

Очевидно, что расширение концепции «интеллектуальный дом» возможно при сотрудничестве специалистов по строительству и архитектуре с медицинскими специалистами, разработчиками медицинской и бытовой техники, мебели, осветительной аппаратуры, энергоснабжения.

#### Литература

1. Лемешко В.А. Телемедицина: здравоохранение делает шаг в будущее / В.А. Лемешко, Т.С. Тепцова // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2017. – № 4(30). – С. 30–38. Режим доступа: [http://mt-choice.ru/mt\\_30\\_2017-4/](http://mt-choice.ru/mt_30_2017-4/). – Дата доступа: 5.01.2020.

2. Серикова М.В. К вопросу модульного построения систем обеспечения умного дома / М.В. Серикова, В.А. Атрощенко, Н.Д. Чигликова // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10–1. – С. 45–50. – Режим

доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41787>. – Дата доступа: 5.01.2020.

3. Оценка эффективности технологии дистанционного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертонией на основе показателей выполнения клинических рекомендаций / О.М. Посенкова [и др.] // Качество в кардиологии. – 2015. – № 2. – С. 1–5. Doi: 10.15275/cardioit.2015.0203.

4. Zaitseva E.G. On the Possibility of Remote Diagnostics of the Respiratory System by Auscultation / E.G. Zaitseva, M.V. Chernetsky, N.A. Shevel. Devices and Methods of Measurements, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 148–154. Doi: 10.21122/2220-9506-2020-11-2-148-154.

5. Дьяченко, А.И. Респираторная акустика (обзор) / А.И. Дьяченко, А.Н. Михайловская // Труды ИОФАН. – 2012. – Т. 68. – С. 136–181. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://readera.ru/trudy-iofan/2012-68>. – Дата доступа: 21.08.2019.

УДК 621.3.049.77: 681.586

### БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

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

ОАО «МНИПИ»

Минск, Республика Беларусь

В работе представлены результаты разработки и исследования беспроводной системы контроля параметров удаленных объектов (БСКП), предназначенной для сбора, обработки и хранения данных, полученных о состоянии объектов и окружающей среды с помощью функциональных электронных модулей контроля физико-химических параметров [1].

БСКП построена по модульному принципу, предусматривающему определенный набор элементов: модуль центрального процессора (регистратора), дополнительные модули памяти, модули интерфейса, функциональные измерительные модули, сенсорные элементы и устройства [2]. В этом случае каждой процедуре присваивается имя, и она оформляется в виде стандартного программного модуля, выполняющего четко определенную функцию. Модульное построение системы имеет и другое преимущество. Пользуясь одним и тем же общим набором модулей, можно в принципе построить из них различные структуры, соответствующие решению разных задач. При этом необходимо учитывать ряд особенностей при решении измерительных задач, основным из которых является необходимость учета динамики реализации модулей и вызова в оперативную память соответствующих массивов в целом или их частей. Время обмена с внешней памятью при модульном построении системы складывается из времени обмена при вызове модулями необходимых информационных массивов, а также времени записи и считывания промежуточных результатов работы системы модулей.

Модульное построение БСКП обеспечивает ряд преимуществ при выполнении процесса измерения, регистрации, обработки контрольных данных:

- расширение числа функций, реализуемых в БСКП;
- наращивание аппаратных средств, а также возможность модернизации аппаратных модулей и их замены более совершенными устройствами;
- обеспечение независимости метрологических характеристик каналов измерения от внешних каналов обмена информацией;
- организация сетевого протокола обмена данными по каналам обмена информацией;
- возможность модернизации и развития прикладного программного обеспечения.

Структурная схема БСКП представлена на рисунке 1.

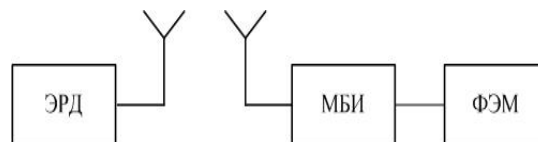


Рисунок 1 – Структурная схема БСКП

Измерения физико-химических параметров осуществляется с помощью функциональных электронных модулей (ФЭМ), включающих сенсорные элементы и блок АЦП, осуществляющий оцифровку измерительной информации. Измерительная информация в виде пакета цифровых данных из ФЭМ поступает в модуль беспроводного интерфейса (МБИ), который обеспечивает

беспроводную связь с электронным регистратором данных (ЭРД).

Структурная схема МБИ представлена на рисунке 2.

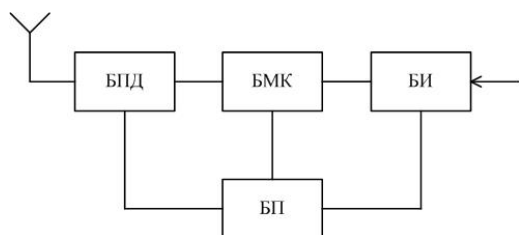


Рисунок 2 – Структурная схема МБИ

Логику обмена данными между ФЭМ и МБИ выполняет блок микроконтроллера (БМК) на базе микросхемы STM32F407VGT6TR. Питание функциональных блоков МБИ осуществляется автономным блоком питания (БП), выполненным на микросхемах MCP73831T (контроллер заряда батареи), NCP551SN33T1G (линейный стабилизатор напряжения), LM27313DBV (импульсный повышающий стабилизатор напряжения до 5 В для питания ФЭМ). Блок интерфейса (БИ) содержит схему задержки включения шины USB, которая необходима для последовательного замыкания линий питания и передачи данных. Передача данных на ЭРД осуществляется по протоколу беспроводной связи Bluetooth. С этой целью в блоке передачи данных (БПД) применен модуль связи HC-06. В качестве ЭРД может быть использован электронный планшет или смартфон с установленным прикладным ПО. Основные требования к операционной системе ЭРД – Android 7.0 и выше. Вывод данных на панели ЭРД осуществляется в цифровой и графической форме с последующим запоминанием и формированием архивов данных.

На рисунке 3 представлен внешний вид макета БСКП в составе: планшетного компьютера, модуля беспроводного интерфейса, функциональных электронных модулей контроля водородного показателя растворов, температуры и относительной влажности окружающей среды.



Рисунок 3 – Внешний вид макета БСКП

Исследования БСКП были проведены для режимов контроля водородного показателя рас-

творов, температуры и относительной влажности окружающей среды.

Для контроля температуры окружающей среды использовался ФЭМ, в котором в качестве чувствительного элемента использован микроэлектронный датчик DS18B20. Контроль температуры производился в диапазоне от  $-30$  до  $+60$  °. На рисунке 4 представлен фрагмент информационного окна ЭРД в режиме контроля температуры.

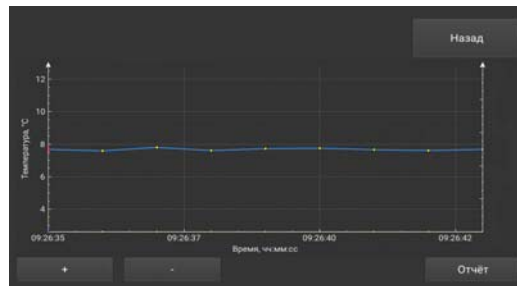


Рисунок 4 – Фрагмент информационного окна ЭРД в режиме контроля температуры



Рисунок 5 – Фрагмент информационного окна ЭРД в режиме измерения относительной влажности

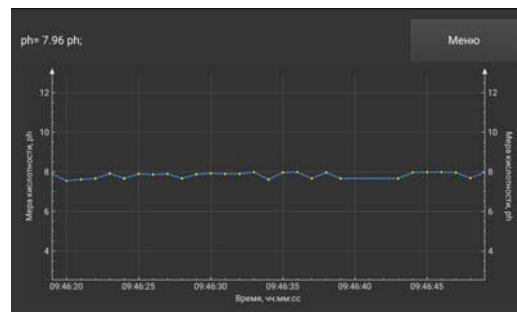


Рисунок 6 – Фрагмент информационного окна ЭРД в режиме измерения водородного показателя растворов

Для контроля относительной влажности окружающей среды использовался ФЭМ, в котором в качестве чувствительного элемента использован микроэлектронный датчик HH-4 000-003. Контроль относительной влажности производился в диапазоне от 10 до 100%. На рисунке 5 представлен фрагмент информационного окна ЭРД в режиме контроля относительной влажности с одновременным контролем температуры.

Для контроля водородного показателя растворов использовался ФЭМ, к которому через входной усилитель НР 4502С был подключен электрод-зонд. Контроль водородного показателя растворов производился в диапазоне от 0 до 12 ед. рН. На рисунке 6 представлен фрагмент информационного окна ЭРД в режиме контроля водородного показателя растворов.

Разработанная БСКП может быть использована как для промышленного применения, так и для выполнении физических и химических экспериментов в научных и учебных лабораториях. Прикладное ПО обеспечивает математическую обработку полученных данных и их отображение на экране планшетного компьютера или смартфона числовом и графическом виде. Предложенное

техническое решение повышает наглядность выполнения экспериментов, предоставляет дополнительные возможности по автоматической обработке данных и анализу полученных результатов.

#### Литература

1. Здоровцев С.В., Кушнеров Д.П., Сушко В.А. Информационно-измерительная система на базе цифровых функциональных электронных модулей // Материалы 11-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение 2018 г. Минск 14–16 ноября 2018 г. – Минск: БНТУ, 2018. – С 17–19.

2. Крюков В.В. Информационно-измерительные системы / В.В. Крюков. – Владивосток: ВГУЭС, 2000. – 102 с.

УДК 621.396.96

### АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Зеленко В.В., Исаев А.В., Суходолов Ю.В.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Носителем информации о значениях физических величин в пределах измерительной системы являются сигналы. Точность измерений зависит от объекта измерений, способов измерений, аппарата обработки и анализа результатов, стабильной работы генераторов измерительных сигналов.

Широкое применение в качестве измерительных сигналов получили периодические последовательности прямоугольных импульсов, которые, исходя их практики, можно считать квазипериодическими, у которых период или другие параметры могут изменяться и варьироваться вокруг их средних значений.

Трудность обеспечения стабильной работы генерирующей аппаратуры связана со случайными изменениями параметров измерительных сигналов с течением времени в некоторых пределах. Вариации параметров сигналов генераторов в дальнейшем могут привести к неточностям при анализе выходных сигналов, снимаемых с объектов измерений. Так, при испытаниях обмоток статоров асинхронных электродвигателей на витковые замыкания применение в качестве тестовых сигналов периодических последовательностей прямоугольных импульсов позволяет получить высокую чувствительность при контроле и создать максимальные испытательные напряжения в обмотке. Тестовые сигналы подаются на вывод обмотки и корпус магнитопровода. Выходным сигналом является напряжение на контролируемой обмотке. Фронтом импульса возбуждаются высокочастотные колебания, протекающие с двумя частотами – сначала с  $f_2$ , а далее до затухания

с  $f_1$ . Точность контроля достигается путем обеспечения максимальной чувствительности к витковому замыканию в обмотке статора и минимальной чувствительности к технологическим разбросам параметров обмотки и нестабильности параметров тестовых сигналов генераторов.

Оценить изменения параметров тестовых сигналов можно во временной области визуально при помощи осциллографов и в частотной области проведя анализ спектрального состава сигнала с помощью спектрометров.

Большинство методов, применяемых при измерении временных интервалов между периодическими последовательностями импульсов связаны с измерениями во временных областях, при этом точность измерений в некоторых случаях не достаточно для решения технических задач. Так, например, сложно оценить результат измерений изменений временных параметров сигналов за малый промежуток времени, величина которого не превышает порога дискретизации цифровых устройств измерения.

При таких условиях возникает необходимость в разработке методов для учета и измерения случайных изменений временных интервалов между периодическими последовательностями импульсов путем анализа в частотной области, что позволит повысить точность оценки их изменения во времени.

Измерить временные интервалы можно применив осциллографические и электронно-счетные методы. К осциллографическим методам измерения относятся методы с линейной или спиральной разверткой. Такие методы визуализи-