

УДК 004.75

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. В. Яковлев¹, А. Ю. Лукьянов², А. А. Когут², Д. А. Сысоев²

¹ Карельский научный центр РАН

² Петрозаводский государственный университет

Представлены методы построения и реализации автоматизированной системы сбора и анализа информации о различных физических параметрах окружающей среды в условиях длительных непрерывных измерений. Система разработана на базе микропроцессорных устройств с использованием беспроводных технологий и апробирована при проведении полевых экспериментов на болоте в районе стационара «Киндасово» и в теплицах на Агробиологической станции Института биологии КарНЦ РАН.

К л ю ч е в ы е с л о в а : автоматизированная система, параметры окружающей среды, полевые эксперименты, беспроводные технологии, сбор и передача информации.

V. V. Yakovlev, A. Yu. Luk'yanov, A. A. Kogut, D. A. Sysoev. AUTOMATED SYSTEM WITH WIRELESS TECHNOLOGIES FOR RECORDING DAILY TEMPERATURE AND HUMIDITY VARIATIONS

Methods for engineering and implementing the automated system for gathering and analysis of the information about the parameters of the physical environment in long-term non-stop observations are reported. The system architecture involves microprocessor-based units with wireless technology. Trial runs took place during field experiments in a mire near the Kindasovo research station and in greenhouses of the Agrobiological Station of the Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS.

K e y w o r d s : automated system, environmental parameters, field experiments, wireless technology, information gathering and transmission.

Введение

Температура и влажность являются одними из ведущих факторов жизнедеятельности растительных организмов, определяющих фотосинтетические процессы, а следовательно, их рост, развитие и продуктивность. Ввиду явно выраженной нелинейности температурных характеристик фотосинтеза [Дроздов и др., 1984] детальный анализ температурных условий требует инфор-

мации не только об общем количестве тепла, но и о суточном ходе температуры и тесно коррелирующей с ней влажности воздуха [Мищенко, 1962, 1984]. Для измерения базовых параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, освещенность, концентрация углекислого газа, используются различные устройства и системы с разными схемами питания. Зачастую подобные системы полностью автономны и не позволяют удаленно получать эксперименталь-

ные данные, а также контролировать их работоспособность без непосредственного контакта с экспериментатором. Кроме того, как правило, подобные устройства обладают фиксированным набором функций, что может ограничивать их применение в различных экспериментах.

Данная работа посвящена разработке распределенной автоматизированной системы сбора информации о различных физических параметрах окружающей среды в условиях длительных непрерывных измерений на удаленном объекте. Система создается на базе микропроцессорных устройств с использованием беспроводных технологий.

Результаты и обсуждение

Методы построения. Основным функциональным элементом системы мониторинга физических параметров окружающей среды на экспериментальном участке в полевых условиях или в теплице является микроконтроллерный модуль, обеспечивающий сбор данных с различных измерительных преобразователей. Использование микроконтроллеров позволяет обеспечить основную задачу мониторинга и удовлетворяет требованиям по миниатюризации и энергоэффективности системы.

Отдельные модули системы могут функционировать как автономно, осуществляя накопление измерительной информации на ведущем устройстве за заданный интервал времени, так и, в некоторых случаях, в оперативном режиме. С помощью различных коммуникационных технологий данные поступают на ведущий узел системы, который производит их первичную обработку и далее по запросу или в установленное время передает на сервер доступа, а в экстренных ситуациях возможна передача данных и на мобильные телефоны. В целях повышения надежности системы мониторинга применение методов резервного копирования измерительной информации является неотъемлемой ее частью и внедряется на всех уровнях.

Для сокращения стоимости и трудозатрат, необходимых для развертывания системы, используется беспроводной метод передачи данных.

Общая схема автоматизированной системы представлена на рисунке.

Реализация. Базовым элементом нашей системы являются микроконтроллеры atmega328. Они экономичны, миниатюрны, работают со стандартным напряжением питания 3,3 и 5 В, легко сопрягаются с различными измерительными и передающими мо-

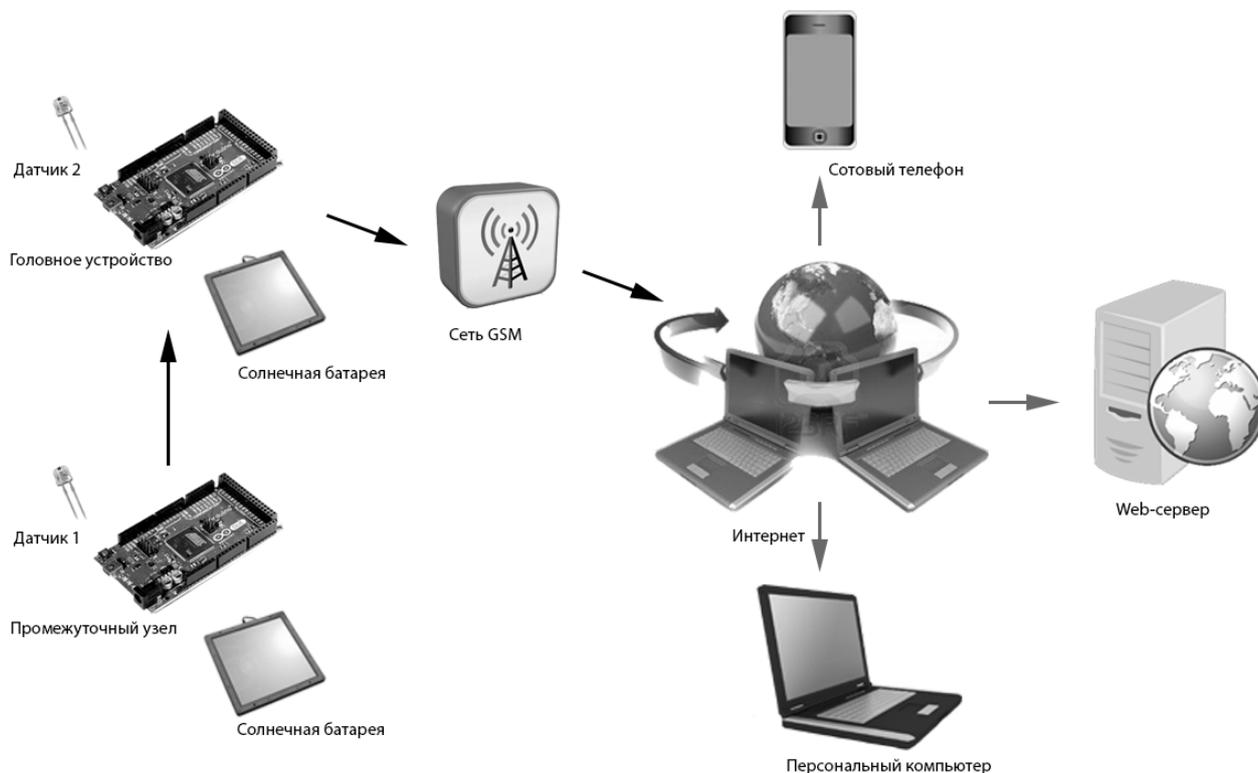


Схема автоматизированной системы сбора данных о физических параметрах окружающей среды на основе беспроводных технологий

дулями и имеют низкую розничную цену. Одним из основных языков программирования для микроконтроллеров является язык C++ [Страуструп, 2013].

Задача передачи данных с различных удаленных объектов может быть реализована с помощью множества телекоммуникационных технологий. Анализ существующих технологий [Kumar et al., 2008] показал, что наиболее разумно использовать для передачи данных готовую инфраструктуру операторов сотовой связи, раскинувшуюся на сотни и даже тысячи квадратных километров по всему миру, и поддерживаемые ими технологии. Для Российской Федерации это стандарты GSM 900/1800 и повсеместно предоставляемая услуга пакетной передачи данных GPRS. Аппаратным средством, позволяющим использовать данные возможности в нашей системе, стал GSM/GPRS модуль SIM 900. Поскольку разрабатываемая автоматизированная система будет эксплуатироваться в местах с отсутствием сетей питания (полевые условия), штатным режимом работы данного элемента является активация только в заданные моменты времени, с целью передачи накопленной информации на сервер, в остальное же время устройство должно быть выключено с целью экономии энергии. Вышеописанная передача данных на сервер происходит через сеть Интернет по протоколу передачи данных (FTP). Доступ потребителя к данным может осуществляться как по FTP, так и с использованием протокола передачи гипертекста (HTTP) в обработанном виде.

При проведении полевых экспериментов, а также опытов в защищенном грунте важно иметь возможность сбора информации о параметрах окружающей среды не только в отдельно взятой точке, но и в нескольких областях. В связи с этим нами было найдено техническое решение для сбора информации из нескольких точек экспериментальной площадки (теплицы). Поскольку использовать прямые каналы связи до сервера доступа в данной ситуации является нерациональным и неэкономичным решением как в плане материальных затрат, так и в плане расхода энергии, нами была выбрана схема подключения типа «звезда», в которой лишь центральное устройство имеет доступ к сети GSM, а многократно расходящиеся лучи могут охватывать достаточно большую территорию [Аллеев, 2011]. Удачными для нашей автоматизированной системы, с точки зрения охвата территории, энергопотребления и простоты инсталляции, оказались техноло-

гия ZigBee [Аникин, 2011] и беспроводные модули XBee Pro, имеющие контактные площадки, элементарно сопрягаемые с микроконтроллерами. Высокая мобильность точек измерения и способность к реконфигурации сети стали решающим фактором. Для увеличения числа точек измерений в пределах нескольких метров от конечных микроконтроллеров использована технология OneWire [Kusznir, 2010] и миниатюрные, простые в использовании и обслуживании датчики DS18B20 и DS1920. Данная технология не предъявляет жестких требований к проводникам, а ведущее устройство легко реализуется на микроконтроллере.

Для фиксирования времени измерения в автоматизированной системе использованы высокоточные часы реального времени (RTC) DS3231 со встроенными I2C-интерфейсом, термокомпенсированным кварцевым генератором (ТЧХО) и кварцевым резонатором.

В связи с тем, что полученные за установленный период времени данные передаются потребителю порциями, возникает необходимость локального хранения информации, что обеспечит ее сохранность на случай отказа или выхода из строя системы питания. Использование для хранения данных встроенной памяти микроконтроллера представляется неразумным, так как встроенная память достаточно мала. В связи с этим мы предлагаем использовать энергонезависимую память на базе SD-карт.

Заключение

Разработанная автоматизированная система апробирована для сбора и беспроводной передачи (посредством мобильных сетей и глобальной сети Интернет) информации о суточном ходе температуры и влажности воздуха при проведении мониторинговых исследований на болоте стационара «Киндасово» (полевые сезоны 2010–2012 гг.) и при проведении экспериментов с растениями томатов в теплице на Агробиологической станции ИБ КарНЦ РАН (вегетационный период 2012 г.). Обеспечено резервное копирование данных на SD-карту микроконтроллерного модуля. Актуальной остается задача энергосбережения, которую предлагается решить путем использования различных энергосберегающих технологий. Предполагается использование батарей емкостью в диапазоне от 2 до 6 Ah, а также источников альтернативного питания – солнечных батарей.

Литература

Аллиев Т. И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. 400 с.

Аникин А. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi) и 434/868 МГц // Беспроводные технологии. 2011. Т. 4, № 25. С. 6–12.

Дроздов С. Н., Курец В. К., Титов А. Ф. Терморезистентность активно вегетирующих растений. Л.: Наука, 1984. 168 с.

Мищенко З. А. Суточный ход температуры воздуха и его агроклиматическое значение. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 198 с.

Мищенко З. А. Биоклимат дня и ночи. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 280 с.

Страуструп Б. Программирование, принципы и практика использования C++. М.; СПб.; Киев: изд-во «Вильямс», 2013. 1248 с.

Kumar B. R., Reddy L. C., Hiremath P. S. Performance comparison of Wireless mobile Ad-Hoc routing protocols // IJCSNS Intern. J. Computer Sci. and Network Security. 2008. Vol. 8, N 6. P. 337–343.

Kusznir J. Designing lightweight software architectures for smart environments // Abstr. 6th Intern. conf. Washington State Univ. Pullman WA USA. 2010. P. 220–224.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Яковлев Владимир Викторович

главный инженер-программист
Карельский научный центр РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: velvol@mail.ru
тел.: (8142) 785329

Лукьянов Александр Юрьевич

аспирант
физико-технический факультет ПетрГУ
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: luausr@gmail.com
тел.: (8142) 719682

Когут Антон Андреевич

аспирант
физико-технический факультет ПетрГУ
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: kogutanton@gmail.com
тел.: (8142) 719682

Сысоев Дмитрий Алексеевич

студент
лесоинженерный факультет ПетрГУ
пр. Ленина, 33, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: mopik@sampo.ru
тел.: (8142) 700674

Yakovlev, Vladimir

Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: velvol@mail.ru
tel.: (8142) 785329

Luk'yanov, Alexandr

Faculty of Physical Engineering
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: luausr@gmail.com
tel.: (8142) 719682

Kogut, Anton

Faculty of Physical Engineering
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: kogutanton@gmail.com
tel.: (8142) 719682

Sysoev, Dmitry

Faculty of Forest Engineering
Petrozavodsk State University
33 Lenin St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: mopik@sampo.ru
tel.: (8142) 700674