

УДК 004.9

В.В. Федоренко, А.В. Кузьмин

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

СБОР И ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА

Одним из важных измерений являются измерения температуры. В настоящее время существует достаточное количество автоматизированных систем контроля температуры. Многие из существующих систем предназначены для применения в узкой предметной области, не имеют инструментов гибкой настройки, не предполагают интеграции с информационной системой для хранения данных о произведенных измерениях и условиях работы. К тому же большая часть таких систем разрабатывается за рубежом, что накладывает серьезные ограничения в части информационной и технологической безопасности на их использование в отдельных областях.

Цель работы – создание автоматизированной системы для сбора и хранения данных от датчика контроля температуры объекта.

Реализация сбора данных была выполнена в соответствии со стандартом CAN 2.0. По протоколу информационно-логического обмена по интерфейсу USART был осуществлен обмен данными между датчиком контроля температуры объекта и автоматизированной системы со скоростью 250 кбит/с. Автоматизированная система для сбора и хранения данных разработана в среде визуального программирования Embarcadero RAD Studio XE7. Работа со стандартом CAN 2.0 осуществляется с помощью библиотеки USBCAN2.dll.

В ходе работы проанализированы автоматизированные системы контроля температуры объектов и выделены их достоинства и недостатки.

В статье подробно описаны технические аспекты реализации системы сбора и передачи данных датчика контроля нагрева объекта по интерфейсу CAN 2.0, а также хранения данных в информационной системе.

Предложенные технические решения для сбора и хранения данных позволяют разрабатывать автоматизированные системы контроля температуры объекта и получать информацию о текущем состоянии объекта.

Ключевые слова: сбор данных, хранение, протокол информационно-логического обмена, контроль температуры.

V.V. Fedorenko, A.V. Kuzmin

Penza State University, Penza, Russian Federation

COLLECTION AND STORAGE OF DATA IN AUTOMATED SYSTEM OF OBJECT TEMPERATURE CONTROL

One of important measurements are temperature measurements. Now, there is enough automated control systems of temperature. Many of the existing systems are intended for application in narrow data domain, have no instruments of flexible setup, do not assume integration with an information system for data storage about the performed measurements and working conditions. Besides

the most part of such systems is developed abroad that superimposes serious restrictions regarding information and technological security for their use in certain areas. The operation purpose – creation of automated system for collection and data storage from the sensor of temperature monitoring of an object. Implementation of data collection was executed according to the CAN 2.0 standard. According to the protocol of datalogical exchange on the USART interface the data interchange between the sensor of temperature monitoring of an object and automated system, with a speed of 250 kbps was realized. The automated system is developed for collection and data storage in the environment of visual programming of Embarcadero RAD Studio XE7. Work with the CAN 2.0 standard is carried out with the help of USBCAN2.dll library.

During operation automated control systems of temperature of objects are analyzed and their merits and demerits are selected.

In article technical aspects of implementation of system of collection and data transfer of the sensor of monitoring of heating of an object on the CAN 2.0 interface and also data storage in an information system explicitly are described.

The proposed technical solutions allow to develop automated control systems of temperature of an object for collection and data storage and to obtain information on a current status of an object.

Keywords: data collection, data storage, information-logical exchange protocol, temperature control.

Введение. Большинство технологических процессов стремительно меняется в процессе автоматизации. Без точных измерений всевозможных физических величин немислимо управление различными механизмами. Немаловажными являются измерения температуры.

Для обеспечения контроля температуры удаленных или труднодоступных объектов применяются бесконтактные датчики температуры [1]. Возможность измерения температуры без контакта с объектом позволяет таким датчикам измерять очень большие диапазоны температур, так как отсутствует необходимость соприкосновения с объектом.

В качестве объекта измерения может выступать объект, которому необходимы удаленный контроль состояния и возможность оценки температуры без непосредственного контакта. Это может быть объект из области теплоэнергетики, электроэнергетики, строительства, металлургии, машиностроения, военной области или объект различных производственных процессов.

1. Обзор аналогичных систем. В роли автоматизированных систем могут выступать существующие системы контроля температуры [2]. Среди распространённых систем можно указать АСКТ-01, testSaveris 2, TempControl и Temp.Keeper.

АСКТ-01 предназначена для измерения температуры зерна в силосах по всей высоте силоса и подачи аварийно-предупредительной сигнализации в случае превышения температурой зерна установленного предельного значения. АСКТ-01 может прогнозировать самонагревание объекта, она достаточно автоматизирована и имеет высокую надежность. Однако АСКТ-01 предназначена для применения в узкой предметной области [3].

Wi-Fi-логгеры данных Saveris 2 обеспечивают бесперебойную запись параметров температуры и влажности через заданные промежутки времени и последующую передачу измеренных значений по Wi-Fi-каналу в Облачное хранилище данных TestoCloud. TestSaveris 2 не имеет инструментов гибкой настройки [4].

Система контроля температуры TempControl круглосуточно фиксирует температуру объекта через заданные промежутки времени. Полученные измерения отображаются в виде графиков и цифр, а также автоматически записываются в архив, который всегда можно просмотреть на экране любого монитора и распечатать на принтере. При выходе значений из заданных пределов возникает сигнал тревоги – производится запись в журнале. Однако TempControl не имеет интеграции с информационной системой для хранения значимой информации [5].

Система Temp.Keeper позволяет одновременно получать информацию с нескольких датчиков. Temp.Keeper автоматически находит подключенные датчики и позволяет настроить сигнализацию для каждого датчика отдельно, а также работать не только с датчиками температуры, но и с датчиками влажности [6].

Системы testSaveris 2, TempControl и Temp.Keeper были разработаны за рубежом, что накладывает серьезные ограничения в части информационной и технологической безопасности на их использование в отдельных областях.

2. Структура системы контроля температуры объекта. Для контроля процесса нагревания объекта используется датчик контроля нагрева объекта (ДКНО). В состав изделия ДКНО входят выносной датчик и измерительный преобразователь (ИП). В роли выносного датчика выступает инфракрасный (ИК) датчик MLX90614 [7]. Такой датчик позволяет практически моментально считывать температуру поверхности объекта, измеряя его ИК-излучение. Им можно измерять температуру в широких диапазонах: от минус 40 до 125 °С для самого датчика; от минус 70 до 380 °С для температуры объекта. MLX90614 имеет программируемую чувствительность, диапазоны измерений, коэффициент излучательной способности (КИС), что весьма важно для измерения поверхностей с разными параметрами. Он выдает значение температуры в виде цифрового кода размером 2 байта. Измерительный преобразователь – это микроконтроллер MDR32F9Q на базе процессорного ядра ARMCortex-M3 [8]. Электропитание ДКНК осуществляется

от источника постоянного тока напряжением 27 В. Точность измерения температуры датчиком 5 °С. Обмен данными с ИП происходит по интерфейсу I2C с контролем целостности данных.

I2C является двухпроводным, двунаправленным последовательным каналом связи с простым и эффективным методом обмена. Стандарт интерфейса I2C является многомастерным с обнаружением коллизий и арбитражем, исключающим потерю данных при обмене, когда два или более мастера пытаются осуществить передачу одновременно [9]. I²C системы используют последовательную линию данных SDA и линию тактового сигнала SCL. Все устройства, подсоединенные к этим двум линиям, должны работать в режиме открытого стока, обеспечивая тем самым создание на линии «проводного И» за счет внешних резисторов подтяжки обеих линий к питанию. Передача данных между мастером и ведомым осуществляется по линии SDA и синхронизируется по линии SCL. После завершения передачи информации осуществляется передача в обратную сторону 1 бита подтверждения [10]. Каждый принимаемый бит фиксируется принимающей стороной при высоком уровне SCL и может изменяться передатчиком при низком уровне. Изменение линии SDA при высоком уровне SCL является командным состоянием.

Данные в датчике хранятся в сыром виде и занимают 2 байта, поэтому для перевода их в градусы Цельсия необходимо преобразование: поделить значение на 50 и затем вычесть из результата 273,15 [11]. Еще нужно учитывать одну особенность – датчик сперва отправляет младший байт, а затем старший. Поэтому полученные данные перед преобразованием приходится «переворачивать».

Датчик выполняет следующие функции:

- прием ИК-излучения поверхности объекта и его преобразование в электрический сигнал;

- генерация ИК-излучения для проверки работоспособности ДКНО.

ИП выполняет следующие функции:

- обработку информации, поступающей с датчика;
- выдачу дискретных сигналов, соответствующей предельно-допустимой (ПДТ) и критической температуре (КТ) поверхности объекта;
- выработку напряжений для электропитания ДКНО;
- автоматическую проверку исправности ДКНО и выдачу сигнала в систему управления (СУ) объекта в случае неисправности.

В целом ДКНО обеспечивает:

- прием от СУ объекта команды на включение и выключение;
- тестирование технического состояния элементов ДКНО и выдачу в СУ объекта сигналов о техническом состоянии (неисправности), готовности к работе;
- контроль температуры поверхности объекта по командам СУ;
- выдачу в СУ объекта сигнала о ПДТ поверхности объекта для включения системы охлаждения, если она имеется;
- выдачу в СУ объекта сигнала о КТ на поверхности объекта.

На рис. 1 представлена структура системы контроля температуры объекта.

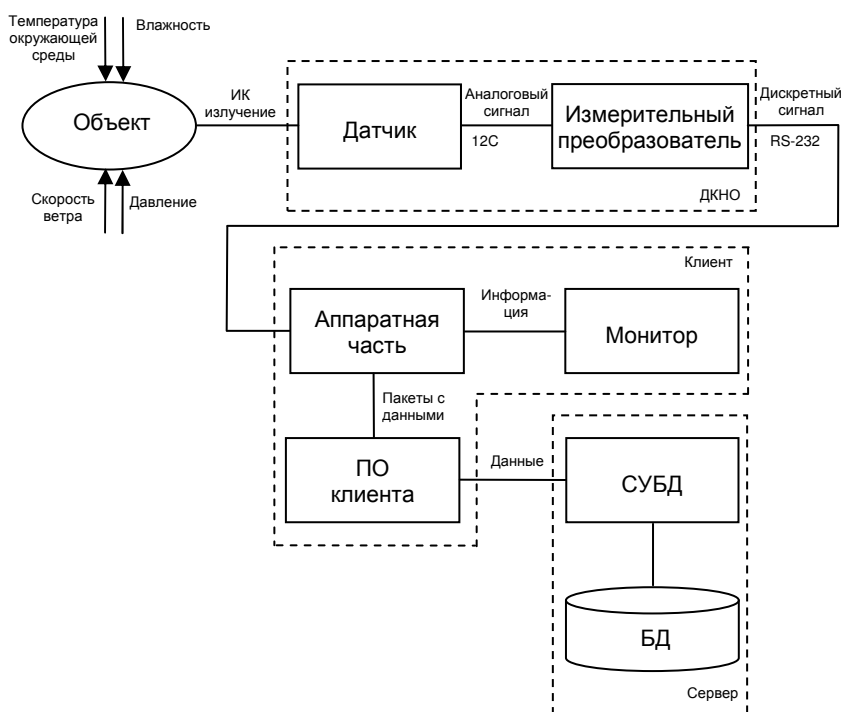


Рис. 1. Структура системы контроля температуры объекта

Датчик считывает температуру объекта, измеряя его ИК излучение [12]. При этом следует учитывать, что на измерение, помимо собственной температуры объекта, влияют еще и внешние погодные условия, такие как температура окружающей среды, влажность, скорость ветра и давление. После измерения датчик отправляет полученные значения в аналоговом виде в ИП для последующего преобразования в дискретный сигнал.

В связи с необходимостью обработки, визуализации и анализа дискретных сигналов, поступающих с датчика на ИП, используются автоматизированные системы (блоки «КЛИЕНТ» и «СЕРВЕР», см. рис. 1). Это необходимо для упрощения работы персонала, выполняющего тестирование и настройку аппаратуры ДКНО.

После преобразования дискретный сигнал, выходящий из ИП, поступает на СОМ-порт компьютера, на котором должна быть установлено программное обеспечение, позволяющее работать с пакетами данных, полученными от ДКНО. Из программы значимая информация должна отправляться в систему управления базами данных (СУБД) для последующей записи в базу данных (БД), которая в данном случае хранится на сервере, что необходимо для обеспечения одновременной работы множества клиентов [13].

3. Функции автоматизированной системы контроля температуры. Функциональное назначение автоматизированной системы контроля температуры объекта следующее:

- связь с ДКНО;
- настройка ДКНО на определенный объект: установка значений КИС, ПДТ и КТ;
- сбор данных по запросу или периодически, с выбранной частотой;
- преобразование кода в значения температуры по шкале Цельсия;
- анализ полученных значений температуры: расчет минимума, максимума, проверка выхода за границы ПДТ или КТ;
- оповещение о выходе за границу ПДТ или КТ;
- визуализация полученных температур в виде графика;
- учет информации об объектах (наименование объекта, ПДТ, КТ);
- учет информации о датчиках (наименование объекта, КИС);
- учет информации об окружающей среде (температура окружающей среды, скорость ветра);
- хранение информации о сеансе работы (температура, выход за пределы ПДТ, КТ);
- выдача отчета о сеансе работы;
- выдача отчета с информацией о настройке ДКНО;
- выдача отчета с графиком измерений.

Входными данными в программу являются дискретные сигналы, поступающие с ИП ДКНО, информация об объекте, датчике и окружающей среде, заданная пользователем.

Выходными данными являются полученные от ДКНО значения температуры, графики, оповещения о выходе за границы ПДТ или КТ, а также отчеты о сеансе работы, изменениях и настройке ДКНО.

4. Сбор данных от датчика контроля нагрева объекта. Основная работа с датчиком в программной части системы производится через библиотеку USBCAN2.DLL (USBCAN-library), предоставленную компанией SYSTEC. Большинство функций возвращает значение типа UCANRET, в котором содержится код ошибки. Расшифровка этого кода одинакова для всех функций [14].

Режимы работы (состояния) ДКНО, принимаемые и посылаемые в каждом состоянии сообщения, условия переходов из одного состояния в другое и выполняемые операции приведены на рис. 2 [15].

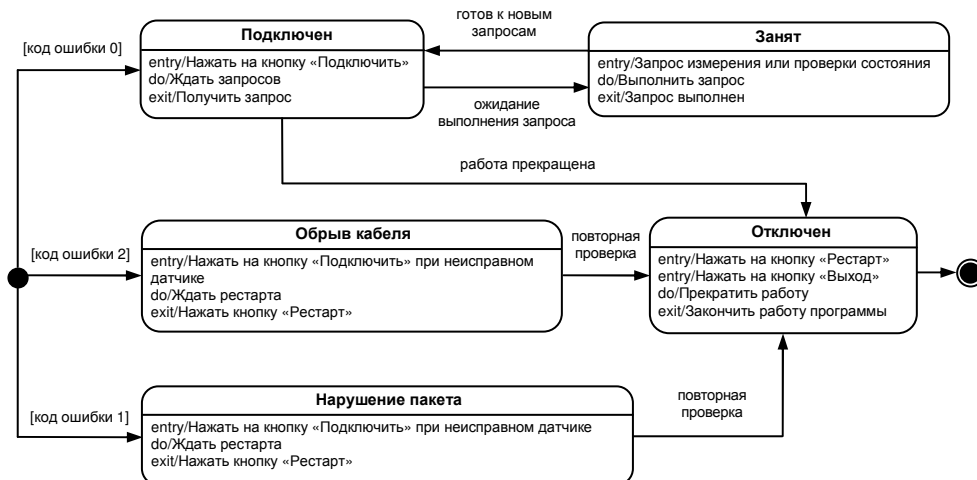


Рис. 2. Диаграмма состояний и переходов ДКНО

После подачи напряжения питания ДКНО включается (состояние «Подключен»). В таком состоянии ДКНО готов к работе и информационному обмену по каналу CAN через 5 с после подачи напряжения питания.

При снятии напряжения питания ДКНО выключается (состояние «Отключен»).

Включенный ДКНО может находиться в одном из следующих состояний:

- «Занят»;
- «Обрыв кабеля»;
- «Нарушение пакета».

В режиме «Занят» ИП принимает от датчика информационные пакеты с результатами текущего измерения температуры объекта, анализирует значение измеренной температуры на принадлежность диапазонам контрольных значений и формирует информационное сообщение «Результаты измерения». Период поступления данных от датчика в ИП составляет не более 50 мс. Состояние «Обрыв кабеля» означает, что датчик неисправен. Причиной неисправности является его поломка или он отключен от ДКНО.

Состояние «Нарушение пакета» означает, что ДКНО неисправен. Основной причиной такого состояния является неправильная функциональность ДКНО или помехи в канале связи. При любом переходе из одного состояния в другое ДКНО сообщает об этом, посылая ширококестельно одно из сообщений: «Измерение», «Неисправность». Также в программе предусмотрена возможность запроса текущего состояния ДКНО сообщением «Запрос состояния блока».

Формат расширенного пакета данных представлен в табл. 1.

Таблица 1

Формат расширенного пакета данных

Поле	Длина, бит	Описание
Начало кадра	1	Сигнализирует начало передачи кадра
Идентификатор А	11	Первая часть идентификатора
Подмена запроса на передачу (SRR)	1	Должен быть рецессивным
Бит расширения идентификатора (IDE)	1	Должен быть рецессивным
Идентификатор В	18	Вторая часть идентификатора
Запрос на передачу (RTR)	1	Должен быть доминантным
Зарезервированные биты (r0 и r1)	2	Резерв
Длина данных (DLC)	4	Длина поля данных в байтах (0-8)
Поле данных	0-64	Передаваемые данные (длина в поле DLC)
Контрольная сумма (CRC)	15	Контрольная сумма всего кадра
Разграничитель контрольной суммы	1	Должен быть рецессивным
Промежуток подтверждения (ACK)	1	Передатчик шлет рецессивный, приемник шлет доминантный
Разграничитель подтверждения	1	Должен быть рецессивным
Конец кадра (EOF)	7	Должен быть рецессивным
Идентификатор получается объединением частей А и В		

Описание поля идентификатора представлено в табл. 2.

Таблица 2

Описание поля идентификатора

Идентификатор А											SRR	IDE	Идентификатор В																	
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18			17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
Пр	Тд	Дескриптор											АИ							АП										

В табл. 2 используются следующие обозначения: Пр – уровень приоритета сообщения (2 бита); Тд – тип длины передаваемого сообщения (2 бита); Дескриптор – дескриптор сообщения в десятичной системе счисления (11 бит), определяет тип длины сообщения; АИ – адрес источника сообщения (7 бит), определяет абонента инициатора сообщения; АП – адрес приемника сообщения (7 бит), позволяет реализовать передачу сообщений конкретному абоненту.

При выполнении подключения, проверки состояния и сбора данных программа обменивается пакетами данных с ДКНО описанного выше формата. Из ответного пакета от ДКНО осуществляются выборка необходимых данных и их анализ.

5. Хранение данных от датчика контроля нагрева объекта.

Для хранения данных о проведенных испытаниях, объектах и другой значимой информации разработана БД [16]. База данных работает под управлением СУБД Firebird 2.5. Структура базы данных представлена на рис. 3 в виде логической модели. Отношения в базе данных находятся в третьей нормальной форме (ЗНФ) [17].

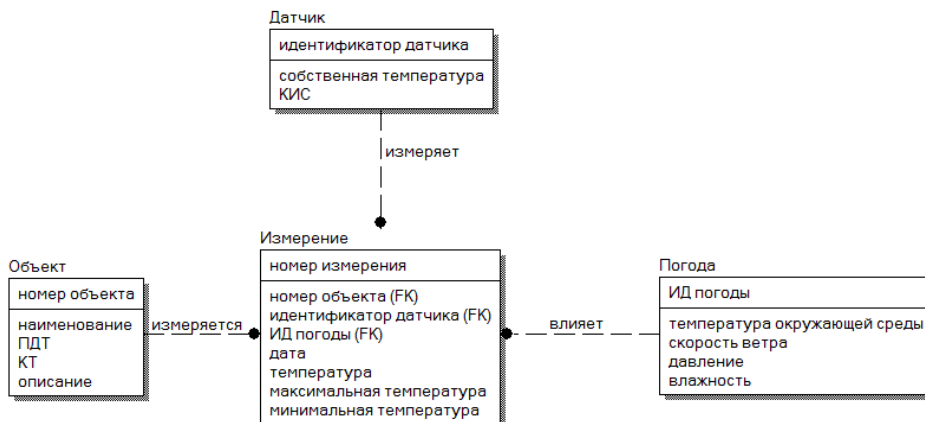


Рис. 3. Логическая модель базы данных

Использование в автоматизированной системе контроля температуры объекта БД позволяет выполнять следующие операции:

- добавление, изменение и удаление информации об объектах, датчиках и погодных условиях;
- хранение информации о сеансе работы;
- выдачу отчетов о настройке ДКНО, сеансе работы и об измерениях в электронном (формата .txt) и печатном виде.

Информация о сеансе работы, а именно о проведенных измерениях в процессе работы автоматизированной системы, в базу данных заносится автоматически.

6. Реализация системы контроля температуры объекта. Разработанная автоматизированная система контроля температуры объекта позволяет осуществлять следующие функции:

- настройку ДКНО на определенный объект;
- проверку состояния ДКНО и выдачу ошибок;
- сбор данных по запросу или периодически, с выбранным интервалом измерения;
- преобразование данных от ДКНО в значения температуры по шкале Цельсия, Кельвина. Фаренгейта;
- анализ полученных значений температуры: расчет минимума, максимума, проверку выхода за границы ПДТ или КТ;
- визуальное и звуковое оповещение о выходе за границу ПДТ или КТ;
- визуализацию значений температуры объекта в виде графика [18];
- индикацию изменений значения температуры с использованием цветового кодирования [19];
- работу с базой данных.

Состав модулей программы представлен на рис. 4 [20].

Главный модуль программы предназначен для выполнения основного функционала программы. Главный модуль программы позволяет вызвать следующие модули: модуль настройки датчика, модуль настройки измерения, модуль создания отчетной документации.

Модуль настройки датчика позволяет непосредственно перед работой с датчиком осуществить его настройку на определенный объект. Из него можно вызвать модули работы с информацией об объекте, датчике и погоде. Данные модули предназначены для работы с таблицами базы данных, описанной выше, и связаны с модулем данных.

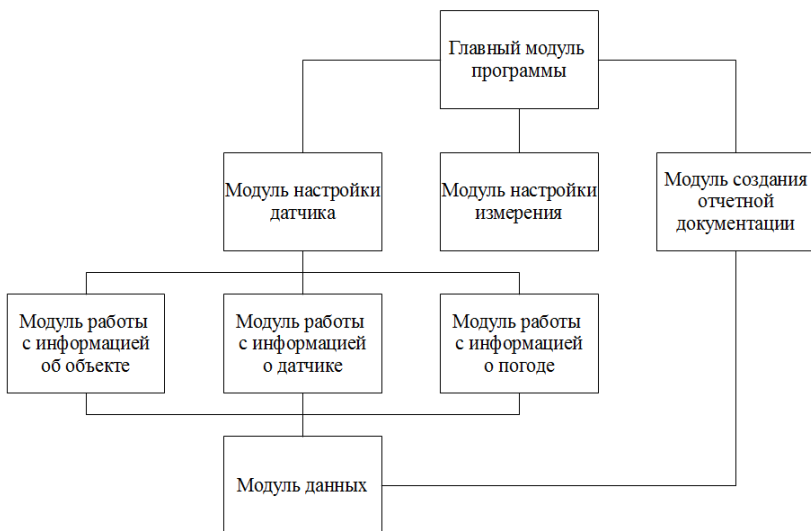


Рис. 4. Состав модулей программы



Рис. 5. Автоматизированная система контроля температуры объекта

Модуль настройки режима измерения предназначен для настройки интервала времени между опросами датчика.

Модуль создания отчетной документации позволяет пользователю сгенерировать все необходимые документы с отображением на них необходимой информации.

Программная часть системы реализована с помощью интегрированной среды разработки приложений для Embarcadero RAD Studio XE7. Результат работы программной части системы представлен на рис. 5.

Автоматизированная система контроля температуры объекта необходима прежде всего для повышения качества работы персонала с ДКНО.

Выводы. В данной работе рассмотрены технические аспекты реализации автоматизированной системы контроля температуры объекта, а именно подсистем сбора и хранения данных, получаемых от датчика контроля нагрева объекта.

Рассмотрена и проанализирована структура системы, определены назначение и требования к подсистемам, необходимые для разработки системы.

Авторами рассмотрен процесс обмена данными с датчиком температуры, проанализирован протокол обмена данными, на основе которого разработаны программные средства сбора данных.

Для хранения полученных данных предложена структура базы данных, определены набор и параметры атрибутов.

Предложенные технические решения позволили разработать автоматизированную систему контроля температуры объекта, которая позволяет упростить работу с ДКНО, а именно: настройку ДКНО, проверку состояния ДКНО, сбора данных по запросу или периодически, визуализации данных от ДКНО и ведение сопроводительной документации при работе с ДКНО.

Библиографический список

1. Многофункциональные датчики физических величин. Принципы построения, модели и конструкции / Е.А. Ломтев, П.Г. Михайлов, А.У. Аналиева, А.О. Сазонов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2015. – № 2. – С. 57–65.

2. Структурные схемы измерительных устройств систем контроля и управления / Д.А. Аржаев, О.Н. Бодин, В.Г. Полосин, Д.И. Нефедьев,

А.Г. Убиенных // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 1. – С. 24–30.

3. Автоматическая система контроля температуры АСКТ-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kontakt-1.ru/produkcziya/katalog-produkczii/termopodveski-i-termometriya,mnogotochechnyie-datchiki-temperaturyi> (дата обращения: 20.06.2017).

4. Автоматический мониторинг температуры с минимумом усилий. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.testo.ru/ru-U/testo_saveris_2/monitoring_temperature_na_myasopererabatyvayushchih_predpriyatiyah (дата обращения: 21.06.2017).

5. TempControl – Система контроля температуры [Электронный ресурс]. – URL: http://kino.bohn.ru/publ/1/tempcontrol_sistema_monitoringa_temperature/6-1-0-58 (дата обращения: 24.06.2017).

6. Описание программы Temp.Кеерер [Электронный ресурс]. – URL: <http://isens.ru/about.html> (дата обращения: 25.06.2017).

7. Digital Plug & Play Infrared Thermometer in a TO-Can [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can> (дата обращения: 15.06.2017).

8. Микроконтроллер MILANDR [Электронный ресурс]. – URL: <https://ldm-systems.ru/product/19004> (дата обращения: 30.06.2017).

9. 1986BE92У – Описание и параметры [Электронный ресурс]. – URL: http://ic.milandr.ru/products/mikrokontrollery_i_protssory32_razryadnye_mikrokontrollery/1986ve92u (дата обращения: 17.06.2017).

10. Семенов Б.Ю. Шина I2C в радиотехнических конструкциях. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 140 с.

11. Гордов А.Н. Основы температурных измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 304 с.

12. Магунов А.Н. Лазерная термометрия твердых тел. – М.: Физматлит, 2002. – 222 с.

13. Еременко А.В., Долгова И.А., Щербакова С.В. Базы данных: учебник. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. – 110 с.

14. Леонов В. Обучение мобильной разработке на Delphi. – М.: Embarcadero, 2015. – 342 с.

15. Язык UML. Руководство пользователя / сост. Г. Буч, Дж. Рамбо. – М., 2001. – 257 с.

16. InterBase и Firebird. Практическое руководство для умных пользователей и начинающих разработчиков / сост. А.Г. Бондарь. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 502 с.

17. Востриков С.М., Ковязин А.Н. Мир InterBase. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. – 496 с.

18. Косников Ю.Н. Построение интерфейса человек-компьютер для системы автоматизированного управления сложными объектами // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 4. – С. 82–92.

19. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. – М.: Вильямс, 2005. – 1168 с.

20. Федоренко В.В., Кузьмин А.В. Анализ и визуализация данных в автоматизированной системе контроля температуры объекта // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сб. ст. XXXII Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 6–8 июня 2017 г.): в 2 т. / под ред. д.т.н., проф. М.А. Щербакова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – Т. 1. – С. 141–144.

References

1. Lomtev E.A., Mikhailov P.G., Analieva A.U., Sazonov A.O. Mnogofunktsional'nye datchiki fizicheskikh velichin. Printsipy postroeniia, modeli i konstruktсии [Multifunctional sensors of physical quantities. Principles, models and designs the Dimension. Monitoring. Management. Control]. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'*, 2015, no. 2, pp. 57-65.

2. Arzhaev D.A., Bodin O.N., Polosin V.G., Nefed'ev D.I., Ubiennykh A.G. Strukturnye skhemy izmeritel'nykh ustroystv sistem kontroliia i upravleniia [The structural scheme of the measuring system devices of the control and management Dimension. Monitoring. Management. Control]. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'*, 2016, no. 1, pp. 24-30.

3. Avtomaticheskaiia sistema kontroliia temperatury ASKT-01 [Automatic temperature control system ASKT-01], available at: <http://www.kontakt-1.ru/produkcziya/katalogprodukczii/termopodveski-i-termometriya,mnogotochechnyie-datchiki-temperaturyi> (accessed 20 June 2017).

4. Avtomaticheskii monitoring temperatury s minimumom usilii [Automatic temperature monitoring with minimum effort], available at: https://www.testo.ru/ru-U/testo_saveris_2/monitoring_temperatury_na_myasopererabatyvayushchih_predpriyatiyah (accessed 21 June 2017).

5. TempControl – Sistema kontrolia temperatury [TempControl is a temperature control System], available at: http://kino.bohn.ru/publ/1/tempcontrol_sistema_monitoringa_temperature/6-1-0-58 (accessed 24 June 2017).

6. Opisanie programmy Temp.Keeper [Description of the programme Temp.Keeper], available at: <http://isens.ru/about.html> (accessed 25 June 2017).

7. Digital Plug & Play Infrared Thermometer in a TO-Can, available at: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can> (accessed 15 June 2017).

8. Mikrokontroller MILANDR [MILANDR microcontroller], available at: <https://ldm-systems.ru/product/19004> (accessed 30 June 2017).

9. 1986VE92U – Opisanie i parametry [1986BE92Y – Description and parameters], available at: http://ic.milandr.ru/products/mikrokontrollery_i_protssory32_razryadnye_mikrokontrollery/1986ve92u (accessed 17 June 2017).

10. Semenov B.Iu. Shina I2C v radiotekhnicheskikh konstruktsiiakh [The bus I2C in radio engineering constructions]. Moscow: SOLON-R, 2002. 140 p.

11. Gordov A.N. Osnovy temperaturnykh izmerenii [Bases of temperature measurements]. Moscow: Energoatomizdat, 1992. 304 p.

12. Magunov A.N. Lazernaia termometriia tverdykh tel [Laser thermometry of solid bodies]. Moscow: Fizmatlit, 2002. 222 p.

13. Eremenko A.V., Dolgova I.A., Shcherbakova S.V. Bazy dannykh [Data base]. Penzenskii gosudarstvennyi universitet, 2010. 110 p.

14. Leonov V. Obuchenie mobil'noi razrabotke na Delphi [Training in mobile development at Delphi]. Moscow: Embarcadero, 2015. 342 p.

15. Buch G., Rambo Dzh. Iazyk UML. Rukovodstvo pol'zovatelya [UML. User guide]. Moscow: 2001. 257 p.

16. Bondar' A.G. InterBase i Firebird. Prakticheskoe rukovodstvo dlia umnykh pol'zovatelya i nachinaiushchikh razrabotchikov [InterBase and Firebird. Practical guidance for smart users and the beginning developers]. Saint Petersburg: BKhV-Peterburg, 2007. 502 p.

17. Vostrikov S.M., Koviazin A.N. Mir InterBase [World of InterBase]. Moscow: KUDITs-OBRAZ, 2005. 496 p.

18. Kosnikov Iu.N. Postroenie interfeisa chelovek-komp'iuter dlia sistemy avtomatizirovannogo upravleniia slozhnymi ob'ektami [Creation of the interface of people computer for the system of automated management of difficult objects]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Tekhnicheskie nauki*, 2014, no. 4, pp. 82-92.

19. Khern D., Beiker M.P. Komp'yuternaia grafika i standart OpenGL [Computer graphics and OpenGL]. Moscow: Vil'iams, 2005. 1168 p.

20. Fedorenko V.V., Kuz'min A.V. Analiz i vizualizatsiia dannykh v avtomatizirovannoi sisteme kontrolya temperatury ob"ekta [Analysis and visualization of data in the automated system of temperature control of an object]. *Sbornik statei XXXII Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Problemy avtomatizatsii i upravleniia v tekhnicheskikh sistemakh"* (Penza, 6–8 June 2017). Ed. M.A. Shcherbakova. Penzenskii gosudarstvennyi universitet, 2017, vol. 1, pp. 141-144.

Сведения об авторах

Федоренко Вероника Владимировна (Пенза, Россия) – студент Пензенского государственного университета (440062, г. Пенза, ул. Онежская 17, e-mail: tanevazhnozh@mail.ru).

Кузьмин Андрей Викторович (Пенза, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы» Пензенского государственного университета (440028, г. Пенза, ул. Кулибина 14, e-mail: flickerlight@inbox.ru).

About the authors

Fedorenko Veronika Vladimirovna (Penza, Russian Federation) is a Student Penza State University (440062, Penza, 17, Onezhskaya st., e-mail: tanevazhnozh@mail.ru).

Kuzmin Andrey Viktorovich (Penza, Russian Federation) is a Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor Department of computer information system Penza State University (440028, Penza, 14, Kulibina st., e-mail: flickerlight@inbox.ru).

Получено 09.10.2017