

CP2102 DCL00X 1612, что дает возможность передачи измерительной информации на ПК базовой станции за счет преобразования интерфейса UART в USB. Для увеличения дальности приема-передачи данных использована внешняя антенна ANT 433 ESG-433-01 R/A SMA-M / 433МГц.



Рисунок 2 – Фото ФЭМ БСК для контроля линейных перемещений



Рисунок 3 – Фото ФЭМ БСК для контроля угловых перемещений

Измерительная информация, поступающая на ПК, отображается на экране в виде числовых значений и в виде графиков изменения измеренных значений с течением времени (рисунки 4,5).

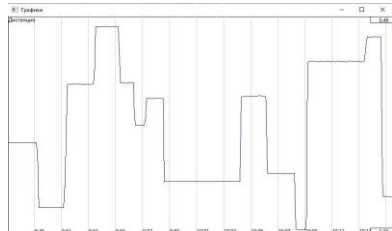


Рисунок 4 – Информационное окно ПК при измерении линейных перемещений



Рисунок 5 – Информационное окно ПК при измерении угловых перемещений

Разработанная система позволяет передавать полученные данные на облачный сервер при подключении ПК базовой станции к сети Интернет. С этой целью организован сайт www.gecontr.com, на котором отображается измерительная информация БСК в графической и табличной форме с возможностью формирования электронных отчетов. Доступ к базам данных пользователей на сервере осуществляется через соответствующие пароли, предоставляемые разработчиком БСК.

Области использования БСК:

- геодезический мониторинг при использовании тахеометров и нивелиров для точных измерений;
- сканирование при создании трехмерных моделей для контроля текущего состояния и сравнения с проектными данными;
- нивелирование при измерении высотных отметок для контроля осадок фундаментов;
- радары и лидары для беспилотных систем определения расстояния до объектов и скорости.

Литература

1. Модуль лазерного дальномера 701A // JRT-measure: [сайт]. – URL: <https://ru.jrt-measure.com/laser-distance-meter-module/52424365.html> (дата обращения: 20.02.2025).
2. ENS1J-B28-L00256L инкрементный энкодер // Components.ru: [сайт]. – URL: <https://components.ru/product/9358269/> (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 621.3.049.77: 681.586

БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Здоровцев С. В., Кушнеров Д. П., Шевченко А. В.

Открытое акционерное общество «МНИПИ», Минск, Беларусь

Аннотация. Представлены результаты разработки беспроводной системы мониторинга состояния окружающей среды. Система обеспечивает измерение параметров окружающей среды (абсолютная температура, относительная влажность, атмосферное давление, освещенность) в реальном времени и передачу данных на базовую станцию и в сеть Интернет по беспроводным каналам радиосвязи.

Ключевые слова: мониторинг состояния окружающей среды. Беспроводная передача данных.

WIRELESS ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM

Zdorovtsev S. V., Kushnerov D. P., Shevchenko A. V.

Open Joint Stock Company MNIPI, Minsk, Belarus

Abstract. The results of the development of a wireless environmental monitoring system were presented. The system provides real-time measurement of environmental parameters (absolute temperature, relative humidity, atmospheric pressure, illumination) and data transmission to the base station and the Internet via wireless radio communication channels.

Keywords: environmental monitoring. Wireless data transmission.

Адрес для переписки: Здоровцев С. В., ул. Я. Коласа, 73, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: zgk@mnipi.by

Мониторинг окружающей среды является частью экологического контроля за состоянием и уровнем загрязнения природы, который выполняется с использованием систем различного уровня. В состав мониторинговых систем входит ряд аппаратно-программных средств контроля параметров окружающей среды [1, 2].

В работе представлены результаты разработки беспроводной системы мониторинга параметров окружающей среды (БСМ), обеспечивающей измерение параметров окружающей среды (абсолютная температура, относительная влажность, точка росы, атмосферное давление, освещенность) в реальном времени (онлайн) и передачу данных на базовую станцию и в сеть Интернет по беспроводным каналам радиосвязи.

Схема организации БСМ представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема организации БСМ

В состав БСМ входят;

- комплект беспроводных функциональных электронных модулей (ФЭМ) с подключаемыми датчиками параметров окружающей среды;
- радиомодем беспроводного соединения модулей с базовой станцией локальной сенсорной сети;
- ПК базовой станции;
- удаленный сервер глобальной сенсорной сети;
- регистраторы данных пользователей (ПК, планшет, смартфон);
- программное обеспечение (ПО) для работы в локальной и глобальной сенсорной сети через Интернет. В качестве датчиков параметров окружающей среды используются цифровые сенсорные модули: BMP280 – модуль контроля абсолютной температуры, относительной влажности, атмосферного давления; DH1750 – модуль контроля освещенности.

Структурная схема ФЭМ представлена на рисунке 2.

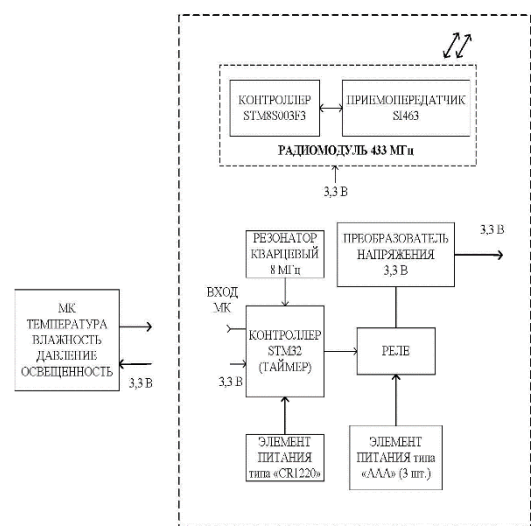


Рисунок 2 – Структурная схема ФЭМ БСМ

Обработка измерительной информации в ФЭМ осуществляется микроконтроллером STM32F103C8T6 с процессором Cortex-M3, к которому подключаются цифровые сенсорные модули по шине I2C. Шина I2C является одной из модификаций последовательных протоколов обмена данными.

Автономное электропитание ФЭМ обеспечивается за счет использования элементов ААА.

Фото ФЭМ БСМ представлен на рисунке 3.

Для беспроводной передачи измерительной информации на удаленный ПК в ФЭМ встроен модуль приемопередатчика HC-12 на базе микросхемы SI4463. Для увеличения дальности передачи данных использована внешняя антенна ANT 433 ESG-433-01 R/A SMA-M / 433МГц, 1dBi, угловая.

Прием измерительной информации осуществляется с помощью блока радиомодема, включающего модуль приемопередатчика HC-12 и конвертер USB-TTL на базе микросхемы SILABS CP2102 DCL00X 1612.

Наличие радиоканала позволяет выполнять дистанционный мониторинг состояния окружающей среды в реальном времени за счет беспроводной передачи данных на базовую станцию, а также трансляции полученных данных в сеть Интернет. Регистрация данных осуществляется в графической и табличной форме с возможностью формирования электронных отчетов. Для удаленного доступа к СДКМ организован облачный сервер по адресу: <https://www.recontr.com>.

Доступ к базам данных пользователей на сервере осуществляется через соответствующие пароли, предоставляемые разработчиком БСМ.



Рисунок 3 – Фото ФЭМ БСМ

БСМ обеспечивает:

- сбор измерительной информации с распределенных функциональных сенсорных модулей;
- передачу данных на базовую станцию по беспроводным каналам радиосвязи;
- обработку, регистрацию, хранение полученных данных в табличном и графическом виде;
- трансляция данных в сеть Интернет и их размещение на выделенном сервере с возможностью доступа к ним пользователей;
- формирование конфигурации системы по требованию потребителя.
- автоматическое формирование электронного журнала учета измеряемых параметров;
- установку пределов измеряемых параметров;
- настройку интервалов считывания данных с функциональных сенсорных модулей.

Основные параметры БСМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры БСМ

Параметр	Значение
Диапазон измерения температуры	от -40 до +85 °С
Диапазон измерения отн. влажности	от 0 до 98 %
Диапазон измерения атм. давления,	от 300 до 1100 гПа
Диапазон измерения освещенности	от 10 до 60 000 лк
Расчет точки росы	есть
Канал связи	радиоканал 433 МГц
Дальность связи	500 м

Преимущества БСМ:

- простая установка и настройка (не требуется прокладки проводов/кабелей);
- предоставление потребителю требуемого ПО и серверной инфраструктуры;
- круглосуточный доступ к данным из любой удаленной точки;
- гибкость и масштабируемость (легко изменить структуру оборудования и пользователей);
- автоматическое формирование таблиц, графиков, отчетов;
- низкая стоимость внедрения и эксплуатации.

Разработанная БСМ может быть использована для контроля и мониторинга окружающей среды в помещениях, складах, хранилищах, на производственных участках, технологических линиях, коммунальных хозяйствах.

Литература

1. Мониторинг окружающей среды // Области экологии: [сайт]. – URL: <https://oblasti-ekologii.ru/ecology/ekologiceskij-risk-kontrol-i-monito> (дата обращения: 20.02.2025).
2. Системы мониторинга окружающей среды // Лабдепо: [сайт]. – URL: <https://labdepot.ru/oborudovanie/kontrol-parametrov-okruzhayushch> (дата обращения: 20.02.2025).

УДК 519.24

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ДИСТАНЦИОННОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ПО ЛАЗЕРНЫМ СПЕКЛАМ

Иванов В. И.

НИИ ядерных проблем БГУ, Минск, Беларусь

Аннотация. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния параметров движения объекта на достоверность результатов вибродиагностики по амплитудно-частотному спектру флуктуаций отраженного лазерного излучения в режиме прямого фотодетектирования сигнала. Получены расчетные соотношения для определения максимально возможных дистанций вибродиагностики с учетом скоростных и угловых параметров движения виброповерхности.

Ключевые слова: лазерная спекл-виброметрия

INFLUENCE OF OBJECT MOVEMENT PARAMETERS ON THE RELIABILITY OF REMOTE VIBRATION DIAGNOSTICS BY LASER SPECLE

Ivanov V.I.

Institute for nuclear problems of Belarusian state university, Minsk, Belarus