

ISSN 1999-9801



АУЭС

Алматы энергетика және
байланыс университетінің
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Алматинского университета
энергетики и связи

BULLETIN

OF ALMATY UNIVERSITY OF POWER
ENGINEERING AND TELECOMMUNICATIONS

4 (51)

2020



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Сагинтаева С.С., д-р экон. наук, канд. физ.- мат. наук, академик МАИН, ректор НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Гита Ревалде, доктор PhD, член-корреспондент Академии наук Латвии, директор Национального Совета науки, Рига, Латвия
Главный редактор – Стояк В.В., канд. техн. наук, профессор, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Заместитель главного редактора – Жауыт А., доктор PhD, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Илиев И.К., д-р техн. наук, Русенский университет, Болгария
Белоев Кристо, д-р техн. наук, Русенский университет, Болгария
Галайко Дмитрий, доктор PhD, университет Сарбонны, Франция
Такая Инамори, доктор PhD, Университет Токио, Япония
Цветков В.Ю., д-р техн. наук, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Белоруссия.
Кузнецов А.А., д-р техн. наук, ФГБОУ ВА «Омский государственный университет путей сообщения», Российская Федерация.
Авезова Н.Р., д-р, техн. наук, Министерство инновационного развития Республики Узбекистан.
Мунц В.А., д-р техн. наук ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Российская Федерация.
Мустафин М.А., д-р техн. наук, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Обозов А.Д., д-р техн. наук, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызская Республика
Орумбаев Р.К., д-р техн. наук, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Потехин В.В., канд. техн. наук доцент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Франческо Сандоро, доктор PhD, Университет Альдо Моро, Бари, Италия
Туманбаева К.Х., канд. техн. наук, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Мутуле Анна, доктор PhD, Рижский Технический Университет, Латвия
Махмутов С.К., канд. истор. наук, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Алипбаев К.А., доктор PhD, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»
Кабдушев Б.Ж., канд. истор. наук, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»

Ответственный секретарь: Шубаева Д.А.

Технический редактор казахского языка Алмухаметова Г.С.

Технический редактор русского языка Ефимова А.Н.

Технический редактор английского языка Сергеева Л.Д.

С содержанием журнала можно ознакомиться на сайте <http://aues.kz> , <http://vestnik-aues.kz>

Подписаться на журнал можно в редакции журнала и по объединенному каталогу Департамента почтовой связи, подписной индекс -**74108**.

Адрес редакции: 050013, г.Алматы, НАО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева», ул. Байтурсынулы, дом 126/1, офис А224

Тел.: 8 (727) 292 58 48, 708 880 77 99, e-mail: vestnik@aues.kz,

[Тираж 200 экз.](#)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ ГУМАРБЕКА
ДАУКЕЕВА»

В Е С Т Н И К

АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Учрежден в июне 2008 года

4 (51)

2020

Импакт-фактор - 0.154

Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год

Алматы



СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Саухимов А.А., Баймаханов О.Д., Мұрат А.Қ., Бектимиров А.Т.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА DRAGONFLY.....6

Бектимиров А. Т., Саухимов А.А., Тохтибакиев К.К., Дидоренко Е. В.
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЭС РК ПРИ ВНЕДРЕНИИ
РЕЖИМНОЙ АВТОМАТИКИ WACS.....16

Кешуов С.А., Байсенова Г. С., Молдыбаева Н. И.
СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....27

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ

Бражанова Д.К., Терзиев А.К., Стояк В.В
ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ В ЗДАНИИ, ФОРМИРУЮЩИЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ТЕПЛО.....41

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И КОММУНИКАЦИОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Туржанова К.М., Коньшин С.В., Солощенко А.В.
АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT В СЕТЯХ 4G С
ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ.....51

АВТОМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Калиаскаров Н.Б., Ивель В.П., Югай В.В., Петров П.А.
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ДВУХПРОЦЕССОРНОЙ WI-FI
СИСТЕМЫ.....60

Сейдалиева У.О., Илипбаева Л.Б.
ВИЗУАЛДЫ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН VGG-16 CNN МОДЕЛІ
КӨМЕГІМЕН ҰШАТЫН НЫСАНДАРДЫ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ..... 70

Қамбаров Д. Б., Қашағанова Г. Б.
ӨНЕРКӘСПТІК ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ КОМПЬЮТЕРЛІК ШАБУҢ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.... 78

Санатова Т.С., Абикенова А.А., Сағытаева К.А.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....87



АВТОМАТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

МРНТИ 59.14.21

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ДВУХПРОЦЕССОРНОЙ WI-FI СИСТЕМЫ

Н.Б. Калиаскаров^{1*}, В.П. Ивель¹, В.В. Югай², П.А. Петров¹

¹Некоммерческое акционерное общество Северо-Казахстанский Университет, ул. Пушкина 86,
Петропавловск, РК

²Некоммерческое акционерное общество Карагандинский Технический Университет, проспект Н.
Назарбаева 56, Караганда, РК

e-mail: 90nurbol@mail.ru, ivelvic@mail.ru, slawa_v@mail.ru, paolo1988@mail.ru

Аннотация. Процесс измерения различных данных, таких как температура, влажность, расстояние, показания магнитного поля и других, берет начало в прошлых веках. С развитием электроники данный вопрос решается при помощи различных приборов и устройств, обладающих высокими точностными характеристиками. Развитие множества технологий передачи данных на расстояния проводными или беспроводными способами, позволяет решить вопрос измерения и мониторинга параметров путем объединения сфер электроники и телекоммуникаций, так как именно телекоммуникационная составляющая обеспечивает надежную передачу данных измеряемых параметров. В статье описана важность проведения измерения температуры и влажности в таких местах, как строительные объекты, здания или мосты. В целом, достоверность всех результатов исследований играет важную роль при прогнозе технических состояний различных объектов и при поиске решения проблем, возникающих по причине технических сложностей удаленного контроля. В связи с этим, поставлен и решен вопрос обоснованности выбора Wi-Fi модулей, работающих в двухпроцессорном режиме, предназначенном для приема и передачи результатов измерений. В данных модулях для получения результатов измерений в длительном времени учтены параметры энергопотребления и доступности к программированию плат. Настройка параметров энергопотребления позволила увеличить время проведения исследования на удаленных объектах, что в свою очередь повышает долговечность и срок эксплуатации управляющей системы. Предложены практические решения для передачи данных на расстоянии по беспроводной сети связи. Проверена работоспособность подключаемых устройств в двухпроцессорной беспроводной системе.

Ключевые слова: температура, влажность, Wi-Fi система.

Введение. Измерение температуры и влажности – важный динамический процесс в любом техническом строительном объекте (такие как жилые и офисные здания, технические сооружения, мосты, многоэтажные дома, небоскребы и другие). Данные параметры являются одними из основных при проведении удаленного мониторинга в режиме настоящего времени, так как данные два параметра изменяются намного быстрее, чем такие параметры, как деформация трещин, угол наклона, нагрузки, влияющие на объект, и другие. Все сказанные параметры дают полную картину о техническом состоянии строительных объектов и различных сооружений, но цикл наблюдения за температурой и влажностью составляет меньшее время и соответственно занимает особое место при проектировании и разработки системы мониторинга технического состояния мостов и технических сооружений.

Актуальность работы. Важным элементом любой системы технической диагностики строительных объектов или мостовых сооружений является их непрерывный мониторинг, основу которого составляет измерение напряженно-деформационных параметров несущих конструкций, а также определение уровня их основных параметров. Составной частью систем технической диагностики является подсистема сбора данных, т. е. подсистема передачи измеренных данных в единый информационный центр. Необходимым условием эффективности функционирования таких систем технической диагностики с большим количеством датчиков является возможность

беспроводной передачи полученных данных. Достоверность измерений обеспечивается правильной настройкой двухпроцессорной системы, в рамках которой производится следующая проверка и регулировка: обеспечение правильного соединения контактов подключаемых датчиков и беспроводного передатчика и их энергоэффективность, отправка результатов измерений от передаточного Wi-Fi модуля в приемную сторону по локальной или глобальной сети (в зависимости от вида оконечных устройств) и настройка приемного канала системы для получения актуальных данных измерений.

Особенностями разрабатываемой системы и отличиями от известных аналогов являются ее относительно низкая цена на практическую реализацию, доступность проведения дополнительных настроек по обеспечению безопасности передаваемых данных, возможность адаптации, описанной в статье системы, под другие сферы за счет доступной среды программирования Arduino Ide в различных устройствах (иными словами появляется возможность измерить данные не только с датчиков температуры и влажности, но и другие параметры в зависимости от вида и назначения датчиков, такие, как расстояние между объектами, показания магнитного поля, угол наклона и так далее), возможность экспортирования полученных результатов измерений в удобном формате благодаря правильной настройки и подбору используемого сервера.

Постановка задачи. В настоящее время существуют различные беспроводные системы передачи оцифрованного аналогового сигнала, работающие в стандартах Zigbee или Bluetooth. К недостаткам таких систем можно отнести невысокую скорость передачи данных и ограниченное число абонентов (для Bluetooth). Помимо прочего, в технологиях Zigbee или Bluetooth имеется ряд других сложностей, таких как ограниченное расстояние передачи данных в зависимости от приемной стороны, сравнительная сложность настройки сервера для обработки полученных результатов по данным технологиям, сложность прошивки беспроводных передатчиков и модулей, ограничения по совместимости устройств, безопасность сети и другие. Этих недостатков лишена сеть Wi-Fi, но ее применение ограничивалось высоким энергопотреблением. Однако в последнее время на рынке беспроводных устройств появились достаточно интересные беспроводные приемопередатчики, которые, при сохранении всех необходимых характеристик, обладают достаточно низким энергопотреблением. По данной технологии датчики и модули подсоединяются к точке доступа, которая предоставляет доступ в глобальную сеть Интернет. Приемная сторона может находиться где угодно (в локальной сети или глобальной), так как значения всей измеряемой температуры и влажности строительных объектов и мостовых сооружений можно получить и на сервере в глобальной сети (доступ к серверу получают лишь авторизованные исследователи, занимающиеся исследованием изменения температуры и влажности), и на настроенном устройстве локальной сети (например при помощи телефона). Для программирования и управления двухпроцессорной беспроводной системой сбора и передачи данных подобраны модули и платы, программируемые в среде Arduino. Это обосновано тем, что выбранная беспроводная технология Wi-Fi совместима с платами, модулями и датчиками, работающими совместно с платформой Arduino. Особенность данных плат и их возможности подключения с датчиками описаны в [1, 2]. Широкий спектр возможностей плат, программируемых в среде Arduino при разработке систем удаленного мониторинга, сбора и передачи данных, описаны в [3, 4]. Работы [3, 4] подтверждают целесообразность использования данной платформы, так как она позволяет построить беспроводную систему для снятия различных параметров датчиков. Например, в системе, описанной в [3], проведены измерения температуры, влажности, влажности почвы, количества дождя и уровня воды. Но в данной работе не решен важный вопрос энергопотребления. В работе подключен проводной источник питания, что делает систему не полностью беспроводной. В работе [3] предложена экономичная система, которая отслеживает данные датчиков, такие как влажность почвы, температура, относительная влажность и интенсивность света, однако прототип системы не был создан. Работа считается симуляционной для определения срока службы сети и не имеет практических оснований, что вопрос энергопотребления решен полностью. Все это позволяет утверждать, что целесообразным является проведение исследования и экспериментальных работ, посвященных не только снятию и передаче параметров температуры и влажности от датчиков, расположенных на строительных конструкциях и мостовых объектах, но и решению, в первую очередь, вопроса энергопотребления.

Разработка системы. Учитывая все вышесказанные факторы, поднят вопрос о разработке, сборе и внедрении беспроводной системы (рисунок 1) по удаленному мониторингу динамического изменения температуры и влажности различных зданий, строительных конструкций или технических

мостовых сооружений. Измерение температуры и влажности можно осуществить при помощи различных датчиков или масштабных систем с применением IoT технологий, описанных в [5-8]. Но для проведения удаленного мониторинга измерения различных параметров (в том числе и температуру и влажность), необходимо использование беспроводных систем, которые уже имеются в мире и описаны в [9-11], но у них имеются различные сложности при программировании или внедрении. К таким сложностям можно отнести: сложность при настройке совместимости устройств, высокая цена на оборудование, сложность реализации на всех территориях в зависимости от погодных условий и другие.

Описанная в данной статье система разрабатывается путем использования датчика температуры и влажности, Wi-Fi передатчика, основанный на модуле NodeMCU V3 ESP8266, приемного устройства Wi-Fi сигнала (в нашем случае это смартфон, работающий в операционной среде Android с приложением Blynk) и программной среды Arduino Ide, в которой будут производиться все основные настройки данной системы и загружаться скетч программного кода для получения данных по Wi-Fi технологии. Отличием данной системы от других известных аналогичных систем, является то, что написан уникальный скетч, в котором учтены дополнительные параметры безопасности от перехвата полученных результатов (коды шифрования и параметры аутентификации); проведена дополнительная настройка для выбора приемного устройства в зависимости от его расположения (для устройства в локальной сети прошивается одна программа, для устройства в глобальной сети прошивается другая программа) и прописаны дополнительно параметры минимизации энергопотребления модуля NodeMCU V3 ESP8266. Данный модуль может работать в следующих режимах на выбор, для этого исследователь программным способом прописывает соответствующий код в зависимости от выбранного режима: при активном режиме весь чип включен и чип может принимать, передавать данные. Очевидно, это наиболее энергоемкий режим. При режиме ожидания модема ЦП работает, а радио Wi-Fi отключены. Этот режим можно использовать в приложениях, где требуется работа процессора, как в широтно-импульсной модуляции. Это заставляет модем Wi-Fi отключаться при подключении к точке доступа Wi-Fi (точка доступа) без передачи данных для оптимизации энергопотребления. В режиме ожидания процессор и все периферийные устройства приостановлены. Любое пробуждение, такое как внешние прерывания, разбудит чип. Без передачи данных цепь модема Wi-Fi может быть отключена, а ЦП приостановлен для экономии энергопотребления. В режиме глубокого сна работает только RTC, а все остальные компоненты чипа отключены. Этот режим полезен, когда данные передаются через определенные промежутки времени. Проведенная работа позволяет провести измерения в закрытых помещениях и с этой целью выбран датчик температуры и влажности DHT11, исходя из его следующих технических характеристик: питание: DC 3,5 – 5,5 В, ток питания: в режиме измерения 0,3 мА; в режиме ожидания 60 мкА, определение влажности 20–80 % с точностью 5 %; определение температуры 0–50 °C с точностью 2 %; частота опроса не более 1 Гц (не более одного раза в 1 с).

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 которой некоторые параметры намного лучше и точнее, например его 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°C до +80 °C (для сравнения в DHT11 температура мерится от 0°C до 50°C). Но именно для закрытых помещений предпочтительнее смотрится датчик DHT11, в связи с его относительно невысокой стоимостью, допустимыми рабочими диапазонами внутри помещений и относительно малого потребления тока.

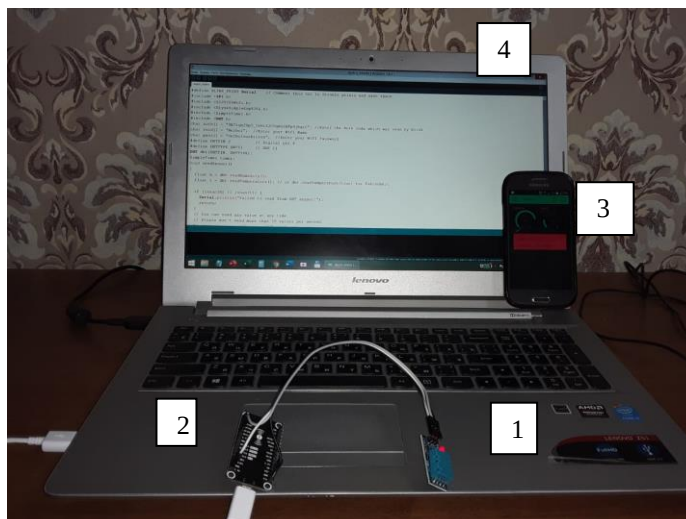


Рисунок 1 – Общий вид собранной системы удаленного мониторинга температуры и влажности:

- 1 - Датчик температура и влажности DHT11; 2 - Wi-Fi передатчик NodeMCU V3 ESP8266; 3 - Wi-Fi приемник, с установленным программным обеспечением для получения данных о температуре и влажности;
- 4 – Ноутбук, с установленным программным обеспечением Arduino Ide для программирования устройства.

Данная система позволит получить и отправить получателю на расстоянии по беспроводной технологии все данные о различных данных температуры и влажности, установленные там, где это нужно и необходимо для проведения расчетов с целью проведения косвенных измерений. Система работает следующим образом: датчик температуры и влажности DHT11 устанавливается в исследуемом объекте (в закрытых помещениях); датчик по линиям передачи данных соединяется с Wi-Fi передатчиком, который получает результаты мониторинга от датчика и отправляет по одной Wi-Fi сети полученные результаты на приемное устройство, которое обрабатывает и показывает результаты мониторинга в режиме настоящего времени с помощью специализированной программы.

Как и было сказано выше, данный вид датчика можно заменить на другие (таких как DHT22, DS18B20 и другие), в зависимости от наших условий эксплуатации и исследуемых величин, потому что данные датчики обладают различными параметрами и техническими характеристиками и их необходимо использовать уже в зависимости от проведенных видов работ, наша система позволяет менять все эти датчики без особых затруднений и их замена никак не сказывается на ухудшение работоспособности, а наоборот расширяет возможности разработанной системы. Программа Blynk, показывающая полученные результаты мониторинга, скачивается в открытом доступе, но некоторые дополнительные функции требуют дополнительных денежных вливаний, но тем не менее программа отлично защищена от незаконного вмешательства сторонних лиц, так как на каждый созданный проект программы соответствует свой токен авторизации, который отправляется только на почту пользователя, данный токен авторизации, имя и пароль сети Wi-Fi, в которой работает вся система прописываются в программном скетче при помощи Arduino Ide.

Выбор данного модуля обосновывается тем, что он позволит быстро обработать информацию и передать окончательным устройствам с помощью Wi-Fi технологии, он совместим с линейкой платформ Arduino, который дает возможность программирования в программной среде Arduino Ide, не требующего глубоких знаний программирования, в составе модуля имеется установленная прошивка, которая может интерпретировать команды скриптового языка Lua - встраиваемого языка сценариев, который является маленьким, быстрым и очень мощным.

Модуль имеет мощные встроенные возможности для обработки и хранения данных и порты ввода-вывода (GPIO), которые позволяют объединить его с различными датчиками и другими специальными устройствами, нуждающимися в сетевом обмене данными, ему требуется немного внешних компонентов для подключения, в результате блок Wi-Fi может занимать совсем мало места на печатной плате [12]. Стоит отметить, что технология Wi-Fi по которой принимаются и передаются данные в разрабатываемом устройстве, была выбрана не случайно.

Wi-Fi – торговая марка объединения Wi-Fi Alliance, представляющая собой семейство стандартов спецификации IEEE 802.11 для широкополосной радиосвязи. В зависимости от стандарта и топологии сети, Wi-Fi использует для передачи данных диапазон частот в районе 2,4 ГГц или 5 ГГц и обеспечивает скорость передачи данных от 2 Мбит/с на расстояниях до 200 метров [13-15].

Результаты работы. При работе в программной среде Arduino Ide необходимо установить дополнительные библиотеки, важно указать правильно цифровой вход, который подключается от беспроводного модуля к датчику влажности и температуры, в коде так же прописывают возможные сообщения ошибок, при неправильном подключении или отсутствии сети, обязательно указываются виртуальные пины (в нашем случае это №5 и №6) двух рассматриваемых параметров мониторинга (влажность и температура) и указываются такие параметры как скорость передачи, запуск приложения и интервалы.

После загрузки программного кода в Wi-Fi передатчик NodeMCU V3 ESP8266, необходимо в проекте приложения Blynk создать 2 индикатора температуры и влажности (индикаторы температуры (в системе это индикатор – «temperature») и влажности (в системе данный индикатор назван как «humidity») на рисунке 2 предварительно настраиваются по необходимым параметрам и обязательно указываются виртуальные пины для работы, прописанные ранее в программном скетче), отображающих полученные результаты цифрами (для графика температуры взят интервал

отображения от -50°C до 100°C (данный интервал выбран для использования не только датчика DHT11, но и для DHT22), для влажности - интервал от 0 до 100%, данные интервалы можно менять в зависимости от вида используемых датчиков и их характеристик, а так же по необходимости и запросу самого пользователя). Для удобства мониторинга и контроля изменения в режиме настоящего времени, приложение позволяет создать график, в котором можно указать те же самые виртуальные пины 2 рассматриваемых параметров и по ним построить график, наглядно демонстрирующий динамические изменения параметров в онлайн-режиме. При создании графика для удобства пользователю можно поставить разные цвета параметров, подписать режимом «легендой» их названия и выбрать удобное время отображения графика. На рисунке 2 показаны результаты измерений после настройки системы под локальную сеть в первом дне апробации работы, а на рисунке 3 показаны результаты измерений после настройки системы под глобальную сеть в следующем дне апробации системы.



Рисунок 2 – Пример отображений результатов температуры и влажности в локальной сети

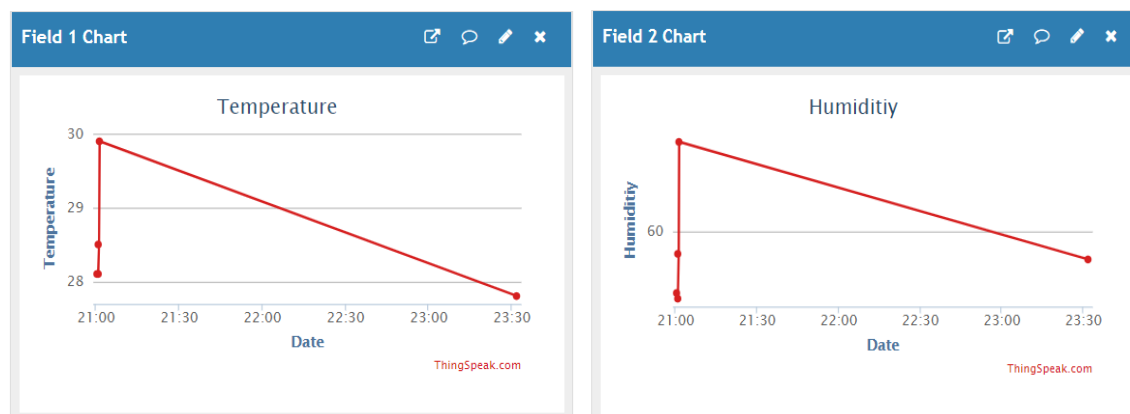


Рисунок 3 – Показания температуры и влажности на глобальном сервере

Как мы видим из рисунков 2 и 3, все показания хранятся по каждой точке измерения и есть возможность следить динамику изменения параметров не только по дням, но и по времени. Для решения вопроса проведения полного анализа и обработки полученных результатов в системе подобран сервер, обеспечивающий возможность экспортирования данных и обработку результатов в встроенной программной среде Matlab, не выходя из личного кабинета. Измеренные выходные данные и результаты в системе можно обработать различными способами. Например, можно записать все результаты исследования вручную и, заполняя массивы данных, построить зависимости изменения параметров – в этом случае исследователь сможет увидеть все возможные ошибки. Но процесс заполнения вручную всех результатов занимает объемное время и могут возникнуть человеческие факторы при вводе данных, что приведет к ошибкам. Поэтому в созданной системе

имеется возможность экспортировать все данные в удобном формате (рисунок 4) и обработать все результаты в программной среде Matlab. На рис. 5 показаны данные измерения по результатам исследований в формате Xml. Данный формат позволит пользователю обработать данные для будущего внедрения этих значений в отдельный HTML файл. HTML файл широко используется при создании локальных страниц с использованием MQTT сервера, позволяющий расширить способов мониторинга и сбора получаемых данных на приемной стороне.

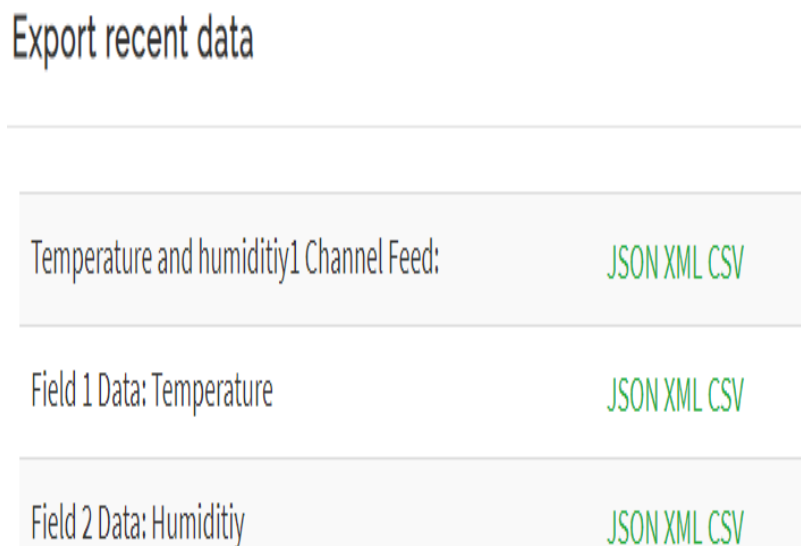


Рисунок 4 – Выбор формата для экспортирования измеренных показаний

```

▼<channel>
  <id type="integer">1078381</id>
  <name>Temperature and humidity1</name>
  <description>Temperature and humidity (first part of my research)</description>
  <latitude type="decimal">0.0</latitude>
  <longitude type="decimal">0.0</longitude>
  <field1>Temperature</field1>
  <field2>Humidity</field2>
  <created-at type="dateTime">2020-06-09T14:55:40Z</created-at>
  <updated-at type="dateTime">2020-06-09T14:55:40Z</updated-at>
  <last-entry-id type="integer">5</last-entry-id>
▼<feeds type="array">
  ▼<feed>
    <created-at type="dateTime">2020-06-09T15:00:32Z</created-at>
    <entry-id type="integer">1</entry-id>
    <field1>28.10</field1>
  </feed>
  ▼<feed>
    <created-at type="dateTime">2020-06-09T15:00:49Z</created-at>
    <entry-id type="integer">2</entry-id>
    <field1>28.10</field1>
  </feed>
  ▼<feed>
    <created-at type="dateTime">2020-06-09T15:01:05Z</created-at>
    <entry-id type="integer">3</entry-id>
    <field1>28.50</field1>
  </feed>
  ▼<feed>
    <created-at type="dateTime">2020-06-09T15:01:20Z</created-at>
    <entry-id type="integer">4</entry-id>
    <field1>29.90</field1>
  </feed>
  ▼<feed>
    <created-at type="dateTime">2020-06-09T17:31:54Z</created-at>
    <entry-id type="integer">5</entry-id>
    <field1>27.80</field1>
  </feed>
</feeds>

```

Рисунок 5 – Вывод всех измеряемых данных в формате Xml

Полученные результаты измерений и возможность их обработки дает возможность проводить удаленный мониторинг в режиме онлайн времени как в локальных, так и в глобальных сетях. Просмотр результатов исследования может осуществить авторизованный и имеющий доступ к результатам исследования пользователь, при помощи любого устройства, имеющего доступ в глобальную сеть интернет. Как известно, на сегодняшний день доступ в интернет осуществляется при помощи множества устройств (смартфоны, планшеты, ноутбуки, компьютеры, миникомпьютеры и

другие). Тем самым, распределенная беспроводная система решает проблемный вопрос настройки и совместимости оборудования на приемной стороны с передающим устройством.

Обсуждение результатов. Отличительными особенностями данной системы от аналогичных и известных систем являются: установленные дополнительные параметры безопасности от перехвата полученных результатов, дополнительная настройка для выбора приемного устройства в зависимости от его расположения и возможность выбора дополнительных параметров минимизации энергопотребления модуля NodeMCU V3 ESP8266, возможность дальнейшей обработки и хранения данных при помощи выбранного сервера. В работе выбран режим глубокого сна модуля. В этом случае общий средний ток составляет менее 1 мА. При 2,5 В требование к току составляет всего 20 мкА. В работе предлагается методика сбора данных с датчиков температуры и влажности и их передачи на приемную сторону по технологии Wi-Fi в двухпроцессорной беспроводной системе как в локальной, так и в глобальной системе.

Теоретическая значимость и необходимость данной работы по передаче и сбору результатов измерений в двухпроцессорной системе экспериментально подтверждены после проектировки и сбора макетной части устройства, предназначенная для сбора и передачи данных температуры и влажности.

Выводы. Данная система позволяет получить необходимые параметры без какого-либо затруднения, в связи с тем, что в схеме используется малое количество элементов, но от этого качество и точность результатов не становятся хуже; приложение для сбора информации не требует повышенных навыков программирования, опытный пользователь быстро создаст новый проект для обработки полученных данных, программный скетч занимает не много места и пользователю, работавшему с Arduino ранее, не составит труда разобраться во всех тонкостях кода. Стоит отметить, что такая система не требует значительных капитальных денежных вложений, что позволит массово внедрить во все строительные объекты, сооружений или мосты данную систему мониторинга, а используемая технология Wi-Fi для передачи данных позволит в пределах прямой видимости получить данные без разрыва сети, а маленькие размеры каждого устройства и требуемое небольшое питание для поддержки их работы, позволит установить эту систему в труднодоступные места и получить точные данные для последующей обработки и анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ocak, M. A. Where does Arduino's power come from?: An extended literature review. *Journal of Learning and Teaching in Digital*, 2018, vol.3 (1), pp.21–34. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1175624> (доступ:03.11.2020)
- [2] Faugel, H., Bobkov, V. Open source hard- and software: Using Arduino boards to keep old hardware running. *Fusion Engineering and Design*. 2013, vol.88 (6-8), pp.1276–1279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2012.12.005>
- [3] Khoa, T.A., Man, M.M., Nguyen, T.Y., Nguyen, V., Nam, N.H. Smart Agriculture Using IoT Multi-Sensors: A Novel Watering Management System. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 2019, vol.8 (3) 45. doi: <https://doi.org/10.3390/jsan8030045>
- [4] Kumar, S., Ch, N. IoT Based Multi-sensor Data Acquisition System for the Application of Smart Agriculture. *Communications in Computer and Information Science*, 2020, vol.1192, pp.329–342. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-3666-3_27
- [5] Xu X., Luo M., Liu J., Luan N. Fluorinated polyimide-film based temperature and humidity sensor utilizing fiber bragg grating. *Sensors(Switzerland)*, 2020, vol.20, no.19, pp.1-9, doi: 10.3390/s20195469.
- [6] Kapic A., Tsiro A., Verdini P.G., Carrara S. Humidity Sensors for High Energy Physics Applications: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 2020, vol.20, no.18, pp.10335-10344, doi: 10.1109/JSEN.2020.2994315.
- [7] Wang Y.-F., Sekine T., Takeda Y., Yokosawa K., Matsui H., Kumaki D., Shiba T., Nishikawa T., Tokito S. Fully Printed PEDOT: PSS-based Temperature Sensor with High Humidity Stability for Wireless Healthcare Monitoring. *Scientific Reports*, 2020, vol.10, no.1, doi:10.1038/s41598-020-59432-2.
- [8] Rambabu A., Singh D.K., Pant R., Nanda K.K., Krupanidhi S.B. Self-powered, ultrasensitive, room temperature humidity sensors using SnS2 nanofilms. *Scientific Reports*, 2020, vol.10, no.1, doi: 10.1038/s41598-020-71615-5
- [9] Parihar H.S., Nagula R., Bumb M., Gada D., Bajjuri S., Agarwal R., Chauhan S. IoT-Based Ambiance Monitoring System. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. International Conference on

Advances in Mechanical Engineering, ICAME 2020; Nagpur; India, pp.793-798, doi: 10.1007/978-981-15-3639-7_95.

[10] Vijayalakshmi R., Jayasimman, L. An enhanced context aware monitoring for smart learning using internet of things (Iot). International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 2020, vol.8, no.9, pp.5995-6000, doi: 10.30534/ijeter/2020/177892020

[11] Tang X., Tan C., Chen A., Li Z., Shuai R. Design and implementation of temperature and humidity monitoring system for small cold storage of fruit and vegetable based on Arduino. Journal of Physics: Conference Series, 2020, vol.1601, no.6, doi: 10.1088/1742-6596/1601/6/062010

[12] Оспанов К.Ж. Разработка быстродействующей беспроводной системы сбора данных. Магистерская диссертация. Петропавловск, 2018. 69 с.

[13] Chi K., Du X., Yin G., Wu J.M., Han Q., Yang Y. Efficient and fair Wi-Fi and LTE-U coexistence via communications over content centric networking. Future Generation Computer Systems, 2020, vol.112, pp.297-306, doi: 10.1016/j.future.2020.05.026

[14] Nassar M.A., Hasan M., Khan M., Sultana M., Hasan M., Luxford L., Cole P., Oatley G., Koutsakis P. Wifi-based localisation datasets for No-GPS open areas using smart bins. Computer Networks, 2020, vol.180, doi: 10.1016/j.comnet.2020.107422

[15] Ghafar A.A., Kassim M., Ya'acob N., Mohamad R., Rahman R.A. Qos of wi-fi performance based on signal strength and channel for indoor campus network. Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, 2020, vol.9, no.5, pp.2097-2018, doi: 10.11591/eei.v9i5.2251

REFERENCES

[1] Ocak, M. A. Where does Arduino's power come from?: An extended literature review. Journal of Learning and Teaching in Digital, 2018, vol.3 (1), pp.21–34. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1175624> (Accessed:03.11.2020)

[2] Faugel, H., Bobkov, V. Open source hard- and software: Using Arduino boards to keep old hardware running. Fusion Engineering and Design. 2013, vol.88 (6-8), pp.1276–1279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2012.12.005>

[3] Khoa, T.A., Man, M.M., Nguyen, T.Y., Nguyen, V., Nam, N.H. Smart Agriculture Using IoT Multi-Sensors: A Novel Watering Management System. Journal of Sensor and Actuator Networks, 2019, vol.8 (3) 45. doi: <https://doi.org/10.3390/jsan8030045>

[4] Kumar, S., Ch, N. IoT Based Multi-sensor Data Acquisition System for the Application of Smart Agriculture. Communications in Computer and Information Science, 2020, vol.1192, pp.329–342. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-3666-3_27

[5] Xu X., Luo M., Liu J., Luan N. Fluorinated polyimide-film based temperature and humidity sensor utilizing fiber bragg grating. Sensors(Switzerland), 2020, vol.20, no.19, pp.1-9, doi: 10.3390/s20195469.

[6] Kapic A., Tsiro A., Verdini P.G., Carrara S. Humidity Sensors for High Energy Physics Applications: A Review. IEEE Sensors Journal, 2020, vol.20, no.18, pp.10335-10344, doi: 10.1109/JSEN.2020.2994315.

[7] Wang Y.-F., Sekine T., Takeda Y., Yokosawa K., Matsui H., Kumaki D., Shiba T., Nishikawa T., Tokito S. Fully Printed PEDOT: PSS-based Temperature Sensor with High Humidity Stability for Wireless Healthcare Monitoring. Scientific Reports, 2020, vol.10, no.1, doi:10.1038/s41598-020-59432-2.

[8] Rambabu A., Singh D.K., Pant R., Nanda K.K., Krupanidhi S.B. Self-powered, ultrasensitive, room temperature humidity sensors using SnS2 nanofilms. Scientific Reports, 2020, vol.10, no.1, doi: 10.1038/s41598-020-71615-5

[9] Parihar H.S., Nagula R., Bumb M., Gada D., Bajjuri S., Agarwal R., Chauhan S. IoT-Based Ambiance Monitoring System. Lecture Notes in Mechanical Engineering. International Conference on Advances in Mechanical Engineering, ICAME 2020; Nagpur; India, pp.793-798, doi: 10.1007/978-981-15-3639-7_95.

[10] Vijayalakshmi R., Jayasimman, L. An enhanced context aware monitoring for smart learning using internet of things (Iot). International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 2020, vol.8, no.9, pp.5995-6000, doi: 10.30534/ijeter/2020/177892020

[11] Tang X., Tan C., Chen A., Li Z., Shuai R. Design and implementation of temperature and humidity monitoring system for small cold storage of fruit and vegetable based on Arduino. Journal of Physics: Conference Series, 2020, vol.1601, no.6, doi: 10.1088/1742-6596/1601/6/062010