

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и
теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>к.т.н., доцент (Россия)</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD, доцент</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/QTJN8109>

**Н. Б. Калиаскаров¹, В. П. Ивель², Ю. В. Герасимова³,
П. А. Петров⁴, В. В. Югай⁵**

^{1,2,3,4}Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Республика Казахстан, г. Петропавловск;

⁵Карагандинский технический университет, Республика Казахстан, г. Караганда

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI ДЛЯ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

В статье предлагается методика сбора данных с датчиков температуры и влажности по технологии Wi-Fi в распределенной системе мониторинга удаленных объектов. Измерение данных параметров необходимо для решения ряда вопросов по сбору и передаче аналоговых сигналов при проведении удаленного мониторинга различных технических объектов. Одним из выходов для решения проблем удаленного мониторинга является разработка распределенной системы, передающие результаты измерения по технологии Wi-Fi.

Запрограммирована модульная плата специальным скетчем, указаны параметры системы связи и рассмотрены параметры энергосбережения Wi-Fi системы. Произведены настройки беспроводной сети в программных средах и приемопередающих устройствах. Предложенные методы по рабочему алгоритму позволяют обеспечить качественную и многосуточную беспроводную передачу измеряемых данных, отличающуюся низким энергопотреблением, защищенностью канала связи и высокой достоверностью передаваемых результатов. В рамках работы учтены все технические параметры подключаемых устройств, написан программный код для прошивки платы, созданы личные каналы на сервере для приема данных измерения и последующей обработки. Полученные результаты датчиков распределенной системы доступны для последующей обработки в программной среде Matlab, результаты которых продемонстрированы в статье.

Ключевые слова: беспроводная передача данных, удаленный мониторинг, температура, влажность, сервер.

Введение

Передача данных на расстояния позволяет проводить удаленный мониторинг, в результате которого можно обрабатывать полученные результаты и сохранять их с целью определения и прогнозирования возможных изменений технических состояний объектов в будущем. Учитывая тот факт, что многие измерительные приборы и системы рассчитаны на «прямое», то есть проводное подключение к приемному устройству, данный метод мониторинга усложняет задачу для удаленных объектов, таких как строительные здания, конструкций или мосты. Но в том случае, если объект находится недалеко, то проводное соединение предполагает нахождение измерительных датчиков и приемных устройств в одном месте, то есть в одной локальной сети, что усложняет процесс построения сети, так как количество кабелей и коммутаторов увеличиваются в несколько раз и занимает определенную площадь в офисе, лабораторий или аппаратной. Выходом из данной ситуации является разработка беспроводной системы, которая будет выполнять все функций описанные выше, но с меньшими затратами на кабели и сопутствующего оборудования.

Цель исследования

Целью исследования является измерение данных температуры и влажности при помощи беспроводной системы мониторинга на удаленных объектах. Данная система включает в себя недорогие модули, датчики и устройства, которые программируются на доступном для пользователя языке программирования, но в то же время не снижают надежность и достоверность передаваемых данных по беспроводной линии связи. Так же данная система обладает низким энергопотреблением, благодаря дополнительным настройкам Wi-Fi модуля.

Материалы и методы исследования

Первыми параметрами, которые были измерены и переданы по беспроводной системе, являются температура и влажность исследуемых объектов. Данная беспроводная система занимает мало площади, защищена от несанкционированного доступа, так как в процессе отладки сети происходит несколько этапов авторизаций, позволяет получить исследуемые данные температуры и влажности удаленно и правильно обрабатывать их на приемной стороне, которая может находится далеко от самих датчиков, все результаты исследования расположены на сервере, доступ к которому имеют только те люди, которые привлечены в процесс данного исследования. В сервере можно создать 4 канала, в каждом канале можно получать и обрабатывать по 8 данным, что позволяет исследовательской группе одновременно получать данные по 32 параметрам. На рисунке 1 показаны созданные, в рамках распределенной беспроводной системы, каналы для измерения следующих параметров: температуры, влажности, параметров гироскопа, акселерометра и магнитометра по трем осям (X,Y,Z) и расстояния до объекта/препятствий. Настоящая статья

посвящена первому каналу, предназначенного для получения данных температуры и влажности. Данные параметры исследуются и заранее учитываются абсолютно везде, например при определений погоды, при проектирований сетей, в животном хозяйстве, в агрохозяйстве, в производстве металла, в инкубаторских помещениях, при проектировании зданий и в множество других сфер.

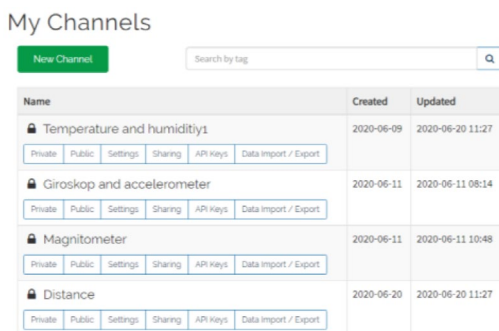


Рисунок 1 – Предварительные каналы распределенной беспроводной системе мониторинга

При проектировании зданий и их ограждающих конструкций принимают расчетные значения температуры и влажности внутреннего воздуха, в зависимости от назначения помещений, располагаемых в зданиях. Фактические значения температуры и влажности внутреннего воздуха в эксплуатируемых зданиях отклоняются от расчетных, не одинаковы в различных зонах помещения и, кроме того, изменяются в пределах годичного, а иногда суточного или даже меньшего периода, в зависимости от наружных условий и особенностей функциональных и технологических процессов, происходящих в помещениях.

В помещениях с естественными изменениями температуры и влажности, преимущественно в годичном цикле, градиенты этих физических параметров в течение суток или других коротких интервалов времени невелики, а условия эксплуатации ограждающих конструкций отличаются неизменными физическими условиями и потому благоприятны в отношении их сохранности. Наоборот, в помещениях с резкими колебаниями температуры и влажности в течение суток или более коротких периодов можно ожидать возникновения физических процессов, вызывающих постепенное разрушение отделочных слоев и даже ограждающих конструкций в целом (конденсация, температурные деформации, набухание, усушка и т. п.) [1].

Если не наблюдать за изменением влажности воздуха, могут произойти следующие неблагоприятные последствия:

1 При высокой влажности воздуха ухудшается качество сопротивления электроизоляционных материалов, в том числе, самого воздуха как электроизолятора. Это приводит к неконтролируемым отказам, которые могут перейти в большие аварии и катастрофы, прежде всего из-за коротких замыканий.

2 При относительной влажности выше 70 % создаются благоприятные условия для быстрого роста плесени, споры которой присутствуют везде. При меньших значениях влажности рост плесени полностью прекращается.

3 Металлы, практически не обладающие гигроскопичностью, на воздухе подвержены коррозии, интенсивность которой зависит также и от влажности воздуха. Низкая влажность гарантирует низкую интенсивность коррозии.

4 Еще одно проявление высокой влажности воздуха наблюдается при охлаждении насыщенного влагой воздуха (100 % RH). Воздух тогда становится пересыщенным влагой, и она начинает выделяться из него в виде тумана или росы. За счет образуемой разности парциальных давлений атмосферной влаги и насыщенного пара происходит конденсация пара на поверхностях, температура которых ниже точки росы воздуха, что приводит к их намоканию или образованию инея. Тогда вышеперечисленные последствия наступают значительно раньше и проявляются более интенсивно [2].

Следовательно, измерение данных параметров (температуры и влажности) позволит предварительно правильно следить за их изменениями с целью своевременного предотвращения от нежелательных результатов. В связи с этим, описанная в статье распределенная беспроводная система позволяет проводить анализ полученных данных по результатам мониторинга.

При разработке данной системы, для измерения температуры и влажности исследуемых объектов, была проведена следующая работа:

Подключение датчика к Wi-Fi модулю: используемый в распределенной беспроводной системе датчик состоит из 3 выводов, которые подключаются к Wi-Fi модулю Node MCU: порт питания на 3,3 В (VCC), порт заземления (GND) и порт для подключения цифрового выхода для передачи данных. Датчик DHT11 выбран исходя из его следующих технических характеристик, описанных в [3].

Данный датчик DHT11 позволит измерить и получить данные в нужном нам диапазоне, если необходимо использовать его внутри помещения или для тестирования Wi-Fi сети, которая будет строиться для созданной распределенной системы. Но необходимо учитывать, что удаленные объекты могут располагаться и на улице, поэтому в этом случае необходимо заменить данный датчик на более новую версию, то есть на модель DHT22, у которого некоторые параметры намного лучше и точнее, например у него точность измерения в диапазоне 2–5 % (в DHT11 точность равна 5 %), влажность измеряется до 100 % (в DHT11 влажность измеряется до 80 %), а температура принимает значения от –40 °С до +80 °С (для сравнения

в DHT11 температура мерится от 0 °C до 50 °C). Поэтому в данной беспроводной системе поочередно используются оба датчика в зависимости от исследуемого объекта. Оба датчика можно подключить к Wi-Fi модулю, который обеспечивает беспроводное соединение и позволит проводить удаленный мониторинг с правильной и точной обработкой получаемых данных. Характеристики данного Wi-Fi модуля NodeMCU V3 описаны в [4].

Все характеристики устройств, входящих в часть распределенной беспроводной системы мониторинга измеряющей температуру и влажность, позволит провести полноценный и качественный сбор данных, а так же благодаря данным устройствам решаются вопросы передачи данных без потерь и перехвата по беспроводной связи по технологии Wi-Fi. Следовательно, при разработке вышеуказанной системы сбора и передачи данных, в начале работы был подключен датчик температуры и влажности к Wi-Fi модулю (рисунок 3), учтено рабочее напряжение, а для загрузки скетча в плату использовался USB кабель, заключительной процедурой является проверка «прямого» соединения с выводом данных на монитор порта в программной среде Arduino Ide.

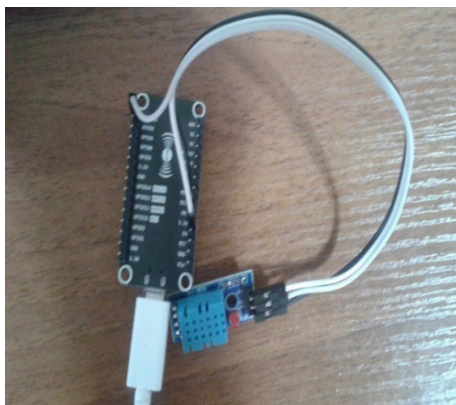


Рисунок 3 – Подключение датчика температуры и влажности к Wi-Fi модулю в разрабатываемой беспроводной системе мониторинга

Настройка канала для приема данных на сервере: за основу сервера, был взят сайт [5], в котором принимаются обрабатываются данные полученные с датчиков, переданных по технологии Wi-Fi с помощью Wi-Fi модуля Node Mcu. На данный сайт регистрация проходит по учетной записи MathWorks, компании программы MatLab. Для создания канала необходимо указать его название и поставить количество окон с графиками (на сайте называется как field), для получения данных с датчиков или других дополнительных данных.

Результаты и обсуждение исследования

В созданном канале появляются окна с графиками по указанному количеству и можно добавить дополнительные виды отображения параметров (на сайте называются как *widgets*), таких виджетов доступно 3 вида. Каждый виджет настраивается отдельно, с указанием необходимых параметров измерения, отображения данных и привязки к графикам, созданных при настройке канала в личном кабинете.

Написание скетча в программной среде Arduino Ide: после соединения датчика с модулем и создания канала в личном кабинете, была проведена проверка исходного рабочего кода данного датчика, в целях проверки его работоспособности, после того как отладка прошла успешно и датчик провел измерения правильно и все показания получены верно, был написан собственный скетч, для выполнения следующих процессов (рисунки 5 и 6): привязка сервера в котором будут приниматься и обрабатываться полученные данные; установка шифра созданного личного канала на сервере, в котором будут отображаться полученные данные; настройка Wi-Fi сети используемого роутера для отправки данных на сервер (с указанием имени сети и пароля, с целью установки дополнительного шага аутентификации); настройка сообщений при наличии/отсутствии связи в Wi-Fi сети; считывание данных с датчика по отдельности; привязка созданных виджетов на сервере с полученными данными, например в нашей работе первый виджет на сервере принимает данные температуры, а второй виджет принимает данные влажности; дополнительное считывание полученных данных на мониторе порта программной среды Arduino Ide (при подключении компьютера/ноутбука) и инициализация отправки измеренных данных на сервер; настройка времени проведения каждого измерения для отправки результатов на сервер [6–8].



```
Serial.println("connecting to ");
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, pass);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

}

void loop()
{
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
```

Рисунок 5 – Часть скетча для настройки сообщений о наличии/отсутствии связи в Wi-Fi сети



Рисунок 6 – Часть скетча для настройки виджетов сервера для получения результатов измерения

Прием данных по технологии Wi-Fi и экспорт их в удобном формате, с целью дальнейшей обработки полученных результатов температуры и влажности: при правильном подключении датчика к Wi-Fi модулю, при правильно написанном скетче программы, при верной настройке канала приема данных на сервере все измеренные данные будут посылаются в соответствующие окна графиков и виджетов, весь процесс измерения датируется актуальной датой, временем и принимает необходимые значения в том промежутке времени, которые мы прописали в скетче. В настоящей работе, описанной в статье, данное время установлено в размере 15 секунд, для правильной опробации и отладки созданной системы. Данное время можно изменять в зависимости от потребностей пользователя, тогда сервер будет обновлять полученные данные в соответствующем промежутке времени. Полученные результаты отображены в виде графиков и индикаторов на рисунках 7 и 8.



Рисунок 7 – Полученные данные температуры на сервере и отображение результатов в виде графика и цифрового индикатора

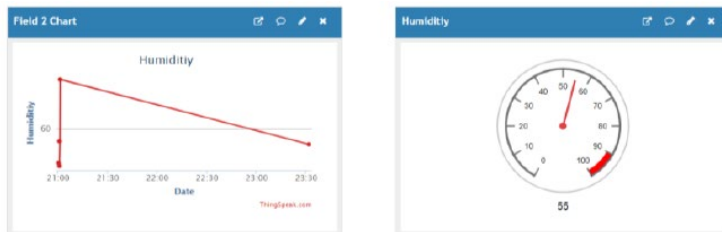


Рисунок 8 – Полученные данные влажности на сервере и отображение результатов в виде графика и измерительного прибора «Gauge»

Получение (сбор) данных является основной частью разрабатываемой беспроводной системы мониторинга, но стоит так же отметить важность дальнейшей обработки полученных данных (9 рисунок). Сервер, используемый в данной работе, позволяет экспортировать данные в 3 форматах (форматы json, xml страницы и файла excel), для удобства дальнейшей обработки результатов, для проведения полноценного исследования и анализа, с целью выявления динамики изменения данных и своевременного обнаружения неисправности для проведения корректирующих мер [9–10].



Рисунок 9 – Кнопки для обработки данных с помощью Matlab

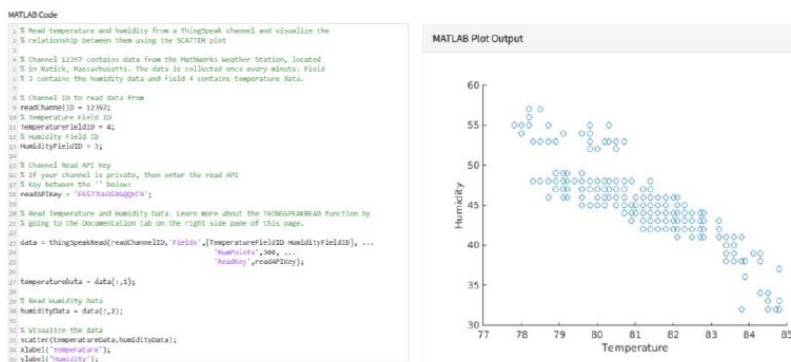


Рисунок 10 – Обработка данных и построение зависимости параметров температуры и влажности в программной среде MatLab на сервере

Построение зависимости результатов температуры и влажности при помощи моделирования в программной среде MatLab: после экспортирования результатов измерения можно приступить к обработке полученных значений и проведению моделирования по полученным результатам, как указано на рисунке 10.

Выводы

Предлагается методика сбора данных с датчиков температуры и влажности и их отправки на сервер по технологии Wi-Fi в распределенной системе мониторинга удаленных объектов.

Описаны и учтены технические параметры подключаемых устройств, написан специальный уникальный программный код для прошивки платы, созданы личные каналы на сервере для приема данных измерения и последующей обработки с учетом всех требований безопасности сети, тем самым полученные данные не будут перехвачены злоумышленниками.

С целью экспериментального подтверждения исследований, была рассчитана, спроектирована и собрана макетная часть устройства, предназначенная для сбора и передачи данных температуры и влажности.

Полученные по беспроводной технологии данные температуры и влажности на сервере позволяют провести полное исследование, так как все данные доступны пользователю для проведения полной обработки данных.

Проведена обработка полученных данных, вычислена средняя влажность за время измерений и построена зависимость параметров температуры и влажности в программной среде MatLab на сайте сервера.

Список использованных источников

1 [Электронный ресурс]. – <http://www.arhplan.ru/buildings/design/kolebaniya-temperatury-i-vlazhnosti-v-pomescheniyah>.

2 **Вишневский, Е. П., Чепурин, Г. В.** Необходимость осушения воздуха и оценка профицита влаги // Журнал С.О.К. – Медиа технологджи, 2010. № 3. – 78 с.

3 [Электронный ресурс]. – <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>.

4 [Электронный ресурс]. – <https://arduino-master.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua>.

5 [Электронный ресурс]. – <https://thingspeak.com>.

6 **Osak, M. A.** Where does Arduino's power come from?: An extended literature review. // Journal of Learning and Teaching in Digital. 2018, N103. – P. 21–34.

7 **Калиаскаров, Н. Б., Ивель В. П., Петров, П. А., Югай В. В.** Измерение температуры и влажности на основе двухпроцессорной Wi-Fi

системы // Вестник АУЭС. – Алматы : АУЭС, 2020. № 4. – С. 60–69.

8 **Faugel, H., Bobkov, V.** Open source hard- and software: Using Arduino boards to keep old hardware running // Fusion Engineering and Design. 2013. – N 88. – P. 1276–1279.

9 **Калиаскаров, Н. Б., Ивель, В. П., Югай, В. В., Герасимова, Ю. В., Молдахметов С.С.** Development of a distributed wireless Wi-Fi system for monitoring the technical condition of remote objects // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020, N 9 (107). – P. 36–48.

10 **Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., Vinel, A.** Internet of Things // International Journal of Communication Systems. 2012, N 25 (9). – P. 1101–1102.

References

1 [Electronic resource]. – <http://www.arhplan.ru/buildings/design/kolebaniya-temperature-i-vlazhnosti-v-pomescheniyah>.

2 **Vishnevskiy, E. P., Chepurin, G. V.** Neobkhodimost' osusheniya vozdukhа i otsenka profitsita vlаgi [The need for dehumidification and assessment of moisture surplus] // Zhurnal S. O. K. – Media technology, 2010. № 3. – 78 p.

3 [Electronic resource]. – <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>.

4 [Electronic resource]. – <https://arduino-master.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua>.

5 [Electronic resource]. – <https://thingspeak.com>.

6 **Ocak, M. A.** Where does Arduino's power come from?: An extended literature review. // Journal of Learning and Teaching in Digital. 2018, N103. – P. 21–34.

7 **Kaliaskarov, N. B., Ivel' V. P., Petrov, P. A., Yugay V. V.** Izmerenie temperature i vlazhnosti na osnove dvukhprotsessornoy Wi-Fi sistemy [Temperature and humidity measurement based on a dual-processor Wi-Fi system] // Vestnik AUES. – Almaty: AUES, 2020. № 4. – P. 60–69.

8 **Faugel, H., Bobkov, V.** Open source hard- and software: Using Arduino boards to keep old hardware running // Fusion Engineering and Design. 2013 N88. – P. 1276–1279.

9 **Kaliaskarov, N. B., Ivel, V. P., Yugay, V., V., Gerasimova, Yu. V., Moldakhmetov, S. S.** Development of a distributed wireless Wi-Fi system for monitoring the technical condition of remote objects // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020, N9 (107). – P. 36–48.

10 **Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., Vinel, A.** Internet of Things // International Journal of Communication Systems. 2012, N25 (9). – P. 1101–1102.

Материал поступил в редакцию 11.12.20.

Н. Б. Калиаскаров¹, В. П. Ивель², Ю. В. Герасимова³,

П. А. Петров⁴, В. В. Югай⁵

Wi-Fi технологиясын қолданып температура мен ылғалдылық мәндерін өлшеу және жіберу

^{1,2,3,4}М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан Университеті,
Қазақстан Республикасы, Петропавл қ.
⁵Қарағанды техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
Материал баспаға 11.12.20 түсті.

N. B. Kaliaskarov¹, V. P. Ivel², Yu. V. Gerasimova³,

P. A. Petrov⁴, V. V. Yugay⁵

Use of Wi-Fi technology for collection and transfer of temperature and humidity data

^{1,2,3,4}M. Kozybayev North Kazakhstan University,
Republic of Kazakhstan, Petropavlovsk;
⁵Karaganda Technical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda.
Material received on 11.12.20.

Мақалада температура мен ылғалдылық датчиктерінен деректерді жинау және оларды Wi-Fi технологиясы бойынша серверге жіберу әдістемесі ұсынылады, бұл әдіс қашықтықтағы объектілерге мониторинг жүргізуге арналған сымсыз жүйесінде әзірленген. Модульдік плата арнайы скетчпен бағдарламаланған, бұл скетчтің көмегімен байланыс жүйесінің параметрлері көрсетілген және Wi-Fi жүйесінің энергия үнемдеу параметрлері қарастырылған. Сымсыз желі параметрлері бағдарламалық ортада және қабылдау-жіберу құрылғыларында жасалады. Жұмыс алгоритмі бойынша ұсынылған әдістер энергия тұтынудың төмендігімен, байланыс арнасының қорғалуымен және берілетін нәтижелердің жоғары сенімділігімен ерекшеленетін өлшенетін деректердің сапалы және тәулік бойы сымсыз берілуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Жұмыс барысында қосылатын құрылғылардың барлық техникалық параметрлері ескерілді, платаны кодтауға арналған бағдарламалық код жазылған, өлшеу деректерін қабылдау және кейіннен өңдеу үшін серверде жеке жаңа арналар құрастырылған.

Құрастырылған жүйенің датчиктерінің алынған нәтижелері мақалада көрсетілген Matlab бағдарламалық ортасында өңдеу үшін қол жетімді.

Кілтті сөздер: мәліметтерді сымсыз жіберу, қашықтықтан мониторинг, температура, ылғалдылық, сервер.

The article proposes a method for collecting data from temperature and humidity sensors and sending them to the server using Wi-Fi technology in a developed distributed monitoring system for remote objects. The modular board is programmed with a special sketch, the parameters of the communication system are specified and the energy saving parameters of the Wi-Fi system are considered. Wireless network settings were made in software environments and receiving and transmitting devices. The proposed methods according to the working algorithm will provide high-quality and multi-day wireless transmission of measured data, characterized by low power consumption, secure communication channel and high reliability of the transmitted results. All the technical parameters of the connected devices are taken into account, the program code for the microcontroller firmware is written, and personal channels are created on the server for receiving measurement data and subsequent processing.

The obtained results of distributed system sensors are available for further processing in the Matlab software environment, the results of which are indicated in the article.

Keywords: wireless data transmission, remote monitoring, temperature, humidity, server.

Теруге 11.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 17.12.2020 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

3,99 Mb RAM

Шартты баспа табағы 26,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3715

Сдано в набор 11.12.2020 г. Подписано в печать 17.12.2020 г.

Электронное издание

3,99 Mb RAM

Усл. печ. л. 26,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3715

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz