

интервал времени достижения предельных температур – 20 вместо 30–50 мин., уменьшенный расход азота – 2 литра в час вместо 6.

Хендлер (англ. Handler) – манипулятор, специализированное устройство для сортировки микросхем по группам. Для измерения микросхем при крайних температурах при наличии существенных объемов выпуска используются хендлеры компаний: Multitest, Exatron, Rasco, Microtec, Seiko-Epson, Chroma, JHT, Advantest и др.

Хендлеры обеспечивают автоматизированное перемещение микросхем в температурной камере с лотка в контактирующий узел, подключенный к АИС, и перемещение в другие лотки после тестирования. Лотки отдельные для годных по электрическим параметрам микросхем и для бракованных. Хендлеры обеспечивают одновременное тестирование как одной микросхемы так и параллельное тестирование 2, 4 или даже 8 микросхем («Multiple Site»-режим) и обеспечивают производительность тестирования от 500 до 6600 приборов в час. Оборудование такого типа стоит сотни тысяч дол-

ларов, поэтому основной недостаток установок Хендлер является высокая стоимость.

Более подробно характеристики установок рассмотрены в литературе [2].

Таким образом, сегодня на рынке существует достаточно большой ряд автоматизированных и неавтоматизированных устройств, задающих температуру при тестировании ЭКБ. Выбор конкретного устройства осуществляется исходя из требуемого температурного диапазона, объема выпуска ЭКБ и финансовой возможности осуществить закупку.

Литература

1. Ефименко, С. А. Модернизация метода тестирования мощной интегральной микросхемы или полупроводникового прибора в диапазоне температур / С. А. Ефименко, Н. В. Кособуцкая // 14-я международная научно-техническая конференция «Приборостроение – 2021». – Минск: БНТУ. – 2021.
2. Белоус, А. Особенности организации тестирования ЭКБ в диапазоне температур / А. Белоус, С. Ефименко, В. Смолич // «Электроника: Наука, Технология, Бизнес». – 2022. – № 6.

УДК 621.3.049.77: 681.586

МОДУЛЬ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ Здоровцев С.В., Кушнеров Д.П., Шевченко А.В.

ОАО «МНИПИ»
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены результаты разработки модуля параметрического контроля для измерения параметров окружающей среды: температуры, влажности, атмосферного давления, освещенности, скорости потока воздуха.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, контроль температуры, влажности, атмосферного давления, освещенности, скорости потока воздуха.

PARAMETRIC CONTROL MODULE FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS Zdorovtsev S., Kushnerov D., Shevchenko A.

OJStock "MNIPI"
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of the development of a parametric control module for measuring environmental parameters such as: temperature, humidity, atmospheric pressure, illuminance, air flow rate are presented.

Keywords: wireless sensor networks, temperature control, humidity, atmospheric pressure, illuminance, air flow rate.

Адрес для переписки: Здоровцев С.В., ул. Я. Коласа, 73, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: ieic@mail.ru

В настоящее время широкое распространение получили беспроводные сенсорные сети. Последние разработки в области MEMS-сенсоров и беспроводной связи позволили создать высокоэффективные, маломощные, миниатюрные, интеллектуальные датчики, которые могут быть развернуты в широком пространстве и могут быть связаны через беспроводные каналы связи и Интернет для различных гражданских и военных приложений [1–2].

В работе представлены результаты разработки модуля параметрического контроля для беспроводных сенсорных сетей, предназначенного для измерения параметров окружающей среды: температуры, влажности, атмосферного давления, освещенности, скорости потока воздуха.

Структурная схема модуля представлена на рис. 1. В состав модуля входят датчики температуры, влажности, атмосферного давления, освещенности, скорости потока воздуха. Для отоб-

ражения измерительной информации непосредственно в самом приборе использован модуль TFT дисплея 1.8 Inch ST7735 TFT LCD 4 IO 128*160 [3]. Модуль удобен для применения в качестве индикатора различных радиоэлектронных приборах, требующих одновременного представления текстовых данных и графики. Информация передается на дисплей по шине SPI. Модуль TFT дисплея предназначен для работы совместно с различными микроконтроллерами. В данном случае индикатор модуля содержит контроллер ST7735S и светодиодную подсветку.

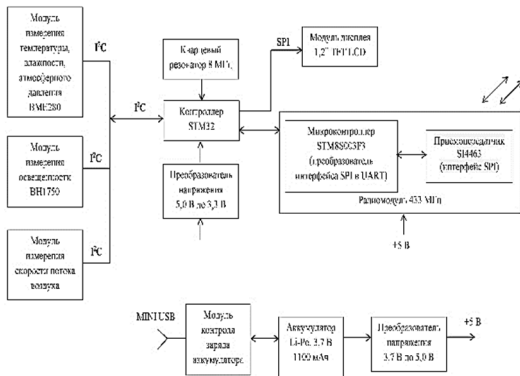


Рисунок 1 – Структурная схема модуля параметрического контроля

Дистанционная передачи измерительной информации осуществляется с помощью модуля приемо-передатчика на базе микросхемы SI4463 (микросхема в корпусе QFN-20), к этой же микросхеме подключен необходимый для работы кварцевый резонатор на 30 МГц. Модуль приемо-передатчика включает микроконтроллер STM8S003F3, который выступает в роли преобразователя интерфейсов. Кроме этого микроконтроллер STM упрощает взаимодействие с SI4463. Микроконтроллер STM реализует все необходимые команды для этого и упрощает настройку и управление модулем приемо-передатчика посредством собственных AT команд.

На рис. 2 показан внешний вид модуля параметрического контроля. Изделие выполнено на одной печатной плате и помещено в пластиковый корпус.

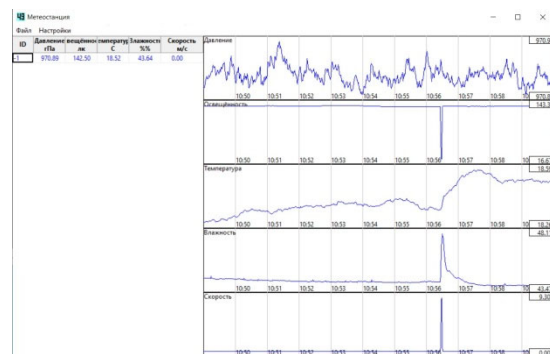


Рисунок 2 – Внешний вид модуля параметрического контроля

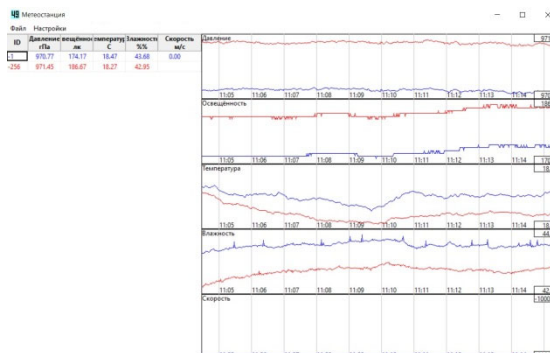
В табл. 1 приведены основные технические параметры модуля .

Таблица 1. Основные параметры модуля параметрического контроля.

Параметр	Значение
Диапазон измеряемых температур, град, С	от -30 до +40
Точность измерения температуры, град, С	±1,0
Диапазон измерения влажности, %	от 10 до 100
Точность измерения влажности, %	±3,0
Диапазон измерения атмосферного давления, ГПа	от 300 до 1100
Точность измерения атмосферного давления, ГПа	±1,0
Диапазон измерения освещенности (видимый спектр), лк	от 10 до 60000
Точность измерения освещенности (видимый спектр), лк	±1,0
Диапазон измерения скорости потока воздуха, м/с	от 0,1 до 25
Точность измерения скорости потока воздуха, м/с	от 0 до 2 м/с 0,1 + 5 % более 2 м/с 0,3 + 10 %
Дальность приема-передачи данных, м	100
Весогабариты, мм, кг	170×75×25, 0,35



а



б

Рисунок 3 – Информационные окна ПК при сборе данных с одного (а) и двух (б) модулей

Текущая измерительная информация, регистрируемая модулем, отображается на встроенном ЖК-дисплее. Кроме того, за счет использования беспроводного интерфейса, полученные данные могут быть переданы на центральный ПК для сбора, обработки и сравнительного анализа измерительной информации.

На рис. 3, а и б представлены информационные окна ПК при сборе данных с одного и двух модулей, соответственно.

В информационном окне ПК отображаются в цифровом виде текущие значения измеряемых параметров и в графической форме временные изменения этих параметров за контрольный период времени. Полученные данные могут сохраняться в архиве для проведения последующего анализа событий.

Разработанный модуль предназначен для использования в составе беспроводных сенсорных

сетей и систем мониторинга и контроля окружающей среды на промышленных предприятиях, объектах повышенной опасности, складах, хранилищах, жилых зданиях, сооружениях, объектах коммунальных служб и др.

Литература

1. Беспроводная сенсорная сеть (WSN): структура, классификация, топологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitrode.ru/articles>.

2. Принципы построения и архитектура перспективных информационно-измерительных систем мониторинга, диагностики и управления на базе интеллектуальных датчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microsystems.ru/files/publ>.

3. 1.8 inch SPI TFT LCD Display Module for ST7735 128x160 51/AVR/STM32/ARM 8/16 bit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amazon.com/Display-Module>.

УДК 621.317

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕРВЕРА В ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

Зуб Е.А., Романов А.Ф., Ходасевич А.И.

*НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко» БГУ
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Описано устройство и функциональные возможности серверной части в технологии «Умный дом» на основе сети LoRaWan. Представлен вариант использования технологии при реализации построения системы «Умный дом» на основе ультразвуковых смарт-приборов учета с беспроводной передачей данных на удаленный сервер.

Ключевые слова: сетевой сервер, сервер приложений, LoRaWan.

SERVER ORGANIZATION IN "SMART HOUSE" TECHNOLOGY

Zub E., Romanov A., Khodasevich A.

*A.N. Sevchenko Scientific-Research Institute of Applied Physics Problems of BSU
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The principle of construction and functionality of the server part in the "Smart Home" technology based on the LoRaWan network. A variant of using such a technology implementing the construction of the "Smart Home" system based on ultrasonic smart meters with wireless data transmission to a remote server is described.

Key words: network server, application server, LoRaWan.

*Адрес для переписки: Зуб Е.А., ул. Курчатова, 7, Минск 220045, Республика Беларусь
e-mail: evgeniys1@tut.by*

Целью реализации сети LoRaWAN для системы «Умный дом» является обеспечение обмена сообщениями от приборов учета потребления энергоносителей и устройств контроля/управления объектов с сервером приложений. Сетевой сервер напрямую связан с архитектурой сети, в случае с технологией LoRa используется сетевая топология «звезда». Это позволяет уменьшить энергопотребление устройств и упростить архитектуру сети.

Для организации сети LoRaWAN используется сетевой сервер, который подключается к серверу приложений по стандартному IP соединению.

Сервер приложений представляет собой программную платформу, предназначенную для эффективного выполнения процедур (программ/скриптов), на которых построены приложения.

Связь между конечными устройствами и сетевыми хабами осуществляется на различных частотных каналах и скоростях. Выбор скорости передачи данных – это компромисс между дальностью связи и длительностью сообщения. Благодаря использованию технологии с расширением спектра, передаваемые данные от различных конечных узлов с различными скоростями не мешают друг другу и создают набор «виртуальных» каналов и увеличивают пропускную способность сетевого хаба.

Поскольку переданная информация хранится на выделенных площадках (серверах), а доступ для пользователей может осуществляться через личный кабинет с различных устройств, подключенных к сети Интернет (ПК, планшет,