

на правах рукописи

БАЖЕНОВ ВИКТОР АНАТОЛЬЕВИЧ

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ
КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ
ЗДАНИЯ**

Специальность: 220.600.68 – Управление инновациями.
Профиль подготовки: Управление инновациями в электронной технике

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
магистр техники и технологии

Томск – 2011

Работа выполнена на кафедре управления инновациями (УИ) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель: кандидат экономических наук,
профессор
Уваров Александр Фавстович

Официальный оппонент: Доктор экономических наук
Монастырный Евгений Александрович

Ведущая организация: **Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники**

Защита состоится 28 мая 2011 года в 9.00 часов в студенческом бизнес - инкубаторе «Дружба» при Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники по адресу: 634045, г. Томск, ул. Красноармейская, 147.

С диссертацией можно ознакомиться на сайте Института инноватики

Автореферат разослан 12 мая 2011 года

Секретарь кафедры УИ

Носова С.С.

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертационного исследования.

Энергоэффективность современных зданий в мире является одной из наиболее актуальных проблем для собственников квартир, владельцев зданий, помещений, офисов и т.д., что особенно усугубляется климатическими условиями Сибири. Поиски решений, удовлетворяющих достижению заданной энергоэффективности с одной стороны, эксплуатационным требованиям с другой и имеющих приемлемые стоимостные показатели с третьей стороны представляются сложной задачей, требующей оптимизации для формирования коммерческого предложения. В представленной работе предложена энергоэффективная система, которая решает озвученные задачи.

Степень разработанности проблемы. На сегодняшний день на рынке пожаро-охранных систем и систем климат-контроля представлен внушительный ряд решений: «GIDROLOCK» ООО «Гидроресурс» г. Мытищи, ОАО «Институт Сетевых Технологий» г. Санкт-Петербург, ФГУП «Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева Российской академии наук» г. Москва, СКБ ПСИС г. Чебоксары, ЗАО «Институт Систем Комплексной Автоматизации» г. Москва, из зарубежных разработок можно выделить продукцию компаний «SATEC» (Израиль), «S+S Regeltechnik» (Германия), отличающихся как по стоимостным показателям, так и по техническим параметрам. Но данные системы узконаправленные и зачастую не могут комбинировать с другими решениям и интегрироваться в более сложную массивную систему с большим числом датчиков и управляющих устройств. Стоит отметить, что в беспроводных решениях, отличного от частотного диапазона 2,4 ГГц, передача информации затруднена присутствием сторонних устройств, создающих помехи (например, портативные радиостанции для диапазона 433 – 436 МГц). Тенденция к использованию альтернативных источников питания в устройствах

невысокая, зачастую производители ограничиваются применением гальванических элементов.

Целями диссертационной работы являются:

- анализ существующих решений;
- разработка технических характеристик для элементов разрабатываемого комплекса;
- исследование возможностей создания наукоёмкого бизнеса на примере разрабатываемого комплекса.

Для достижения поставленной цели решаются следующие основные задачи:

- для «Г-образного радиоуправляемого терморегулятора»:
 - исследования работы термоэлектрических элементов Пельтье;
 - выбор элементов для терморегулятора.
- для «Беспроводной системы контроля физических параметров помещения»:
 - исследования работы беспроводной технологии ZigBee;
 - разработка технических характеристик на интеллектуальный беспроводной датчик;
 - разработка технических характеристик на координатор;
 - разработка технических характеристик на роутер.
- для «Автоматизированной системы управления тепловым режимом помещения»:
 - расчёт теплового баланса помещения;
 - разработка алгоритмов управления сигналами;
 - разработка технических характеристик на индивидуальный тепловой пункт.

Объект исследования – системы теплоснабжения здания, инженерные системы.

Предмет исследования – контроль температуры помещения путём автоматического регулирования теплоподдачи.

Информационной основой исследования послужили: экспериментальные исследования, работы отечественных и зарубежных авторов.

Научная новизна заключается в возникновении синергетического эффекта путём соединения в разрабатываемом программно-аппаратном комплексе следующих направлений: беспроводность, автономность, энергоэффективность.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость заключается в возможности использования термоэлектрических элементов Пельтье для питания терморегулятора, использовании технологии ZigBee для снижения энергопотребления при передаче данных.

Практическая значимость заключается в: снижении затрат на коммунальные услуги при внедрении комплекса, установке беспроводных датчиков и устройств не нарушая планировки помещения, а также в дальнейшем интегрировать в систему новые беспроводные устройства.

Апробация и реализация результатов работы. Основные положения работы докладывались в период 2009 – 2010 годов. Результаты магистерской диссертации реализовываются в НИР (ОКР) в малом инновационном предприятии «Альтаир», созданному по 217 ФЗ.

Публикации. По теме магистерской диссертации опубликовано 3 статьи.

Структура и объём работы. Магистерская диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников, включающего 43 наименования.

Основная часть содержит 114 страниц, 12 таблиц, 20 рисунков, 1 приложение.

Во **введении** обоснованы предпосылки создания элементов разрабатываемого комплекса.

В **первой главе «Обзор существующих инженерных систем здания»** анализируются существующие решения в области систем

управления климат-контролем, беспроводных систем сбора данных и систем теплоснабжения.

Во второй главе «Элементы разрабатываемого комплекса» описывается беспроводной протокол передачи данных ZigBee, а также три составных элемента разрабатываемого программно-аппаратного комплекса: «Т-образный радиоуправляемый терморегулятор», «Беспроводная система контроля физических параметров помещения» и «Автоматизированная система управления тепловым режимом помещения».

В заключении изложены основные результаты, полученные автором в ходе проведения настоящего исследования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Термоэлектрический элемент Пельтье можно применять для автономного питания Т-образного терморегулятора.

Эффект Зеебека, открытый в 1821 году Томасом Зеебеком заключается в появлении электродвижущей силы в замкнутой цепи из двух разнородных материалов при условии, что на местах контактов поддерживаются разные температуры. Эффект возникает вследствие зависимости энергии свободных электронов и, так называемых дырок, от температуры. В местах контактов различных материалов заряды переходят от проводника, где они имели более высокую энергию, в проводник с меньшей энергией зарядов. Если один контакт нагрет больше, чем другой, то разность энергий зарядов между двумя веществами больше на горячем контакте, чем на холодном, в результате чего в замкнутой цепи возникает ток.

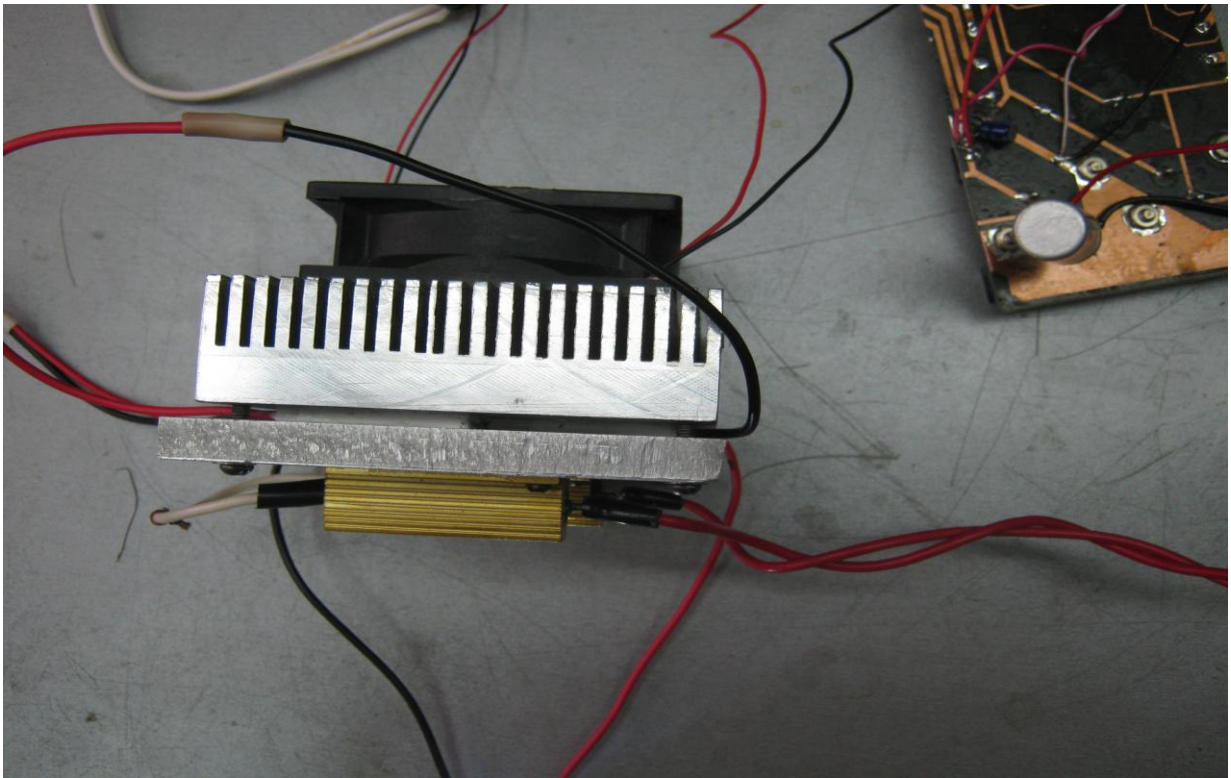


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Для получения данных о напряжении с элементов Пельтье от разности температур и нагрузки, было проведено два эксперимента. В ходе экспериментов три элемента Пельтье соединялись последовательно и устанавливались на экспериментальную установку (Рис.1) – с верхней стороны элементы охлаждались, с нижней стороны элементы нагревались.

Увеличить энергию, полученную с элементов Пельтье можно при помощи повышающего преобразователя напряжения. Повышающий преобразователь относится к типу обратных схем. Его особенность – выходное напряжение всегда больше входного. На основе интегральной микросхемы MAX770 была реализована схема повышающего преобразователя, обеспечивающая выходное напряжение 5В и ток нагрузки 1А, при номинальном входном напряжении 3В, получаемом от термоэлементов Пельтье.

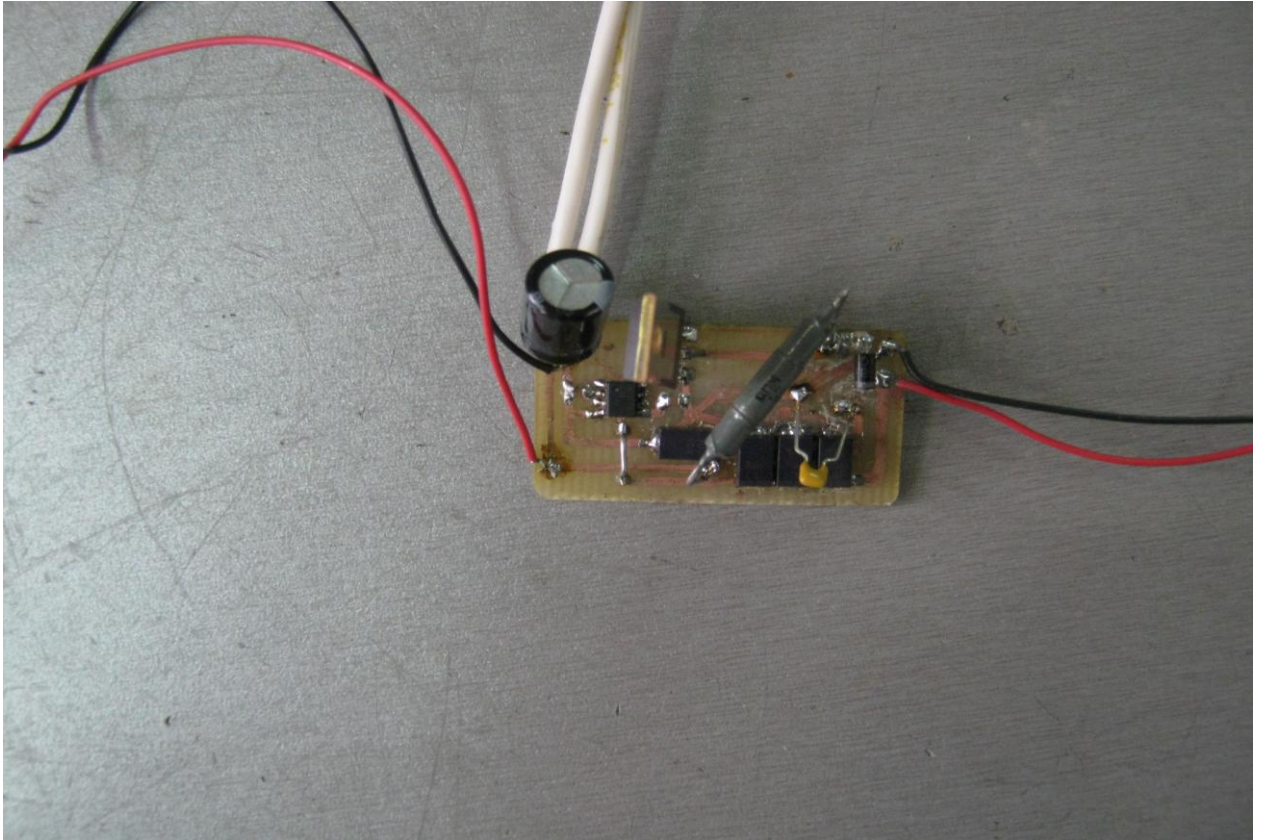


Рисунок 2 – Реализованный повышающий преобразователь на интегральной микросхеме MAX 770

2. Для обмена данными между элементами комплекса оптимально использовать беспроводной протокол ZigBee.

Беспроводная передача данных внутри комплекса базируется на частоте 2,4 ГГц и технологии ZigBee. С мая 2007 применение технологии ZigBee на территории России возможно без оформления лицензий на частоту 2,4 ГГц.

ZigBee – это технология, заполняющая нишу низкоскоростных беспроводных сетей с низким энергопотреблением предназначенных для систем управления с большим количеством узлов, таких как системы освещения в зданиях, системы наблюдения за парком промышленного оборудования и т.д. По сравнению с ZigBee устройства Wi-Fi, например, имеют гораздо худшие параметры по энергопотреблению, Bluetooth –

большее потребление, и неразвитую сетевую структуру, решения на простейших радиочипах и радиомодемах не поддержаны общепризнанными спецификациями и стандартами. Технология ZigBee ориентирована на применение там, где есть мощные источники энергии. Это объясняется тем, что ключевые звенья ZigBee сетей – координатор сети и роутеры не предназначены для работы от автономных источников. Конечные устройства сети большую часть времени остаются в спящем состоянии. Чтобы работа сети в это время не прерывалась, каждое такое устройство ассоциируется с одним каким либо роутером, который не переходит в спящий режим и берёт на себя обязанность откликаться на запросы к спящему устройству вместо самого устройства. Сам роутер тем временем буферизирует все пакеты, предназначенные для устройства, и передаёт их при первой же возможности, когда устройство объявляет себя проснувшимся.

Сеть ZigBee легка в установке и наладке – конечные устройства сети сами объявляют о предоставляемых ими сервисах и возможностях и через координатор находят устройства, с которыми они должны взаимодействовать для выполнения целевых задач управления.

3. Автоматическое регулирование теплоподдачи в каждом отдельном помещении здания в соответствии с заданным температурным режимом, даёт существенную экономию теплоэнергии в здании в целом.

Реалии современной экономики привели к непрерывному росту цен на тепло и горячую воду. Если 20 лет назад никто не считал, сколько потребил того или иного вида энергоносителя, то сегодня учёт внедряется повсеместно. При этом наряду с положительными моментами, такими как оплата только за потребленные ресурсы, учёт имеет и множество отрицательных. Так, например, энергоснабжающие организации получают определенный процент от каждой гигакалории тепла, поставленной потребителю. Что бы повысить прибыль они заставляют потребителя

получать большее, чем ему надо, количество тепла. В итоге дома, оснащенные учётом, стоят с открытыми форточками, а потребители вынуждены платить за то, что им, в общем-то, не надо.

Снижение потребления лишнего тепла, позволит повысить комфортность проживания и работы. Если устранить перетоп на всем жилом доме, или производственном помещении, то это существенно отразится на величине коммунальных платежей.

Установленный на батарее отопления T-образный радиоуправляемый терморегулятор будет поддерживать оптимальную температуру в автоматическом режиме.

4. Разработка инновационного проекта в техническом ВУЗе даёт возможность привлечения инвестиций, вовлечения инженерных школ, а также использования контактов с академической наукой, что обеспечивает создание перспективного малого инновационного предприятия.

Общество с ограниченной ответственностью, малое инновационное предприятие «Альтаир» было создано при Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (в соответствии с 217-ФЗ) в августе 2010 года как победитель проекта «Развитие системы стимулирования молодёжного инновационного предпринимательства», реализованного в 2009-2010 годах на базе Томской Торгово-промышленной палаты. Предприятию-победителю «Альтаир» была предоставлена субсидия на сумму 500000 рублей для реализации проекта.

Автор данной работы, в рамках реализации проекта использует теоретические и практические навыки специализации «Управление инновациями», в частности: разработка идеи проекта, организация работы персонала, участие в инвестиционных конкурсах.

Для создания элементов разрабатываемого комплекса была привлечена группа молодых инженеров с кафедры промышленной электроники (ПрЭ) ТУСУР. Экспериментальные исследования проводятся инженерами лаборатории научно-исследовательского института полупроводниковых приборов (НИИПП) г. Томск.

Для привлечения дополнительных инвестиций, элементы проекта были представлены с разной долей успеха на ряде конкурсов: Бит-Сибирь 2009 - финалист, У.М.Н.И.К. 2009 - победитель, У.М.Н.И.К. 2010 - финалист, СТАРТ 2011 - финалист.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи и тезисы докладов

1. В.А. Баженов, Г.И. Дворяткин «Т-образный радиоуправляемый терморегулятор». Научная сессия ТУСУР – 2010 4 – 7 мая 2010 г., Томск с. 201;

2. В.А. Баженов «Автоматизированная система безопасности и учёта энергоресурсов». Научная сессия ТУСУР – 2009 Секция У.М.Н.И.К. 4 – 7 мая 2010 г., Томск;

3. В.А. Баженов «Т-образный радиоуправляемый терморегулятор». VI Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы для молодёжи «Инноватика-2010» г. Томск.