

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.383

Павлючик
Юрий Сергеевич

Модели и программно-алгоритмическое обеспечение обработки больших
объемов данных в информационно-вычислительной системе

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 04 – Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Научный руководитель
Скудняков Ю.А.
кандидат технических наук, доцент

Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Развитие сетевых технологий, увеличение количества пользователей сети Интернет повлекло за собой увеличение объема передаваемой и хранимой информации. Внедрение удаленных систем контроля и управления, вызванное развитием технологии передачи данных, также повлекло за собой увеличение объема используемой информации. Существующие реляционные базы данных не в состоянии хранить и обрабатывать все возрастающие массивы информации, что приводит к необходимости внедрения подходов Big Data.

Практическим примером использования технологии больших данных является система удаленного учета и контроля тепловой энергии (электрической энергии, расхода горячей и холодной воды и прочее). Показания контрольно-измерительных приборов (КИП) учета тепловой энергии абонентов сохраняются в хранилище данных, откуда их в дальнейшем можно использовать для оценки эффективности использования тепловой энергии и начисления платы за потребленное тепло.

Для оценки эффективности использования тепловых ресурсов разработано программно-аппаратное обеспечение (ПАО), которое получает показания КИП, преобразует в требуемый формат для последующей передачи на сервер оператора, где данные проверяются и сохраняются в хранилище.

Программная часть ПАО выполняет функции взаимодействия программных и аппаратных средств, обеспечивает хранение и эффективную обработку больших массивов данных. На основе собранных данных потребления тепловой энергии возможно составить статистику потребления, определить неэффективное использование тепловых ресурсов для последующего проведения тепловой модернизации здания и внедрения энергосберегающих технологий.

Таким образом, в качестве модели данных выступают показания КИП, связанные с информацией об абоненте и расположении объекта теплоснабжения. В качестве методов обработки больших данных – реализованный функционал для анализа данных об использовании тепловой энергии, которые находятся в распределенном хранилище данных. При этом информация об абонентах и объектах теплоснабжения размещена в реляционной базе данных.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является разработка моделей, алгоритмов и программного обеспечения обработки больших объемов данных в информационно-вычислительной системе для оптимизации использования тепловой энергии на отопление зданий и сооружений и учета, контроля и анализа полученных данных.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

- разработать модели и алгоритмы обработки больших объемов данных для оценки эффективности использования тепловой энергии;
- разработать архитектуру программно-аппаратного обеспечения учета и контроля потребленной тепловой энергии с возможностью определения эффективности ее использования;
- реализовать программное и аппаратное обеспечение для системы учета и контроля потребленной тепловой энергии;
- произвести экспериментальное исследование разработанной системы учета и контроля потребленной тепловой энергии.

Объектом исследования являются системы учета и контроля потребления тепловой энергии.

Предметом исследования является математическое и программное обеспечение компьютерных систем дистанционного учета и контроля тепловой энергии с возможностью оценки эффективности ее использования при обработке больших объемов данных.

Основной гипотезой, положенной в основу диссертационной работы, является возможность оценки эффективности учета потребленной тепловой энергии. Разрабатываемое аппаратное обеспечение получает данные от цифрового контрольно-измерительного прибора (КИП) расхода тепла и посредством сети Интернет передает их абоненту. Поскольку соединение осуществляется через точку доступа Wi-Fi абонента, сооружение дополнительной инфраструктуры не требуется.

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично.

Вклад научного руководителя Ю.А. Скуднякова заключается в формулировке целей и задач исследования, помощи в составлении математической модели программно-аппаратного обеспечения.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на XXV Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии – 2019» (Нижний Новгород, Российская Федерация), XIX научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов «Новые информационные технологии в телекоммуникациях и почтовой связи» (Минск, Беларусь).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы, из них 1 работа в сборнике трудов и материалов международной конференции.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения. Вторая глава посвящена описанию программно-аппаратного средства для системы дистанционного учета и контроля потребленной тепловой энергии. В третьей главе предложена математическая модель программного средства. Программная реализация описана в четвертой главе.

Общий объем работы составляет 70 страниц, из которых основного текста – 51 страниц, 31 рисунок на 24 страницах, 12 таблиц на 15 страницах, список использованных источников из 18 наименований на 2 страницах и 1 приложение на 15 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** показана актуальность темы диссертации, обозначена практическая ценность работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов.

В **первой главе** описаны причины внедрения системы дистанционного учета и контроля расхода тепловой энергии, описан принцип действия указанной системы, а также обозначены причины внедрения подхода больших данных для обработки показаний тепловой энергии.

Во **второй главе** описано используемое программно-аппаратное обеспечение (ПАО) и его принцип действия (рисунок 1 и 2).

Для приема данных от контрольно-измерительного прибора (КИП) абонента и отправки оператору используется плата с открытой архитектурой Arduino Uno. Модуль ESP 8266 предназначен для отправки HTTP-запросов на сервер оператора. Диаграмма состояния ПАО на стороне абонента приведена на рисунке 1.

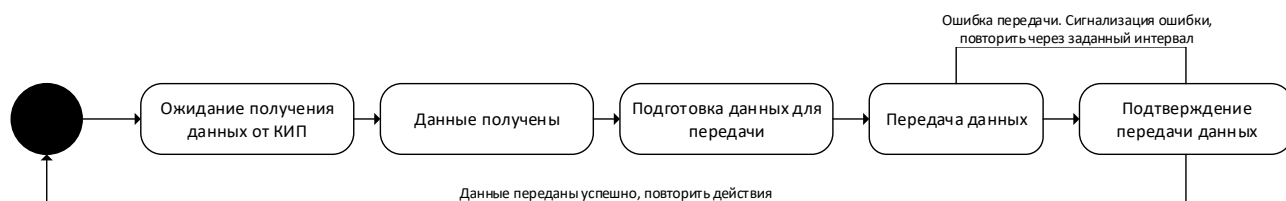


Рисунок 1 – Диаграмма состояния ПАО на стороне абонента

На сервере оператора развернуто веб-приложение, созданное при помощи технологии ASP.NET Core, которое принимает HTTP-запросы и взаимодействует с базой данных. Диаграмма состояния ПАО на стороне оператора приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Диаграмма состояния ПАО на стороне оператора

Для работы с данными используются база данных MSSQL Server и фреймворк Nadoor. База MSSQL предназначена для хранения информации об объектах

теплоснабжения, Nadoor – для хранения и анализа показаний КИП. Функционал для работы с данными реализован средствами хранимых процедур базы MSSQL. Для визуального отображения результатов создано веб-приложение при помощи фреймворка Angular.

Исходя из описания устройства ПАО, построена диаграмма развертывания, которая приведена на рисунке 3.

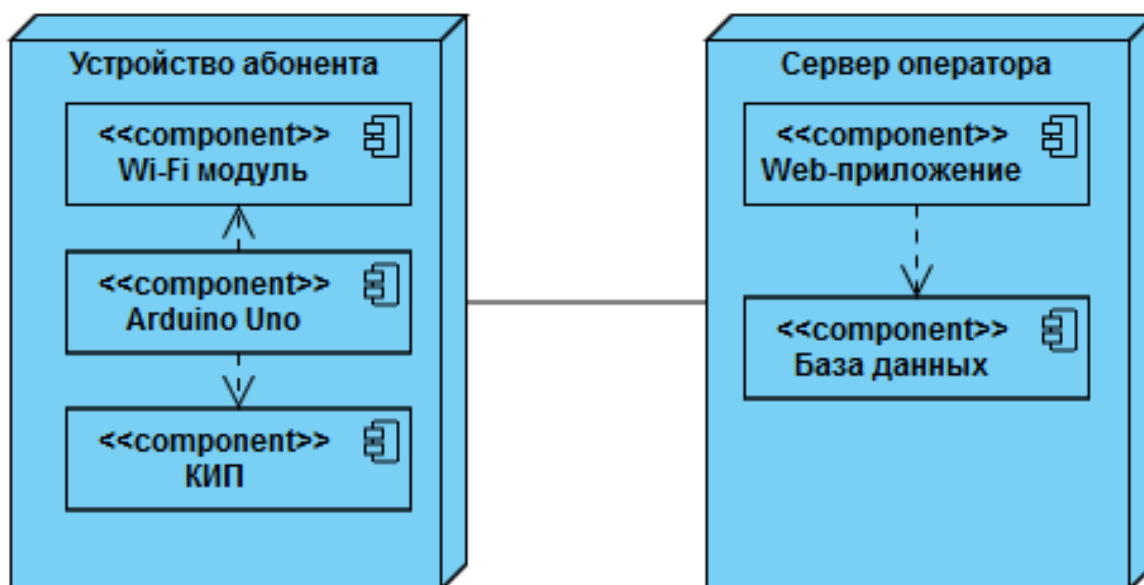


Рисунок 3 – Диаграмма развертывания

В **третьей главе** описана математическая модель программного средства. Установлено, что модель регрессии является линейной, следовательно, существует линейная зависимость тепловой мощности отопительного прибора и температурой наружного воздуха. На основании этого можно заключить, если тепловая мощность отличается на величину двойного среднеквадратичного отклонения от среднего значения, то наблюдается неэффективный расход тепловой энергии. Также неэффективен расход, если температура в помещении выше 24 °С. При температуре ниже 18 °С наблюдается нарушение в работе системы теплоснабжения или необходимость тепловой модернизации здания.

В **четвертой главе** описаны концептуальная, логическая и физическая модели данных, описаны используемые хранимые процедуры, указана структура веб-проектов ASP.NET Core и Angular, показана программная реализация для платы Arduino Uno. Далее приводится описание настройки программной среды для работы с программно-аппаратным обеспечением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации:

– разработаны математические модели и программно-алгоритмическое обеспечение обработки больших объемов данных в информационно-вычислительной системе для решения задач оптимизации расхода тепловой энергии;

– предложена архитектура программно-аппаратного обеспечения системы дистанционного учета и контроля расхода тепловой энергии. Для этого разработаны алгоритмы, которые определяют эффективность расхода тепловой энергии и сигнализируют оператора о нарушении в функционировании системы;

– предложен метод формирования критериев оценки эффективности использования тепловой энергии.

Рекомендации по практическому использованию полученных результатов

– полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки ПО компьютерных систем для решения задач учета и контроля тепловой энергии, анализа эффективности ее использования на основе применения предложенного в работе математического и программно-алгоритмического обеспечения обработки больших объемов данных;

– результаты анализа использования тепловой энергии могут быть использованы для определения списка объектов, подлежащих тепловой модернизации, а также для выявления нарушения режимов работы системы теплоснабжения. Помимо этого, неэффективное использование может быть следствием нарушения работы системы вентиляции, а также нерационального использования тепла проживающими;

– результаты работы могут использоваться при подготовке персонала для разработки и обслуживания компьютерных систем, решающих задачи эффективного использования тепловой энергии;

– данная система может быть использована как часть системы «Умного дома», позволяя наиболее эффективно использовать тепловую энергию.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Павлючик Ю.С., Скудняков Ю.А. Система электронного адаптивного дистанционного обучения. Материалы X-й международной научно-методической конференции «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века». – Минск: БГУИР, 2017. – с. 86-87.

2-А. Павлючик Ю.С., Скудняков Ю.А. «Программно-аппаратное средство для оценки эффективности использования тепловых ресурсов». Материалы 55-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: БГУИР, 2019.

3-А. Павлючик Ю.С., Скудняков Ю.А. «Программно-аппаратное обеспечение для оценки эффективности использования тепловых ресурсов». Материалы XXV международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии (ИСТ-2019) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева» - Нижний Новгород, 2019.