

УДК 631.344

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА

В.В. Вусик, Д.А. Черницын, В.М. Лутковский

В работе рассмотрена автономная система, позволяющая накапливать данные об условиях развития растений без вмешательства со стороны пользователя. Система построена на базе микроконтроллера MSP430G2452 (Texas Instruments) и обеспечивает определение важнейших параметров: температуры, влажности, освещения, а также формирует сигналы для включения искусственного освещения и полива. Низкое энергопотребление системы позволяет питать ее от солнечных батарей.

Ключевые слова: система сбора данных, микроклимат, температура, влажность, освещённость

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость слежения за микроклиматическими параметрами возникает при культивировании растений в искусственных условиях. Такие задачи возникают при создании зон озеленения в городских домах, в тепличном хозяйстве, оранжереях и фитотронах, обеспечивающих свежими овощами экипажи ледоколов, подводных лодок или орбитальных станций.

Известно, что для обеспечения нормального развития растений необходимо учитывать многие факторы, важнейшими из которых являются освещенность, температура и влажность почвы [1, 2]. Поэтому цель данной работы заключается в проектировании автономной системы сбора данных, позволяющей отслеживать динамику изменений этих параметров (освещенности, влажности и температуры почвы, а также температуры воздуха). Специфика проектируемой системы состоит в увеличении срока ее автономной работы без подзарядки или замены источников питания, что привело к повышению требований к энергопотреблению. Этой же причиной объясняется и необходимость отказа от многих известных стандартных технических решений, применяемых в «умных домах» [3].

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

При разработке общей структуры системы использована оценочная плата MSP-EXP430G2, поставляемая корпорацией Texas Instruments [4]. Выбор именно этой платформы объясняется привлекательным сочетанием высокой производительности, умеренной стоимости и очень низким энергопотреблением. На кристалле микроконтроллера MSP430G2452, использованного для реализации системы, содержится ядро 16-разрядной вычислительной RISC-архитектуры и широкий спектр периферийных устройств обработки аналоговых и цифровых сигналов (многоканальный аналого-цифровой преобразователь, компараторы, таймеры, интерфейсные модули, двунаправленные линии передачи данных).

Практически реализован и испытан вариант системы на этом микроконтроллере, представленный на рисунке 1. Система в данном варианте включает следующие элементы: микроконтроллер MSP430G2452 с внутренним датчиком температуры; датчик влажности (линия P1.3); внешние датчики температуры LM92 и TMP100 (интерфейс I2C – линии P1.6 и P1.7); фотодиодный датчик освещенности (линия P2.2); модуль передачи данных Bluetooth (интерфейс UART – линии P1.1 и P1.2).

Сигналы датчиков температуры, влажности и освещения оцифровываются многоканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Полученные данные используются для формирования сигналов включения водяного насоса и светодиодов (искусственное освещение). Информация о текущих климатических параметрах отображается на цифровом индикаторе LCM 16 x 2, подключенном через специальный интерфейсный модуль ИС (интерфейс I2C – линии P1.6 и P1.7).

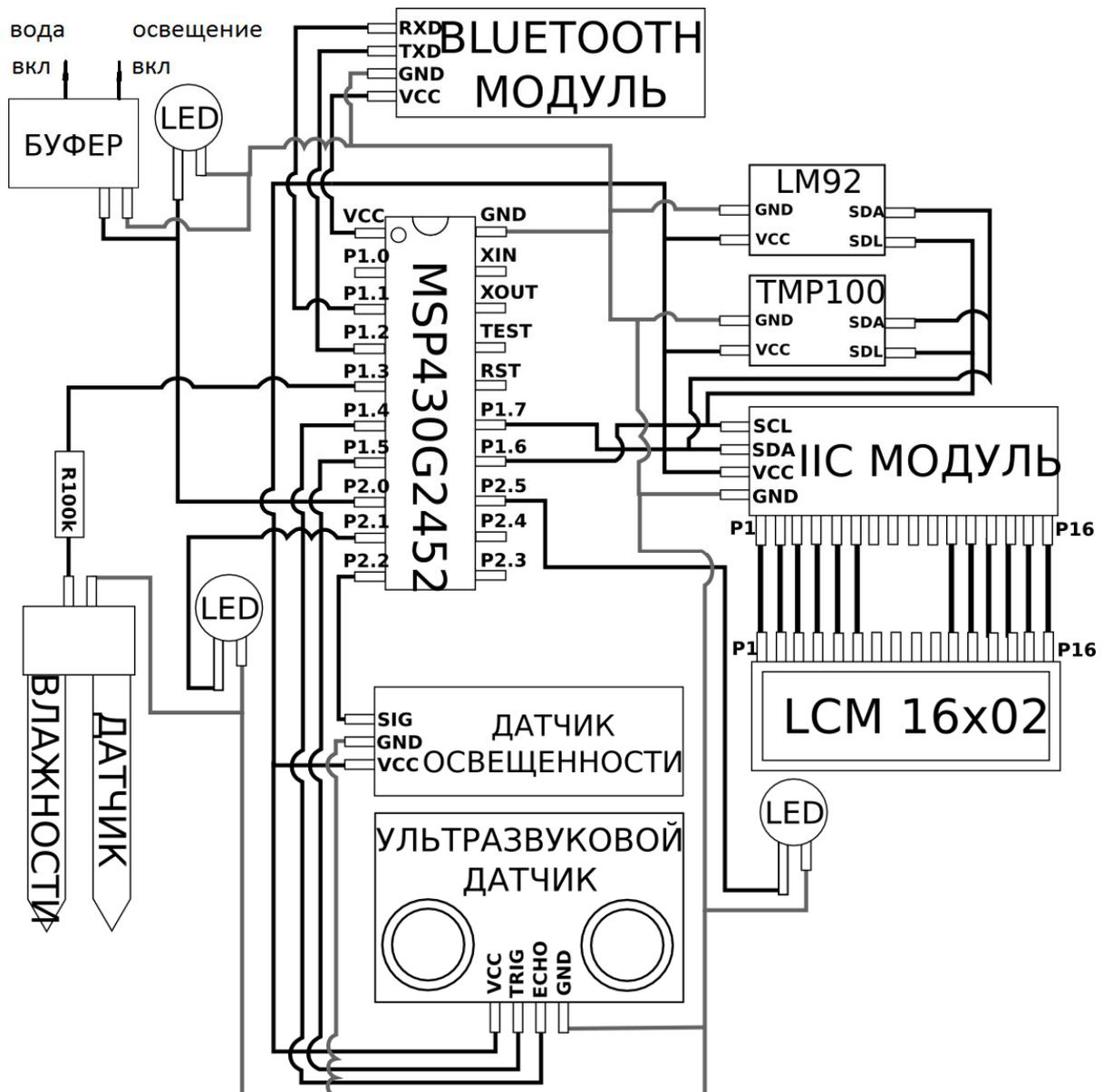


Рис. 1. Структура системы сбора данных

Рассмотренный вариант системы обеспечивает выполнение следующих функций: а) определение температуры почвы (погрешность ± 2 °C) и воздуха (погрешность ± 0.5 °C), б) определение влажности почвы (погрешность $\pm 9\%$), в) определение относительной интенсивности естественного освещения и включение дополнительного освещения на заданный интервал времени, г) индикация основных климатических параметров (температура и влажность), д) синхронизация с устройством пользователя (планшет или смартфон) по протоколу Bluetooth, е) сбор статистики и передача данных в устройство пользователя, ж) калибровка датчиков, з) формирование предупреждающих сообщений и сигналов для включения искусственного освещения и полива растения.

Система обладает низким энергопотреблением, что дает возможность использовать солнечные или аккумуляторные батареи для поддержания бесперебойного питания системы, необходимого для обеспечения автономной работы.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Алгоритм работы системы представлен на рисунке 2 и включает следующие шаги:

1. Инициализация системы. При первом включении системы выполняется калибровка. Она может осуществляться путем синхронизации, ввода параметров с внешнего устройства пользователя

(Android устройства) и уточнения переменных и констант.

2. Организация главного цикла измерений и ввод сигналов датчиков через АЦП. Информация по преобразованию данных взята из официальных материалов корпорации Texas Instruments [4, 5]. Если один из параметров (влажность, освещенность) выходит за установленные границы (т.е. параметр влажности почвы ниже, чем граничный минимальный параметр, или параметр освещенности меньше нормы), то принимается решение по приведению этого параметров до установленной нормы.

3. Вывод результатов измерений на дисплей. На индикацию поочередно выводятся влажность и температуры почвы, затем температура воздуха.

4. Анализ показаний влажности и освещенности. При недостаточном уровне освещенности генерируется сигнал на включение светодиодов. При недостаточной влажности формируется сигнал включения водяного насоса для подачи воды. Одновременно включается ультразвуковой сенсор для проверки уровня воды. При недостаточном уровне воды на дисплее индицируется предупреждающее сообщение.

5. Повторение цикла измерений. При этом интервал задержки регулируется в зависимости от скорости изменения основных параметров.

6.

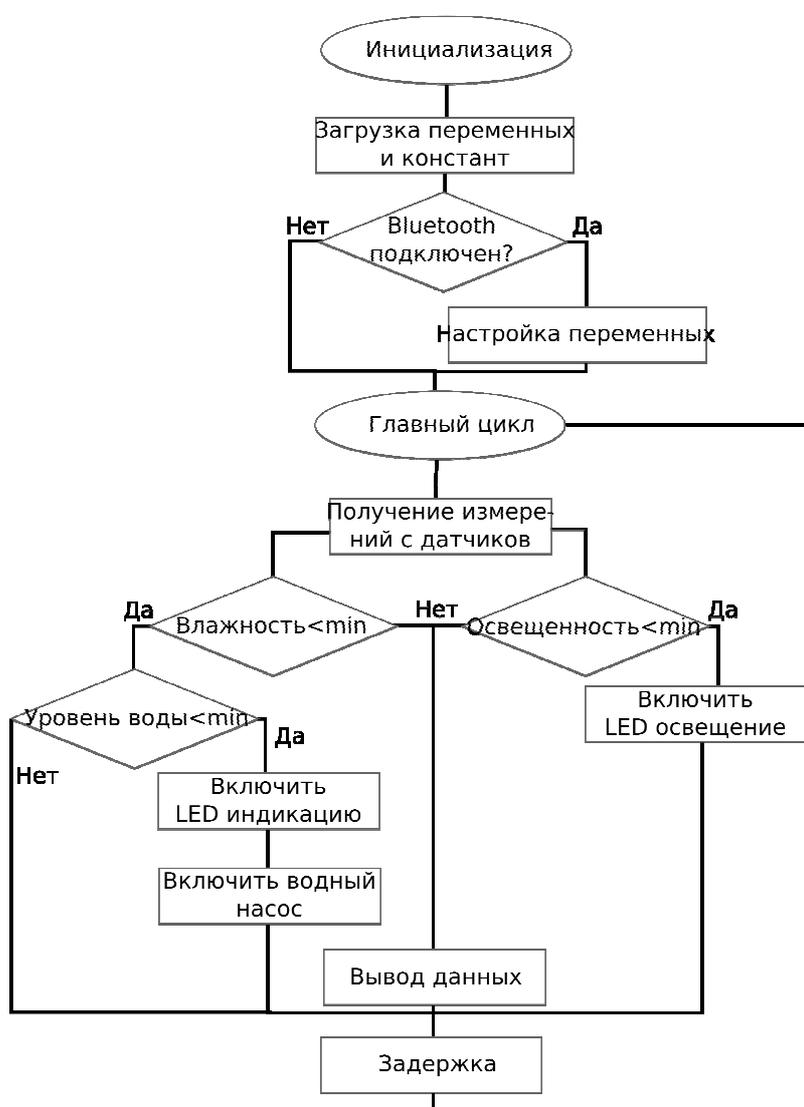


Рис. 2. Алгоритм работы системы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена система, обладающая основным набором функций для мониторинга климатических параметров, важных для нормального развития растений. Особенности данной систе-

мы заключаются в ее автономности и низком энергопотреблении, что позволяет осуществить ее питание от солнечных батарей, а в темное время суток - от энергии, накопленной в аккумуляторных батареях. С учетом небольшого объема оперативной памяти микроконтроллера MSP430G2452, требуется периодическая синхронизация с внешним устройством с одновременным обновлением рабочих параметров. Реализованные технические решения позволяют интегрировать разработанную систему в «умные дома» и бортовые фитотронные комплексы. При этом после инициализации констант и синхронизации с основной системой, канал передачи данных может включаться только по мере необходимости, что приведет к дополнительному снижению энергопотребления.

В перспективе планируется перевод системы на платформу MSP-EXP430FR4133 [5] с более высокой производительностью процессора, увеличенным количеством линий для подключения датчиков, а также надежной и экономичной памятью типа FRAM, позволяющей хранить больший объем данных и повысить производительность системы. Кроме того проводится работа по стабилизации температуры почвы, оснащению системы модулем беспроводной передачи данных стандарта Wi-Fi и оптимизации алгоритма считывания, обработки и вывода данных, что позволит повысить эффективность всей системы.

AUTONOMOUS DATA ACQUISITION SYSTEM FOR THE LOCAL CLIMATE CONTROL

Vusik Viktoryia, Denis Chernitsyn, Vladimir Lutkovski.

Autonomous Data Acquisition System is considered. The system is based on microcontroller MSP430G2452 (Texas Instruments Corporation). It allows monitoring of basic parameters: soil and air temperature, humidity and sun illumination as well as signal generating for a LED lightening and watering switching. Power may be provided by sun radiation.

Keywords: data acquisition system, microclimate, temperature, humidity, illumination

ЛИТЕРАТУРА

1. Кемп П., Армс К., Введение в биологию: пер. с англ. – М.: Мир. 1988. 671 с.
2. Blankenship R. Molecular Mechanisms of Photosynthesis. – Oxford. 2005.
3. Богданов С.В. Умный дом. – СПб.: Наука и техника, 2005. 208 с.
4. Семейство микроконтроллеров MSP430x2xx. Архитектура, программирование, разработка приложений / пер. с англ. Евстифеева А. В. – М. : Додэка. 2010. 544 с.
5. Официальный сайт корпорации Texas Instruments //TI.COM. URL: <http://www.ti.com/> (дата обращения: 17.03.2015).