

УДК 681.513.2:311.2-3:[620.9:005.93:502.174]::004

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

© 2011 П.В. Ботвинкин, В.С. Лукьянов

Волгоградский государственный технический университет

Поступила в редакцию 25.11.2011

Приведены результаты серии экспериментов по обеспечению оптимальных параметров микроклимата жилого помещения, свидетельствующие об итоговом снижении уровня потребления электричества. Описаны применённые в рамках данного исследования статистические методы анализа информационных потоков. Описан механизм формирования расписания работы управляющего устройства по уравнению, полученному из составленной статистической модели.

Ключевые слова: *энергосбережение, автоматизированное управление, управление микроклиматом, статистическая модель*

Процессы энергосбережения представляют собой реализацию правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Проблема энергосбережения многогранна и весьма актуальна. Для России она более чем актуальна, ибо энергоресурсы являются одним из основных источников жизнеобеспечения государства. Трудно переоценить значимость скорейшей реализации энергосберегающих стратегий для всех сфер жизни общества. Необходимо проведение исследований и синтез решений, которые позволили бы эффективно воздействовать на уровень энергопотребления как хозяйствующих субъектов, так и жителей жилых домов. В связи с этим вопросы разработки и внедрения общедоступных решений для организации рационального уровня потребления энергетических ресурсов на основе собираемых и анализируемых данных, простых в установке, настройке и эксплуатации, использующих распространенные компоненты, в настоящее время является весьма актуальными.

Современное проектирование сложных автоматизированных технических систем в своей основе широко использует базовый принцип конструирования, в основе которого заложено использование в новых разработках

типовых и стандартных материалов, деталей, коммуникационных изделий, модулей, узлов и блоков. Такой подход в значительной степени позволяет проектировать изделия с максимальной надёжностью, достижимой при заданных ограничениях на стоимость [1]. Контроль процессов, обуславливающих действия, направленные на энергосбережение, заключается в анализе информации, характеризующей состояние и уровни значений определенных параметров, организованной в некий информационный поток. Под информационным потоком понимается группа данных, рассматриваемых в процессе ее передачи, имеющих общий источник и общий приёмник. Управление заключается в формировании требуемых дискретных значений на основе анализа данных информационного потока, помещаемых в состав информационного потока и поступающих в соответствующие заданные внешние устройства, обеспечивающих их включение или выключение. Реализация этих функций связана с выбором эффективного метода учета и использования информационного потока. Наиболее перспективным подходом при анализе данных информационного потока является использование статистических методов. Статистика позволяет компактно описать данные, понять структуру их организации, оценить закономерности их взаимосвязей. Статистические методы анализа включают группу методов и способов сбора и обработки данных, используемых для описания и анализа информации.

При анализе информационных потоков в процессе исследований в рамках данной работы применялись статистические процедуры. Для оценки степени взаимозависимости переменных,

Ботвинкин Павел Викторович, аспирант. E-mail: pavel.botvinkin@gmail.com

Лукьянов Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ и систем. E-mail: lukvs@mail.ru

определяющих микроклимат в помещении и, как следствие, энергопотребление, произведен расчет коэффициентов корреляции. Для построения алгоритма, позволяющего достичь минимально возможного энергопотребления при оптимальном уровне параметров обеспечения комфортного микроклимата в помещении, использовались методы множественной регрессии.

Одна из наиболее распространенных задач статистического исследования состоит в том, чтобы изучить связи между наблюдаемыми переменными. В данном исследовании изучались связи между температурой и влажностью окружающей среды, температурой и влажностью в помещении, временем работы исполнительных устройств для обеспечения оптимального микроклимата, суммарным энергопотреблением. В ходе исследования для решения рассматриваемой задачи были предложены программная и аппаратная архитектуры [2]. На основе предложенных архитектур была разработана установка, примененная для проведения эксперимента, в ходе которого производился сбор следующих параметров с интервалом в 15 минут: температура воздуха в помещении; температура воздуха на улице; относительная влажность воздуха в помещении; относительная влажность воздуха на улице; уровень потребления электроэнергии;

В качестве устройства сбора и передачи данных было использовано УСПД «Advantech ADAM-6050», имеющее 12 цифровых входов, 6 цифровых выходов, работающее в сетях Ethernet и поддерживающее управление данными по протоколу Modbus TCP/IP. В качестве управляющего компьютера, объединяющего функции и клиентской, и серверной части, был применен нетбук «Asus Eee PC 701» мощностью 24 Вт под управлением ОС Windows XP. Для нагревания использовался тепловентилятор «AEG HS 203». Так как тепловентиляторы обладают малой тепловой инерционностью, его применение позволяет изменять температуру в помещении в широких пределах за малый промежуток времени. В процессе исследований установленная мощность тепловентилятора равна 1000 Вт·час. Для снижения влажности воздуха использовалась сплит-система Aikai с включенной функцией «dry» — «снижение влажности воздуха». Для повышения относительной влажности воздуха применялся увлажнитель воздуха «Bone-co 7131». Измерение температуры и влажности воздуха в помещении и на улице осуществлялось термометрами-влажномерами «Brando TEMPer Hum» с диапазоном измерения температуры от -40°C до $+120^{\circ}\text{C}$ и диапазоном измерения

относительной влажности воздуха от 0% до 100%, подключаемыми к компьютеру посредством интерфейса USB. Для получения данных об электропотреблении использовался «Матрица NP 515» - двухтарифный счётчик электроэнергии, работающий в импульсном режиме (1 Ватт-час/импульс). Суммарная стоимость оборудования, предназначенного для сбора и управления, составила 10800 рублей. Стоимости тепловентилятора, сплит-системы и увлажнителя воздуха не принимаются в расчёт, так как это оборудование принято вспомогательным. Программное обеспечение для этого комплекса было разработано в соответствии с предложенной программной архитектурой на языке C#. В качестве СУБД была использована MSSQL Server 2008 Express.

Были проведены три эксперимента:

1. Исследование данных, собранных без учёта оптимальных параметров микроклимата (с 15.03.2011 по 31.03.2011).
2. Исследование данных, собранных с учётом контроля оптимальных параметров микроклимата с помощью простого алгоритма (с 01.04.2011 по 15.04.2011).
3. Исследование данных, собранных с учётом контроля оптимальных параметров микроклимата с помощью полученной статистической модели (с 17.04.2011 по 30.04.2011).

Контролируемыми параметрами микроклимата являлись температура и влажность воздуха в жилом помещении. Управление параметрами происходило при помощи включения и выключения тепловентилятора, увлажнителя воздуха и кондиционера в режиме просушки воздуха. Оптимальные параметры микроклимата жилого помещения соответствовали общепринятым гигиеническим нормам. Под простым алгоритмом управления подразумевается поддержание режима «включено» для соответствующего устройства до момента достижения необходимого значения параметра микроклимата, после чего происходит выключение устройства.

В ходе первого эксперимента были получены данные, свидетельствующие об отсутствии корреляции между собираемыми параметрами. По результатам второго эксперимента был получен ряд корреляционных зависимостей. С использованием методов регрессионного анализа построены модели энергопотребления в зависимости от времени работы тепловентилятора и температуры в помещении. Разработан механизм формирования расписания работы управляющего устройства по квадратному уравнению, полученному из составленной статистической модели. (рис. 1).



Рис. 1. Схема формирования расписания работы устройства

Для проведения третьего эксперимента была применена модель энергопотребления, полученная по результатам второго эксперимента. Для управления параметрами работы тепловентилятора был использован разработанный механизм. По данным экспериментов была установлено, что среднесуточная экономия электроэнергии при контроле параметров работы тепловентилятора, основываясь на полученной модели энергопотребления, составляет 5,22 рубля в сутки при цене 2,53 рубля за киловатт-час. Исходя из расчёта затрат на покупку аппаратуры и сбора экспериментальной установки, срок окупаемости проекта составляет около 5,7 лет.

Для осуществления действий, связанных со сбережением энергии, необходимо контролировать и оптимизировать поток дискретной информации, содержащий данные о значениях параметров, определяющих предпочитаемые параметры окружающей среды и управляемых устройств. Проведенные в рамках работы эксперименты показали, что при использовании статистической модели энергопотребления для управления потребляющими энергию устройствами,

используя разработанный механизм, можно добиться снижения уровня энергопотребления. Это снижение будет тем значительнее, чем для большего числа устройств будет обеспечен автоматический контроль.

Вывод: использованные методики построения моделей, базирующиеся на методах регрессионного анализа, могут быть применены для получения моделей энергопотребления хозяйствующих субъектов и жилых помещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лукьянов, В.С. Имитационное моделирование каналов передачи данных в процессе изучения студентами вопросов по надёжности информационных систем / В.С. Лукьянов, О.В. Степанченко, Е.С. Кузнецова // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. №117(71) / ВолгГТУ. – Волгоград: УИНЛ ВолгГТУ, 2010. С. 149-152.
2. Ботвинкин, П.В. Автоматизированное управление параметрами производства и потребления энергетических ресурсов / П.В. Ботвинкин, В.С. Лукьянов // Открытое образование. 2011. № 2 (85). Ч. 2. С. 109-111.

THE AUTOMATIC CONTROL OF POWER RESOURCES CONSUMPTION PARAMETERS ON THE BASIS OF RECEIVED STATISTICAL MODEL

© 2011 P.V. Botvinkin, V.S. Lukyanov

Volgograd State Technical University

Results of series of experiments on support the optimal parameters of micro-climate in the premises, testing about total lowering of electricity consumption level are resulted. The statistical methods of the analysis of information currents applied within the limits of given research are described. The mechanism of formation the schedule of operation of control device on the equation, received from made statistical model, is described.

Key words: power savings, automated management, control of microclimate, statistical model

Pavel Botvinkin, Post-graduate Student. E-mail: pavel.botvinkin@gmail.com
 Viktor Lukyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor at the
 Computer and Systems Department. E-mail: lukvs@mail.ru