

Разработка структурной и функциональной схемы распределенной Wi-Fi-системы мониторинга мостовых сооружений и строительных зданий

¹*КАЛИАСКАРОВ Нурбол Балтабаевич, PhD, и.о. зав. кафедрой, 90nurbol@mail.ru,

²САҒЫНДЫҚ Әйгерім Бекенқызы, PhD, доцент, aiko_.90@mail.ru,

¹БУЛАТБАЕВ Феликс Назымович, к.т.н., декан, felix4965@mail.ru,

¹БУЛАТБАЕВА Юлия Феликсовна, PhD, и.о. доцента, julia_my_angel@mail.ru,

¹ЕСЕНЖОЛОВ Улан Серикович, старший преподаватель, newneil@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²НАО «Торайгыров университет», Казахстан, Павлодар, ул. Ломова, 64,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Техническое состояние мостовых сооружений и строительных зданий необходимо контролировать непрерывно. Существует множество методик, решений и разработок по мониторингу и контролю технического состояния мостовых сооружений и строительных зданий. У каждой из них существуют преимущества и недостатки, каждые авторы предлагают оригинальные и собственные идеи. К таким преимуществам можно отнести: низкое энергопотребление, большой охват и радиус действия, срок эксплуатации и другие. К недостаткам относятся: сложное программирование, тяжелая совместимость устройств, сложная архитектура сети передачи данных и другие. В статье описаны функции беспроводных систем удаленного мониторинга технического состояния мостовых сооружений и строительных зданий, функциональные особенности их структурных элементов, актуальность использования информационно-коммуникационных технологий в них, обоснован выбор структурных и функциональных элементов. Для отправки данных по беспроводному способу подобран сервер обработки и хранения результатов, выбор сервера произведен по описанным в статье его преимуществам. По итогам созданной структурной и функциональной схемы разработан алгоритм работы, описывающий поэтапные шаги работы, и учтены его режимы в каждом блоке. Целью исследования является: разработка структурной и функциональной схемы системы удаленного мониторинга технического состояния строительных объектов.

Ключевые слова: распределенная система, удаленный мониторинг, мостовые сооружения и здания, измерительные датчики, приемо-передающий канал связи, структурные элементы беспроводной системы, сервер, блочный алгоритм работы, функциональная схема, Wi-Fi.

Введение. Распределенная автономная беспроводная система мониторинга технического состояния (РАБСМ ТС) мостовых сооружений и строительных зданий позволит предотвратить множество аварий и уменьшить затраты на ремонтные работы. В мире имеется множество аналогичных систем, отвечающих за определенные функции по удаленному мониторингу технического состояния строительных объектов. К основным функциям таких систем мониторинга относятся: определение расстояния между трещинами, измерение температуры и влажности, влияющие на изменение трещин, определение угла наклона объекта и его местоположения и другие. Но перед разработкой системы необходимо правильно и обоснованно определить структуру и его элементы, их функциональные особен-

ности и подобрать необходимые конструктивные части. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- анализ современных автономных беспроводных систем мониторинга;
- определение требований к разрабатываемой структурной и функциональной схеме;
- обоснование выбора структурных элементов РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий;
- определение режимов работы передачи данных по беспроводной системе;
- разработка алгоритма работы по структурной и функциональной схеме РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий.

Актуальность работы. Развитие информационных, «умных» и современных телекоммуни-

кационных технологий с применением компонентов электроники решает множество вопросов не только в сфере IT, но и в разных областях, таких как: строительство, энергетика, метеорология, экология, безопасность жизнедеятельности и другие. Благодаря IoT-технологиям и используемым платам расширяются функции и режимы работ, например, благодаря платам Arduino, можно написать программный код, который позволит соединить различные электронные датчики и настроить их энергопотребление: датчики температуры, влажности, расстояния, датчики освещенности, гироскопы, акселерометры, инклинометры и другие [1]. Но данные платы теряют свою функциональность, когда поднимается вопрос проведения удаленного мониторинга. В данном случае соединение указанных выше датчиков проводится при помощи использования беспроводных модулей, которые широко применяются в IoT-сфере [2]. К таким модулям относится вся линейка модуля ESP и его аналог Node MCU V3. Необходимость проведения удаленного мониторинга заключается в уменьшении финансовых затрат для проведения различных мероприятий по исправлению недостатков беспроводных систем контроля технического состояния объектов, путем корректного определения местоположения строительных объектов, угла наклона, показателей вибрации, влияния температуры и вида необходимых ремонтных мероприятий.

Постановка задачи. Для разработки структурной и функциональной схемы распределенной системы удаленного мониторинга проведен анализ аналогичных разработок [3], [4] и [5]. Данный анализ современных автономных беспроводных систем мониторинга и обзор основных требований, предъявляемых к ним, показал, что структура системы должна быть иерархически связана, а все элементы и подсистемы должны логически объединять конструктивные части системы, не нарушая весь алгоритм работы. Система должна легко разворачиваться, все элементы должны заменяться без нарушения исследовательского процесса и в связи с выполнением удаленного мониторинга, все элементы должны устанавливаться на исследуемых объектах без затруднений. Доступ к объекту управления должен быть прямым, блоки датчиков и исполнительных механизмов

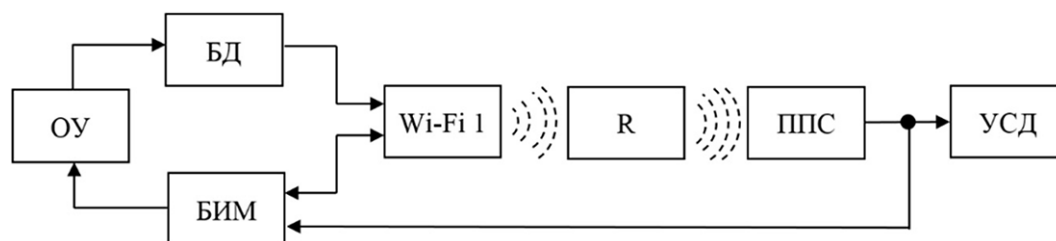
должны правильно формировать управляющий сигнал и передавать их по беспроводной связи. Разрабатываемая структура системы позволит:

- унифицировать связи между подсистемами, их аппаратную и программную реализацию;
- адаптировать с минимальными затратами аппаратную часть системы к требованиям решаемых задач и используемому измерительному оборудованию;
- соответствовать требованиям функциональности, отказоустойчивости и масштабируемости системы;
- обеспечить безопасность и длительный срок эксплуатации;
- сохранять и учитывать в процессе передачи данных результаты предыдущей передачи пакетов данных.

На рисунке 1 отображена структурная схема РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий.

Под объектом управления понимается объект данного исследования, которым является мостовое сооружение или строительное здание. Блок датчиков состоит из датчиков, которые измеряют динамически изменяющиеся параметры, описывающие техническое состояние мостовых и строительных конструкций. К ним относятся: датчик расстояния для измерения трещины, датчик температуры и влажности для наблюдения влияния данных параметров на остальные параметры и комбинированный датчик, включающий в себя акселерометр, гироскоп и магнитометр, необходимый для определения положения объекта в пространстве и для получения показаний магнитного поля. Блок датчиков передает измеряемые значения основных параметров в беспроводной Wi-Fi приемно-передатчик «Клиент». Этот блок обозначается как «Wi-Fi 1» и состоит из следующих основных элементов: АЦП (аналогово-цифровой преобразователь), микроконтроллер и антенна. АЦП оцифровывает поступивший от датчика аналоговый сигнал (при использовании аналогового датчика) и подает его на микроконтроллер.

В микроконтроллере сигнал подвергается обработке в соответствии с заданным алгоритмом и передается с помощью антенны на маршрутизатор (роутер). Кроме информационного сигнала микроконтроллер формирует сигнал, включа-



ОУ – объект управления; БД – блок датчиков; Wi-Fi 1 – Wi-Fi приемно-передатчик «Клиент»; R – роутер; ППС – приемно-передающий сервер; БИМ – блок исполнительных механизмов; УСД – устройство сбора данных

Рисунок 1 – Структурная схема РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий

ющий таймер, функция которого заключается в периодическом отключении источника питания от всех активных блоков устройства мониторинга с целью экономии электроэнергии. На выходе беспроводного модуля измеренные параметры объекта управления передаются по беспроводной Wi-Fi-сети, и значения параметров пересылаются отдельными байтами на роутер R. Роутер отправляет пакеты данных полученных измерений на приемо-передающий сервер, где они обрабатываются по заданному алгоритму. Результаты обработки в виде управляющих сигналов передаются по цепочке «ППС»-R-»Wi-Fi 1»-БИМ-ОУ или сразу по цепочке БИМ-ОУ. Далее блок исполнительных механизмов производит определенные действия по нормализации параметров управляемого процесса.

Для хранения и обработки результатов измерений сервер посылает данные по протоколу https для отображения на устройстве сбора данных (УСД), в роли которого могут служить: персональный компьютер, смартфон, ноутбук, мини-компьютер или планшет. По разработанной структурной схеме необходимо разработать ее функциональную схему (рисунок 2) для демонстрации работы процесса сбора и контроля данных.

Описание работы системы по функциональной схеме и обоснованность выбора конструктивных элементов следующие: на объекте управления генерируются сигналы по исследуемым параметрам, и их значения фиксируют подключенные к источнику питания датчики. Источник питания является автономным и предназначен для обеспечения энергией датчиков и Wi-Fi-модуля. В системе используются следующие виды датчиков:

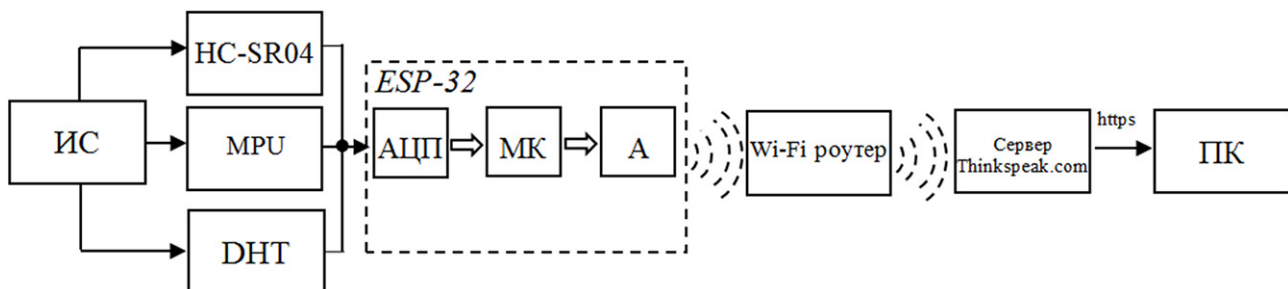
- датчик расстояния, измеряет динамику изменения размера трещины. В рамках исследования в качестве датчика расстояния выбран ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04, который оснащен следующими выводами: контакт питания положительного типа – +5 В; Trig (T) – выход сигнала входа; Echo (R) – вывод сигнала выхода;

GND – вывод «Земля» [6].

- датчик температуры и влажности, необходим для фиксации значений температуры и влажности, изменения которых напрямую влияют на техническое состояние мостов и зданий. В рамках исследования выбраны 2 вида датчика марки DHT, в зависимости от места снятия результатов измерения: внутри помещений или на улице. Датчик температуры и влажности DHT11 оснащен комплексом измерительных элементов температуры и влажности с откалиброванным цифровым выходным сигналом. Благодаря использованию эксклюзивной технологии сбора цифрового сигнала и технологии измерения температуры и влажности, он обеспечивает высокую надежность и отличную долгосрочную стабильность. Этот датчик включает в себя компонент измерения влажности резистивного типа и компонент измерения температуры и может подключаться к высокопроизводительному микроконтроллеру, предлагая отличное качество, быстрый отклик, защиту от помех и экономичность [7].

Данные виды датчиков можно заменить на другие в зависимости от требуемых и заданных условий эксплуатации и исследуемых величин, потому что данные датчики обладают различными параметрами и техническими характеристиками, их необходимо использовать уже в зависимости от проведенных видов работ. Разрабатываемая система позволяет менять все эти датчики без особых затруднений, и их замена никак не сказывается на ухудшении работоспособности, а наоборот, расширяет возможности нашей разработанной системы.

- датчики MPU-6050 и MPU-9250 являются миниатюрными комплексами, в состав которых входят гироскопы, термометры и акселерометры. Каждый из датчиков измеряет данные по осям X, Y, Z, помимо этого в датчике MPU-9250 встроен еще и магнитометр, измеряющий соответствующие данные по тем же трем осям. В MPU-6050 контакт VCC подключается к питанию на 3,3 В, контакт GND подключается к порту заземления (в Wi-Fi-модуле имеется 3 порта «земли»), кон-



ИС – источник сигнала; HS-SR04 – датчик расстояния; MPU – датчик с функциями акселерометра, гироскопа и магнитометра; DHT – датчик температуры и влажности; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; А – антенна; ESP-32 – Wi-Fi модуль; Сервер Thinkspеak.com – сервер и его адрес, используемый во время исследовательской работы; https – протокол передачи гипертекста, с улучшенной безопасностью и используемый порт по умолчанию №443; ПК – персональный компьютер

Рисунок 2 – Общая функциональная схема РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий

такт SCL является линией данных, а SDA является линией синхронизации. Контакты SCL и SDA являются портами для подключения I2C устройств, облегчающих схему подключения и выполняющих все необходимые функции для передачи данных и их управления. Контакт INT – настраиваемое прерывание, контакт AD0 – I2C адрес. При подключении датчика необходимо учитывать, что если данный контакт подтянут к земле, адресом устройства будет 0x68; если соединить AD0 к контакту питания, то адрес изменится на 0x69. Отличием данного датчика MPU-6050 от MPU-9250 являются контакты XCL, XDA, которые считаются дополнительными I2C интерфейсами для подключения внешнего магнитометра, все остальные контакты идентичны по своим функциональным свойствам с датчиком MPU-9250. Оба вида датчиков используются в распределенной беспроводной системе, и их работа заключается в следующем. Устанавливаются несколько датчиков на исследуемом объекте или сооружении в разных местах в зависимости от высоты и ширины объекта. Каждый датчик подключается к своему модулю, поддерживающему технологию Wi-Fi. В модуле настроен режим энергосбережения, в связи с тем, что передача данных измерений происходит не ежесекундно, поэтому нет необходимости оставлять активным все устройства, если в это время не происходит измерение. Датчики измеряют данные по трем осям на тех точках объекта, в которых они установлены и позволяют определить параметры гироскопа, акселерометра и магнитометра отдельно по осям X, Y, Z [8]. С помощью указанных трех видов датчиков различного назначения происходит периодический замер параметров, для проведения полного анализа исследования. При проведении работ по удаленному мониторингу возможны такие проблемы, как: выявление и обнаружение возможных ошибок и определение задержек в системе связи. Проведенное исследование и полнота анализа позволят решить указанные проблемы. Достоверность всех результатов исследований занимает важную роль при контроле технических состояний различных объектов и при поиске решения проблем, возникающих по причине технических сложностей удаленного мониторинга.

Измеряемые значения отправляются с датчиков на Wi-Fi-модуль. Но в связи с тем, что распределенная система имеет способность масштабирования, в системе необходимо обеспечить возможности изменения количества и расположения датчиков внутри системы. Поэтому при использовании и одновременном подключении датчиков к беспроводной системе необходимо в свою очередь учитывать возможности используемого Wi-Fi-модуля. При выборе Wi-Fi-модуля следует ориентироваться на возможность одновременной записи и пакетной передачи данных. Таким свойством владеет модуль ESP32, который разработан по технологии компаний TSMC 40 нм, обеспечи-

вающий ультранизкое энергопотребление и имеющий множество режимов энергопотребления с возможностью их динамического переключения. Мощность излучения Wi-Fi-передатчика также может быть гибко настроена, за счет чего возможно достижение оптимального компромисса между дальностью связи, скоростью передачи и энергопотреблением в рамках каждой отдельной задачи.

Результаты измерения датчиков, поступающие в ESP32, проходят процесс оцифровки (при использовании аналоговых датчиков) и управляются программным кодом встроенного микроконтроллера, который необходим для настройки таймера, установления соединения с приемной стороной по беспроводной линии связи и передачи данных на используемый сервер.

Беспроводная линия связи строится с использованием роутера, соединяющего передающую и принимающую сеть по Wi-Fi-сигналу. В качестве роутера можно использовать любой подходящий роутер, поддерживающий технологию Wi-Fi, легко располагающийся на исследуемом объекте, имеющий возможность подключить большое количество антенн и обеспечивающий помехоустойчивость сети связи.

Сервер предназначен для хранения полученных от датчиков результатов измерения. Для производственной необходимости и учета требований безопасности необходимо разрабатывать собственный сервер, доступ к которому предоставит ответственный за мостовое сооружение или техническое здание. Но в рамках исследования для проведения ряда экспериментов, проверки работоспособности и отладки РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий выбран сервер по адресу www.thingspeak.com.

Обоснованность выбора данного сервера [9] для получения экспериментальных данных заключается в следующих его преимуществах:

- разработчиком сервера, обеспечивающим его техническое сопровождение, является Mathworks, являющаяся одним из лидеров в сфере IoT и компьютерного моделирования;
- одна учетная запись позволит на сервере одновременно работать с 32 параметрами, а при работе в системе с несколькими учетными записями количество параметров увеличится в несколько раз;
- возможность выбора любой точки на графике для просмотра даты и времени проведенного измерения;
- сервер автоматически создает систему координат для отображения в виде графиков полученных результатов;
- возможность экспортирования полученных данных в 3 распространенных форматах (json, xml, csv);
- каждый входящий канал имеет свой индивидуальный и уникальный ключ шифрования, повышая надежность сохранности результатов

исследования;

- возможность обработки результатов измерения в программной среде Matlab, не выходя из сайта и без установки данной программы на компьютер.

Заключительным процессом работы в системе по ее функциональной схеме является передача результатов измерений из сервера на конечное устройство. В связи с тем, что разрабатываемая распределенная система является беспроводной

и автономной, передача данных должна происходить в соответствии с классической передачей пакетов по эталонной модели OSI. В связи с этим сервер и конечное устройство связаны и коммуницируют по протоколу https, обладающему более улучшенной безопасностью в сравнении с распространенным протоколом http.

Результаты работы. По вышеописанным процессам и работе разработан следующий алгоритм работы РАБСМ ТС, указанной на рисун-

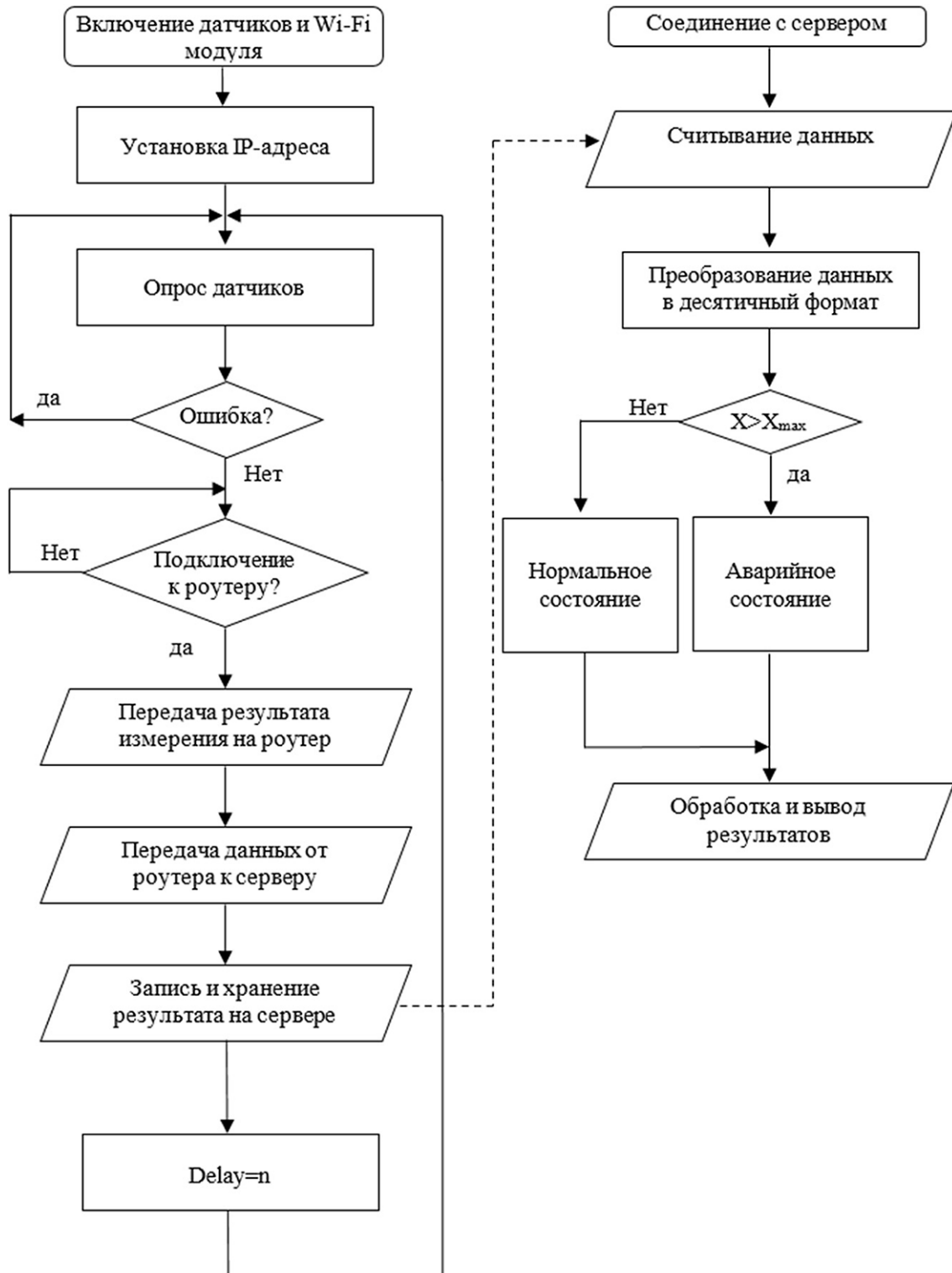


Рисунок 3 – Алгоритм работы РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий

ке 3. В данном алгоритме представлена работа одного канала РАБСМ ТС мостовых сооружений и строительных зданий. В левом столбце описан алгоритм работы датчиков и передачи результатов измерений на сервер, в правом столбце соответственно описана работа приема и обработки данных на конечном устройстве.

Обсуждение результатов. При включении датчиков и Wi-Fi-модуля происходит установка IP-адреса, после чего у Wi-Fi-модуля начинается опрос датчиков с целью получения информации о результате измерения, при наличии ошибки проводится повторный опрос до момента, когда ошибка будет исправлена. После опроса датчиков происходит подключение Wi-Fi-модуля к роутеру, при успешном подключении отправляется результат измерения на роутер, с целью передачи данных по нему на приемную сторону через сервер по беспроводному каналу связи. В случае невозможности подключения к роутеру цикл повторяется до тех пор, пока соединение не будет успешным.

Роутер отправляет полученный результат измерения на сервер по беспроводной Wi-Fi-технологии, который в свою очередь делает запись и хранение данных у себя в памяти, в это время он считается готовым для возможного считывания данных конечным устройством распределенной системы. После проведенного измерения система делает задержку в установленное исследователем времени n и цикл опроса датчиков с целью передачи результатов измерения и повторяется мно-

гократно по описанному алгоритму.

Конечное устройство активизирует алгоритм только при соединении с сервером, при успешном соединении по протоколу `https` конечное устройство считывает данные, которые уже хранятся на сервере и преобразовывает их в десятичный формат для отображения значений.

При условии когда полученный результат является меньше заданного максимального значения, техническое состояние объекта считается нормальным, если полученный результат превышает заданное максимальное значение и при повторных измерениях последующие результаты будут аналогично превышать заданное значение, то техническое состояние объекта будет считаться аварийным и необходимо вмешательство компетентных сотрудников для устранения неполадок во избежание тяжелых последствий. Следовательно, по всем полученным результатам будет происходить обработка и контроль динамики изменений с целью принятия объективного решения по предотвращению нежелательных последствий, возникающих из-за нарушений технического состояния мостовых сооружений или технических зданий.

Выводы. Разработана структурная и функциональная схема системы мониторинга технического состояния мостовых сооружений и строительных зданий; расписаны основные характеристики и функциональные особенности элементов РАБСМ ТС мостов и зданий; описан алгоритм работы разработанной системы мониторинга.

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. 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. pp. 1-22. doi: <https://doi.org/10.3390/jsan8030045>
3. 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
4. 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](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3639-7_95).
5. 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](https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/177892020)
6. Kid's Eye Safe Smart TV – ESP32 – HCSR04 – Micropython – IOT – SrcCodes. <https://www.srccodes.com/iot-kids-eye-safe-smart-tv-roku-esp32-hcsr04-sensor-oled/> (доступ 27.07.2020).
7. Датчик температуры и влажности DHT11. <https://notes.kurskov.ru/2019/11/humidity-temperature-sensor-dht11/> (доступ 27.12.2019).
8. Kaliaskarov N.B., Ivel V.P., Yugay V.V., Gerasimova Y.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. Vol. 5, no. 9 (107). pp. 36-48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212301>
9. Get Started with ThingSpeak. <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/getting-started-with-thingspeak.html> (доступ 03.09.2020).

Көпірлер мен құрылыс ғимараттарын мониторингтеудің үйлестірілген Wi-Fi жүйесінің құрылымдық және функционалдық схемасын әзірлеу

¹*КАЛИАСКАРОВ Нурбол Балтабаевич, PhD, кафедра меңгерушісі м.а., 90nurbol@mail.ru,

²САҒЫНДЫҚ Әйгерім Бекенқызы, PhD, доцент, aiko_.90@mail.ru,

¹БУЛАТБАЕВ Феликс Назымович, т.ғ.к., декан, felix4965@mail.ru,

¹БУЛАТБАЕВА Юлия Феликсовна, PhD, доцент м.а., julia_my_angel@mail.ru,

¹ЕСЕНЖОЛОВ Улан Серикович, аға оқытушы, newneil@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²«Торайғыров университеті» КеАҚ, Қазақстан, Павлодар, Ломов көшесі, 64,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Көпірлер мен құрылыс ғимараттарының техникалық жағдайын үздіксіз бақылау қажет. Көпір құрылымдары мен құрылыс ғимараттарының техникалық жағдайын бақылау үшін көптеген әдістер, шешімдер мен әзірлемелер бар. Олардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері бар, әр авторлар өзіндік идеяларды ұсынады. Мұндай артықшылықтарға: қуатты аз тұтыну, үлкен қамту радиусы, пайдалану мерзімі және басқалар жатады. Кемшіліктерге: күрделі бағдарламалау, құрылғылардың үйлесімділігі бойынша қиыншылықтар, деректер желісінің күрделі архитектурасы және басқалары жатады. Мақалада көпір құрылыстары мен құрылыс ғимараттарының техникалық жағдайын қашықтықтан мониторингтеудің сымсыз жүйелерінің функциялары, олардың құрылымдық элементтерінің функционалдық ерекшеліктері, оларда ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдаланудың өзектілігі сипатталған, құрылымдық және функционалдық элементтерді таңдау негізделген. Деректерді сымсыз әдіспен жіберу үшін нәтижелерді өңдеу және сақтау сервері таңдалады, серверді таңдау мақалада сипатталған артықшылықтарға сәйкес жасалады. Құрылған құрылымдық және функционалдық схеманың нәтижелері бойынша жұмыстың қадамдық қадамдарын сипаттайтын жұмыс алгоритмі жасалды және оның әр блоктағы режимдері ескерілді. Зерттеудің мақсаты: құрылыс объектілерінің техникалық жағдайын қашықтан мониторингтеу жүйесінің құрылымдық және функционалдық схемасын әзірлеу.

Кілт сөздер: үйлестірілген жүйе, қашықтықтан мониторинг, көпірлік құрылыстар мен ғимараттар, өлшеуіш датчиктер, қабылдаушы-жіберуші байланыс арнасы, сымсыз жүйенің құрылымдық элементтері, сервер, жұмыстың блокты алгоритмі, функционалдық схема, Wi-Fi.

Development of a Structural and Functional Scheme of a Distributed Wi-Fi Monitoring System for Bridge Structures and Construction Buildings

¹*KALIASKAROV Nurbol, PhD, Acting Head of Department, 90nurbol@mail.ru,

²SAGYNDYK Aigerim, PhD, Associate Professor, aiko_.90@mail.ru,

¹BULATBAYEV Felix, Cand. of Tech. Sci., Dean, felix4965@mail.ru,

¹BULATBAYEVA Yuliya, PhD, Acting Associate Professor, julia_my_angel@mail.ru,

¹YESSENZHOLOV Ulan, Senior Lecturer, newneil@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²NCJSC «Toraighyrov University», Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64,

*corresponding author.

Abstract. The technical condition of bridge structures and construction buildings must be monitored continuously. There are many methods, solutions and developments for monitoring and controlling the technical condition of bridge structures and construction buildings. Each of them has advantages and disadvantages, each author offers original and own ideas. Such advantages include: low power consumption, large coverage and range, service life and others. Disadvantages include: complex programming, heavy device compatibility, complex data network architecture, and others. The article describes the functions of wireless remote monitoring systems for the technical condition of bridge structures and construction buildings, the functional features of their structural elements, the relevance of the use of information and communication technologies in them, the choice of structural and functional elements is justified. To send data wirelessly, a server for processing and storing results was selected, the server was selected according to its advantages described in the article. Based on the results of the created structural and functional scheme, an algorithm of work has been developed that describes the step-by-step steps of work and its modes in each block are taken into account. The purpose of the study is to develop a structural and functional scheme of a remote monitoring system for the technical condition of construction facilities.

Keywords: distributed Wi-Fi system, remote monitoring, bridge structures and buildings, measuring sensors, receiving and transmitting communication channel, structural elements of the wireless system, server, block algorithm, functional diagram, Wi-Fi.

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. 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. pp. 1-22. doi: <https://doi.org/10.3390/jsan8030045>
3. 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
4. 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.
5. 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
6. Kid's Eye Safe Smart TV – ESP32 – HCSR04 – Mlcropython – IOT – SrcCodes. <https://www.srccodes.com/iot-kids-eye-safe-smart-tv-roku-esp32-hcsr04-sensor-oled/> (Accessed 27.07.2020).
7. Датчик температуры и влажности DHT11. <https://notes.kurskov.ru/2019/11/humidity-temperature-sensor-dht11/> (Accessed 27.12.2019).
8. Kaliaskarov N.B., Ivel V.P., Yugay V.V., Gerasimova Y.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. Vol. 5, no. 9 (107). pp. 36-48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212301>
9. Get Started with ThingSpeak. <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/getting-started-with-thingspeak.html> (Accessed 03.09.2020).