

## Список информационных источников

1. Vavilov, V.P., Nesteruk, D.A., Chulkov, A.O., Shiryaev, V.V. An apparatus for the active thermal testing of corrosion in steel cylindrical containers and test results, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 49, Issue 11, November 2013, Pages 619-624, DOI: 10.1134/S1061830913110089.

2. Vavilov V.P., Chulkov A.O., Derusova D. IR thermographic characterization of low energy impact damage in carbon/carbon composite by applying optical and ultrasonic stimulation, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering Volume 9105, 2014, Article number 91050J, DOI: 10.1117/12.2049810.

## СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДАТЧИКОВ НА ДВИЖЕНИЕ В ЗОНЕ КОНТРОЛЯ

*Матвеев И.Г.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Prof. Dr. E. Siemens;*

*Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В данной работе рассматривается создание экспериментальной установки для исследования реакции различных типов датчиков на движение. Разработанная установка является прототипом системы детектирования, которая предназначена для интеграции в интеллектуальную систему освещения. Проведены экспериментальные исследования на основе результатов которых сделан сравнительный анализ зон обнаружения, с целью определения пригодности датчиков для использования в системе обнаружения и разработки алгоритма фильтрации сигналов и обнаружения движения с использованием комбинации методов контроля.

**Ключевые слова:** датчик движения, экспериментальная установка, обнаружение движения, микрокомпьютер BeagleBone Black.

### Введение

Современные системы освещения города имеют повышенные требования к энергосбережению и ресурсоэффективности из-за возрастающих энергетических затрат на освещение города. Таким требованиям удовлетворяют интеллектуальные системы освещения.

Ключевым элементом такой системы является модуль детектирования движения человека в зоне контроля. Точность и надежность этого узла влияет на работоспособность и эффективность интеллектуальной системы освещения в целом. Именно в процессе работы системы детектирования, происходит регистрация движения человека и передача информативного сигнала управляющему устройству.

Существующие средства обнаружения, входящие в состав систем освещения, обладают рядом недостатков, в частности, неточностью, высокой погрешностью, ненадежностью. Их работоспособность имеет высокую зависимость от условий эксплуатации. Эти проблемы в большей мере могут быть решены использованием комбинации методов контроля, исследование которых произведено в данной работе, и эффективным алгоритмом обработки сигналов.

### **Экспериментальная установка**

Управляющим элементом системы обнаружения (рисунок 1) является микрокомпьютер BeagleBone Black [1], который выполняет основную программу, разработанную на языке Python, в частности, опрос датчиков и взаимодействие с внешними устройствами посредством Wi-Fi модуля.

Коммутация сенсоров к микрокомпьютеру происходит следующим образом: SRF08 ranger [3] - ультразвуковой датчик движения подключается через цифровой I2CBus интерфейс, сигнальные выводы радиоволнового X-Band [2] и инфракрасного PIR сенсоров подключаются напрямую к портам общего назначения BeagleBone Black.

Wi-Fi маршрутизатор обеспечивает общую подсеть для взаимодействия между устройствами. Маршрутизатор используется для равномерного покрытия сетью зоны контроля, с целью уменьшения задержки, что ведет к улучшению временной синхронизации.

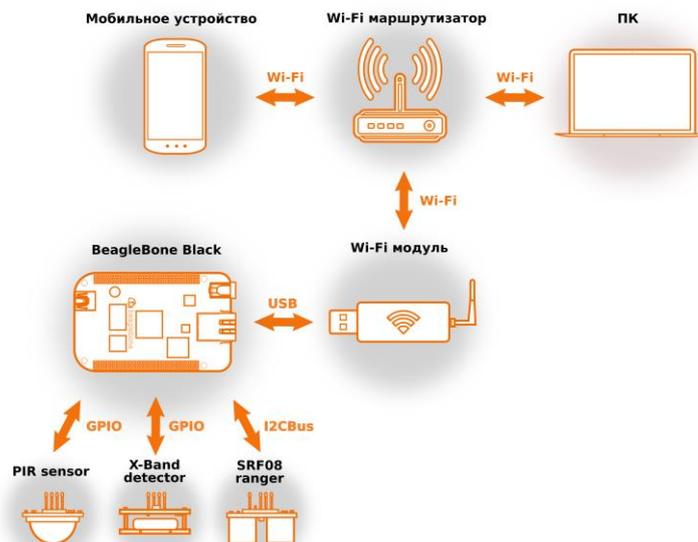


Рисунок 1 - Структурная схема экспериментальной установки

Приложение на мобильном телефоне, разработанное на языке Java, инициирует старт программы на микрокомпьютере. Когда сенсоры включены и готовы к работе, соответствующий сигнал отправляется с BeagleBone на телефон, что индицирует о начале эксперимента и старте таймера. Это приложение обеспечивает временную синхронизацию (из-за задержек между стартом программы и началом работы сенсоров), а также приложение упрощает процедуру проведения экспериментов, так как одно лицо обладает возможностями удаленного контроля системы и непосредственного проведения эксперимента (вызов реакции датчиков на движение).

По окончании эксперимента, программа на BeagleBone инициирует передачу данных посредством TCP сокета на компьютер, где происходит автоматическое построение графиков для дальнейшего анализа.

### Методика проведения эксперимента

Эксперимент проводился в условиях, приближенным к реальным условиям эксплуатации системы обнаружения, на открытом пространстве длиной 16 м. и шириной 12 м. Вектора движения проходили вдоль и поперек обозначенной площади с шагом 1 м. (рисунок 3).

Время проведения одного эксперимента при прохождении поперек - 30 с.: 0-5 с. - движение отсутствует, 5-15 - движение в одну сторону, 15-20 с. движение отсутствует, 20-30 с. - движение в обратную сторону. Время проведения одного эксперимента при прохождении вдоль - 30 с.: 0-5 с. - движение отсутствует, 5-18 - движение в одну сторону, 18-30 с. движение отсутствует.

## Результаты эксперимента

После проведения первой серии экспериментов было установлено, что ультразвуковой датчик SRF08 не пригоден для использования в данного рода системах, в связи с критически малой дальностью (не более 1.5 м.) и узкой направленностью обнаружения. Вследствие чего этот датчик не рассматривается далее.

На рисунке 2 приведены осциллограммы сигналов инфракрасного(а) и радиоволнового (б) детекторов при движении поперек зоны контроля на расстоянии двух метров от установки.

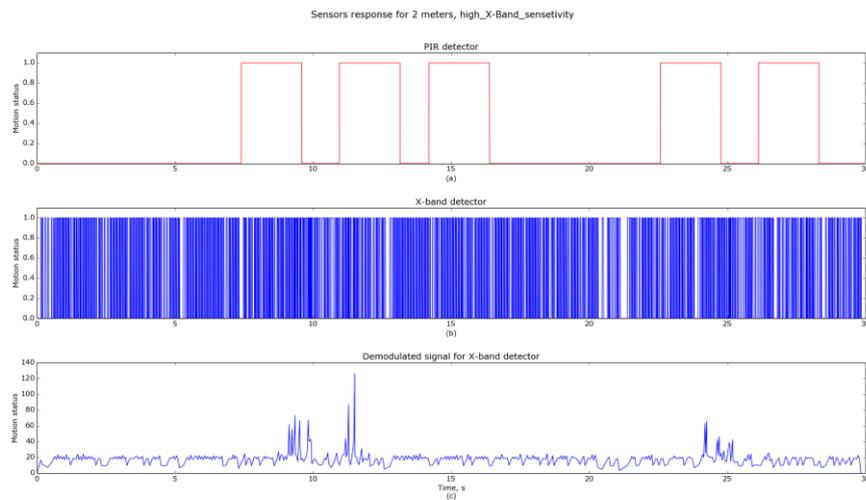


Рисунок 2 - Осциллограммы сигналов

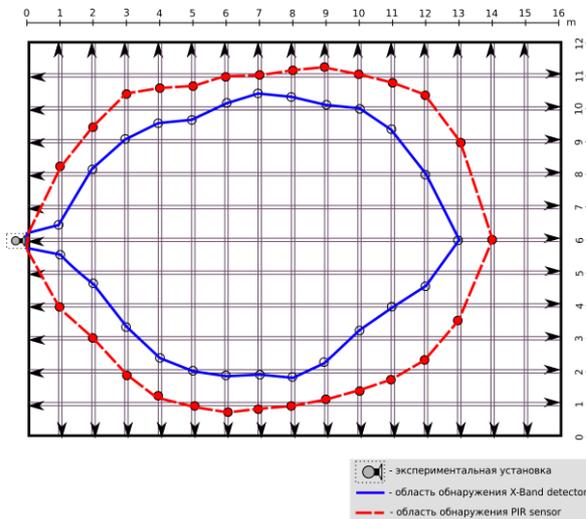


Рисунок 3 - Зоны обнаружения сенсоров

(рисунок 2(с)).

Особенностью инфракрасного датчика является то, что при обнаружении продолжительного движения, выходной сигнал датчика представляет серию импульсов. Осциллограмма радиоволнового датчика описывает корреляцию между скоростью движения и изменением частоты и скважности сигнала. Для анализа и последующей обработки сигнала, получаемого с радиоволнового датчика была проведена демодуляция сигнала

В результате проведения серии экспериментов была проведена аппроксимация данных и построены зоны обнаружения для датчиков разных типов.

### **Заключение**

В результате проделанной работы была собрана экспериментальная установка для исследования зависимости между движением и сигналами с датчиков. Была выявлена пара детекторов, которые обладают потенциалом для использования в системе детектирования для интеллектуальной системы освещения. Проведенный анализ и преобразование сигналов помогают лучше понять «поведение» датчиков, зоны их действия, что может быть использовано для разработки алгоритма обнаружения движения с высокой вероятностью в зоне контроля. Разработанная инфраструктура и программное обеспечение являются базой для дальнейших исследований в этой области и создания эффективной и точной системы обнаружения.

### **Список использованных источников**

1. Derek Molloy. Tools and Techniques for Building with Embedded Linux. Tutorial. John Wiley & Sons, Inc. 2015.

2. Parallax. X-Band motion detector. Техническое описание.  
URL: [https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/32213-X-BandMotionDetector-v1.1\\_0.pdf](https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/32213-X-BandMotionDetector-v1.1_0.pdf) (Дата обращения - 10.04.2016).

3. Devantech. SRF08 UltraSonic Ranger. Техническое описание.  
URL:  
<https://www.cs.york.ac.uk/micromouse/Docs/SRF08UltraSonicRanger.pdf>  
(Дата обращения - 01.05.2016)

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ТЕЧЕПОИСКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

*Марукян В.М., Фаерман В.А.*

*Томский политехнический университет*

*Научный руководитель: Фаерман В.А., аспирант Института  
кибернетики*

В современном обществе, важнейшим видом сервиса, жизнь без которого представляется невозможной, являются услуги по обслуживанию домашнего хозяйства и, в первую очередь, коммунальные услуги. Поддержание трубопроводной инфраструктуры