева Л.Ш.	РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО КОТРОЛЛЕРА ДЛЯ ДВУХКОНТУРНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ТЕРМОСИФОННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ	483
Кунелбаев М.М., Мұратханова Т., Исламгожаев Т.	ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСА НА ВЕРХНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРА	495
Лебедев Д.В., Ахмед-Заки Д.Ж., Жуман К.Б., Нурахов Е.С., Толенбеков Е.К., Городничев М.А., Перепелкин В.А.	РАЗРАБОТКА ОБЛАЧНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ АКТИВНЫХ ЗНАНИЙ	500
Лебедев В.Ю., Ахметова М.А.	ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ С ТЕХНОЛОГИЯМИ BIG DATA	510
Мендакулов Ж.К.	СОЗДАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ BLUETOOTH	515
Мирзакулова Ш.А., Бекмагамбетова Ж.М., Юсупова Г.М., Искакова А.Ж., Отепханова Б.С.	НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ РЕГРЕССИЯ ВРЕМЕННОГО РЯДА	521
Младенович Н., Красовицкий А., Мусабаев Р.	МЕТОД ДЕКОМПОЗИЦИИ В ЗАДАЧЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ	525
Мустафин М.Б., Турар О.Н., Ахмед-Заки Д.Ж.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ VULKAN ДЛЯ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЙ БОЛЬШИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ, ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ СО ВРЕМЕНЕМ	534
Мухаев Д.	ЕДИНЫЙ ИНТРАНЕТ ПОРТАЛ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРЕТЕНДЕНТОВ НА ГОСУДАРСТВЕННУЮ СЛУЖБУ РК	543
Мухамеджанова А.Д., Туманбаева К.Х.	ТЕХНОЛОГИЯ LORA В СЕТИ IOT/ M2M	546
Сарсимбаева С.М., Бисенкул А.С.	РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ OLAP	553