

В. В. Токарев, А. А. Першина

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ПОМЕЩЕНИЯ

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Поступила в редакцию 17.06.2022 г.

Принята к публикации 28.06.2022 г.

45

Для цитирования: Токарев В. В., Першина А. А. Разработка системы мониторинга и управления микроклиматом помещения // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Физико-математические и технические науки. 2022. №1. С. 45–52.

Система мониторинга и управления – это система, позволяющая снимать данные о показателях с объектов мониторинга удаленно, без физического присутствия. Она дает возможность работать как с датчиками и другими устройствами напрямую, так и с промежуточным устройством, например с контроллером или локальным концентратором. В текущей реализации создана система получения данных о температуре, влажности и энергопотреблении отопления в помещении. Также система включает в себя канал обратной связи для управления устройствами-актуаторами, то есть управляющими устройствами. К одному из таких типов устройств относится рекуператор – устройство для нагнетания воздуха в помещении с целью терморегуляции. Текущая реализация также предусматривает управление рекуператором путем задания расписания его работы. В системе реализована информационно-аналитическая среда, позволяющая выводить данные, удобные для восприятия, и анализировать энергопотребление.

Ключевые слова: разработка, обратная связь, сбор данных, микроклимат

Введение

Для мониторинга и управления микроклиматом в помещении была разработана система, состоящая из двух частей:

- масштабируемой системы сбора данных с каналом обратной связи;
- информационно-аналитической системы энергосбережения здания.

Данная система позволяет вести учет показателей и управлять расписанием рекуператора.

Система разрабатывалась для следующих устройств:

- контроллер;
- локальный концентратор;
- квартирный теплосчетчик;
- терморегуляторы;
- рекуператор;
- датчики температуры.

Разработка масштабируемой системы сбора данных с каналом обратной связи

46

К проблеме сбора данных с устройств, участвующих в единообразном производстве, всегда было приковано особое внимание заинтересованных сторон. Ведь только оперируя данными с различных датчиков, можно сделать выводы о правильности работы всех компонентов системы и в случае отклонения от нормы внести необходимые изменения. Особую роль играет проблема масштабируемости: то, что работает на малом количестве данных и компонентов, должно оставаться работоспособным при увеличении количества данных и устройств. Как было отмечено выше, при возникновении неполадок или просто показателей, которые не устраивают оператора системы, должна учитываться возможность скорректировать работу надлежащих компонентов системы.

Целью работы стало создание такой системы.

Масштабируемая система сбора данных с объектов мониторинга с каналом обратной связи предназначена для асинхронного сбора данных о показателях в неблокирующем режиме с наблюдаемых объектов, а также для принятия запроса на управление подключенными устройствами (рис. 1).

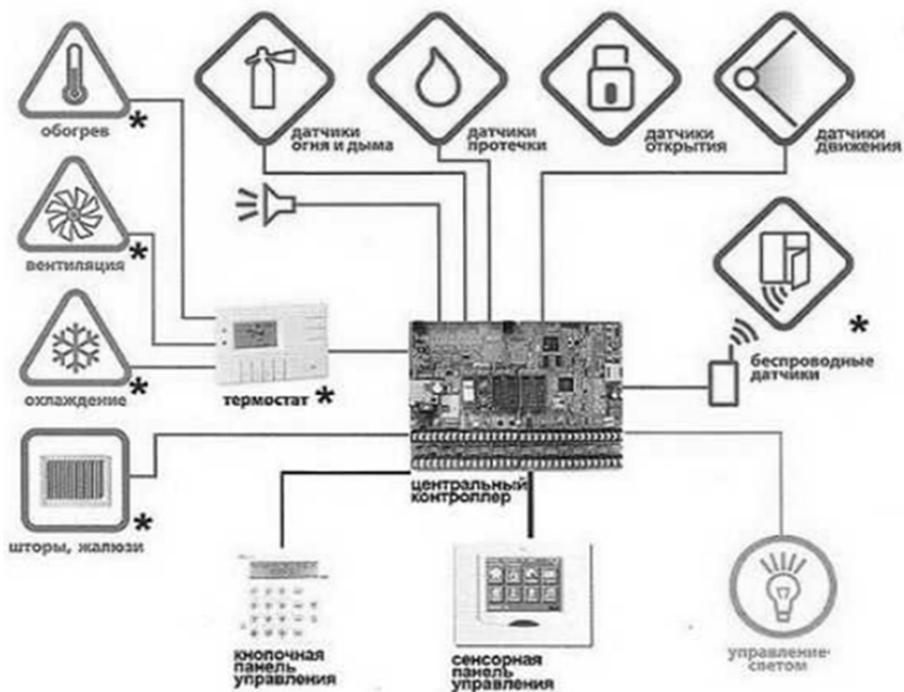


Рис. 1. Схема работы системы



Используемый стек технологий:

1. Aiohttp – асинхронный HTTP клиент-серверный веб-фреймворк для asyncio и Python [2].

2. SQLite3 – СУБД, предназначенная для хранения ORM баз данных [3].

3. MQTT – легкий, компактный открытый протокол обмена данными, реализованный для приема и передачи данных на местах, где требуется небольшой размер кода и существуют ограничения пропускной способности передачи канала данных.

Прежде всего было спроектировано хранилище данных. Для его реализации использована библиотека языка Python для работы с СУБД SQLite под названием SQLite3. Функционал для хранения предоставляет возможность хранить данные с установленных датчиков (рис. 2), а также расписание работы рекуператора (рис. 3). Весь функционал был реализован с помощью стандартных классов Python, которые затем были транслированы в базы данных SQLite.

47

id	Date_n_Time	SensorId	Temperature
1	06-May-2022 20:00:55:694031	2	-26
2	06-May-2022 20:01:04:711702	1	8
3	06-May-2022 20:01:16:743066	1	-33
4	06-May-2022 20:01:22:767141	2	49
5	06-May-2022 20:01:40:809728	1	-6
6	06-May-2022 20:01:52:849884	2	45
7	06-May-2022 20:02:07:892623	1	-15
8	06-May-2022 20:02:22:932709	2	20
9	06-May-2022 20:02:31:961307	1	12
10	06-May-2022 20:02:40:985885	1	41
11	06-May-2022 20:02:50:024940	2	-9
12	06-May-2022 20:02:56:041856	2	40
13	06-May-2022 20:03:05:072294	1	45
14	06-May-2022 20:03:14:091273	2	-28
15	06-May-2022 20:03:20:106696	1	9
16	06-May-2022 20:03:26:123608	1	-14
17	06-May-2022 20:03:32:138145	1	35
18	06-May-2022 20:03:41:158604	2	41

Рис. 2. Содержимое базы данных значений датчиков температуры

id	Start_Time	End_Time	Temperature
1	07:00	13:37	21

Рис. 3. Содержимое таблицы с расписанием рекуператора



Получение данных с датчиков происходит в асинхронном режиме по протоколу MQTT, то есть они накапливаются постоянно. Данные о расписании приходят только при получении соответствующих запросов на добавление изменений.

Основные особенности протокола MQTT:

- асинхронный протокол;
- компактные сообщения;
- работа в условиях с нестабильной связью при передаче и получении данных;
- поддержка нескольких уровней качества обслуживания (QoS);
- легкое встраивание новых условий.

Протокол MQTT работает на прикладном уровне модели сети поверх TCP/IP и использует по умолчанию 1883 порта (8883 при подключении через SSL) [1]. Обмен сообщениями в протоколе MQTT осуществляется между клиентом (client), который может быть издателем или подписчиком (publisher/subscriber) сообщений, и брокером (broker) сообщений.

Издатель осуществляет отправку данных на MQTT брокер, указывает в сообщении определенный топик (topic, тему). Подписчики могут получать разного рода данные от нескольких издателей в зависимости от подписки на соответствующие темы.

Устройства MQTT используют определенные разновидности сообщений для реализации взаимодействия с брокером, ниже представлены основные:

- connect – установить соединение с брокером;
- disconnect – разорвать соединение с брокером;
- publish – опубликовать данные в топик на брокере;
- subscribe – подписаться на топик на брокере;
- unsubscribe – отписаться от топика.

Сервис поддерживает несколько режимов работы:

Агрегирование данных – накапливание данных в асинхронном режиме с датчиков и с входящих запросов с изменениями.

Управление устройствами – отправка команд на управляющие устройства.

Разработка программного обеспечения информационно-аналитической системы энергосбережения здания

Информационно-аналитические системы (ИАС) – системы, предназначенные для сбора и предоставления различной информации для принятия решений на основе анализа данных.

Реализуемая система предназначена для отслеживания различных показателей датчиков (температура в помещении, влажность в помещении), анализа информации об энергопотреблении, составления графика работы рекуператора для поддержания заданной температуры в заданных временных интервалах.



Поскольку информационно-аналитическая система будет представлять собой веб-сервис, необходимо определить программные средства для ее разработки:

- REST — протокол взаимодействия между сервисом агрегирования данных и веб-сервисом;
- Python — язык разработки;
- HTML, CSS, JavaScript — языки разметки;
- Django — фреймворк для разработки веб-приложения.

Поскольку в реализуемой системе важнейшим пунктом является удобство пользования для человека, то важно реализовать визуальный интерфейс. Визуальный интерфейс веб-приложения представляет собой HTML-страницы. В фреймворке Django создан удобный функционал для реализации веб-страниц, интегрируемых с View. Данный функционал носит название шаблонов (Template).

В разрабатываемой системе предусмотрены четыре окна.

1. Окно авторизации. Данная страница является главной страницей приложения, и именно на нее осуществляется переадресация неавторизованного пользователя при попытке получения доступа к другим узлам сервиса. Данная страница состоит из формы ввода логина и пароля. К кнопке формы привязан POST-запрос, ведущий на соответствующий View.

2. Окно показателей датчиков представлено на рисунке 4. На данной странице отображаются температура в помещении; влажность в помещении; температура батарей; режим работы рекуператора. Для расположения всех необходимых элементов, отвечающих за показатели, используется универсальный контейнер. Внутри него располагаются элементы списка, каждый из которых представлен вкладкой, содержащей текст — обработанные данные соответствующего показателя. Выше располагается панель навигации, состоящая из кнопок, ведущих на другие страницы системы. Данная панель содержится внутри всех веб-страниц за исключением страницы авторизации.



Рис. 4. Окно показателей датчиков

3. Окно статистики (рис. 5), в котором отображен график потребления теплоэнергии. Для вывода таблицы и графика используется JavaScript, а именно библиотека Highcharts. Также в данном окне отображается оценка энергоэффективности здания. Оценка энергоэффек-

тивности происходит на основании [4]. Также выводятся показатели удельного годового расхода теплотенергии, потенциала снижения потребления и целевого уровня экономии. Данные показатели рассчитываются в соответствии с [5].

50



Рис. 5. Окно статистики и оценки энергоэффективности

4. Окно для настройки расписания работы рекуператора (рис. 6) представляет собой страницу, на которой располагается форма для ввода времени начала периода, времени окончания периода и требуемой температуры в указанный период. Под формой располагается таблица с расписанием. Каждая строка представляет собой описание расписания, а также включает кнопку для удаления. Работа по добавлению расписания на страницу осуществляется с помощью вставок на языке JavaScript для придания странице интерактивности. При добавлении расписания предусмотрен функционал проверки добавляемого расписания, а именно непревалирования времени начала над временем окончания и неперекрывтия временным интервалом нового расписания любого из уже добавленных. При попытке добавить данные, не удовлетворяющие перечисленным выше критериям, возникает всплывающее окно с предупреждением и данные не добавляются.

The screenshot shows the 'Расписание' (Schedule) tab of the 'Система управления микроклиматом в помещении' (Indoor Climate Control System). It features a form for setting schedule parameters and a table with columns for 'Время начала', 'Время окончания', 'Температура', and 'Удалить'.

Время начала	Время окончания	Температура	Удалить
07:30	17:00	23	

Рис. 6. Окно настройки расписания

Завершает реализованную систему вкладка «Выход». При нажатии на данную вкладку происходит деавторизация и перенаправление на страницу авторизации.



Результаты

1. Была реализована система по сбору данных с возможностью масштабирования, то есть с возможностью добавления новых обрабатываемых устройств и систем устройств.

2. Был добавлен канал обратной связи, то есть возможность управлять акuatorами, в частности рекуператором.

3. Была реализована информационно-аналитическая система энергосбережения.

Результатом работы является система мониторинга и управления микроклиматом помещения. Причем данная система может использоваться не только на промышленных предприятиях, но и частными пользователями, а также общественными зданиями.

51

Список литературы

1. *Paho-MQTT E*. MQTT-SN Software. 2018.
2. *Протокол MQTT*: концептуальное погружение. URL: <https://habr.com/ru/post/463669/> (дата обращения: 19.05.2022).
3. *Документация* по фреймворку aiohttp. URL: <https://docs.aiohttp.org/en/stable/> (дата обращения: 19.05.2022).
4. *Тепловая защита зданий*: СНиП 23-02-2003. URL: <http://sniprf.ru/razdel-2/23-02-2003> (дата обращения: 19.05.2022).
5. *Об утверждении* методических рекомендаций по определению в сопоставимых условиях целевого уровня снижения государственными (муниципальными) учреждениями суммарного объема потребляемых ими дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля, а также объема потребляемой ими воды : приказ Минэкономразвития России от 15 июля 2020 г. №425. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Об авторах

Владимир Владимирович Токарев – магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.
E-mail: coaka2013@gmail.com

Александра Алексеевна Першина – магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.
E-mail: 110898@inbox.ru

V. V. Tokarev, A. A. Pershina

DEVELOPMENT OF A MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR THE INDOOR MICROCLIMATE

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 17 June 2022

Accepted 28 June 2022

To cite this article: Tokarev V. V., Pershina A. A. 2022, Development of a monitoring and control system for the indoor microclimate, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Physical-mathematical and technical sciences*, №1. P. 45 – 52.



A monitoring and control system is a system that allows you to remotely collect data on indicators from monitoring objects, without a physical presence. This system allows you to work both with sensors and other devices directly, and with an intermediate device, for example, with a controller or a local hub. In the current implementation, obtaining data on temperature, humidity and energy consumption of heating in a room has been created. The system also includes a feedback channel for controlling actuator devices, that is, command devices. One of these types of devices is a heat exchanger – a device for blowing air into a room for the purpose of thermoregulation. The current implementation also provides for the control of the heat exchanger by setting the schedule for its operation. The system has an information and analytical environment that allows you to display data that is convenient for perception and analyze energy consumption.

Keywords: development, feedback, data collection, microclimate

The authors

Vladimir V. Tokarev, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: coaka2013@gmail.com

Alexandra A. Pershina, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: 110898@inbox.ru