

Рис. 6. Восстановленные термограммы, при вейвлет морле а)100с нагрев при  $a=100$ ,  $b=200$ , б)10с нагрев при  $a=200$ ,  $b=100$ .

Таблица 3

N	1	2	3	4	5	6
SNR	61.929	28.658	24.92	16.909	25.165	13.147

### Список информационных источников

- 1.Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль //М.: ИД Спектр, 2013. Издание: 2-е.— 544 с: ил. и цветная вкладка 24 с.
- 2.П.В. Козлов, Б.Б. Чен. Вейвлет-преобразование и анализ временных рядов // [Вестник КРСУ / № 2, 2002 г.](#)
- 3.Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2001. – 58 с.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА BEAGLEBONE BLACK

*Гопоненко А.С., Ковалев М.К.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

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

Развитие технологий последних лет в области микрокомпьютеров, коммуникационных технологий и сенсоров дало начало глобальному тренду интернета вещей [1]. Такой интернет интенсивно расширяется, в настоящее время к интернету вещей в первую очередь причисляют такие базовые понятия как умный город и умный дом. Базовой ячейкой в таких системах является микрокомпьютер – центральное

управляющее устройство, малый размер которого и высокая производительность позволяет управлять различными системами.

В этой связи ориентированность современного общества на экологичность требует создания новых ресурсоэффективных технологий с использованием встроенных систем, что находит свое применение в современном освещении городов [2]. Так, классические системы освещения могут потреблять больше на 80 % энергии, чем усовершенствованные интеллектуальные системы освещения [3]. Таким образом, разработка интеллектуальной системы освещения является актуальной задачей и перспективным направлением развития систем освещения.

В данной статье рассматривается разработка интеллектуальной системы освещения, удовлетворяющая следующим требованиям:

1. Каждая лампа системы работает автономно и не требует настройки.
2. Система может легко коммутировать с другими системами города и легко быть встроенной в городскую систему.
3. Система распределена по узлам, то есть не существует центрального контролирующего элемента.
4. Состояние работы системы зависит от внешних факторов, таких как интенсивность дорожного движения и погодные условия.

Предлагаемая схема интеллектуальной системы освещения (рис. 1) состоит из узлов, подключенных к светодиодным фонарям и состоящих из микрокомпьютера Beaglebone, модулей детектирования и коммуникации. В качестве центрального управляющего устройства выступает микрокомпьютер Beaglebone.

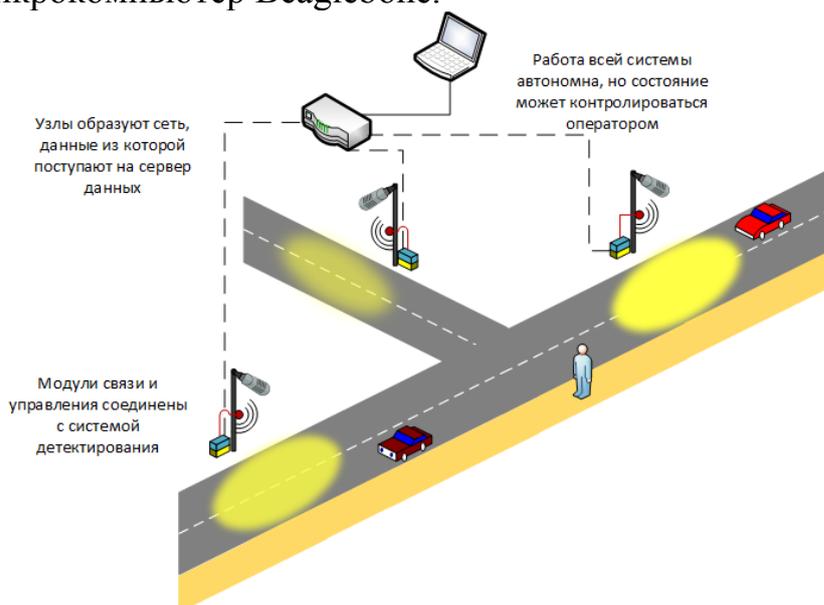


Рисунок 1 – Схема интеллектуальной системы освещения

Каждой лампе соответствует система коммуникации и детектирования. Система коммуникации служит для связи элементов узла, а также позволяет передавать информацию на другие узлы системы. Система детектирования необходима для определения интенсивности дорожного движения, создаваемого автомобильными средствами и пешеходами, а также изменения погодных условий.

### Системы детектирования и коммуникации

Детектирование изменения интенсивности движения возможно следующими датчиками движения: ультразвуковой, инфракрасный, СВЧ и комбинированный. Была разработана экспериментальная установка для определения быстродействия датчиков движения (рис. 2), так как данный параметр необходимо учитывать при определении движения с разной скоростью [4]. Основные элементы экспериментальной установки – это микрокомпьютер BeagleBone Black, инфракрасный датчик DP104, ультразвуковой датчик SRF08, комбинированный датчик Сокол-3, блок питания с выводами 5 В, 12 В.



Рисунок 2 – Экспериментальная установка  
Результаты исследования представлены на рис. 3.

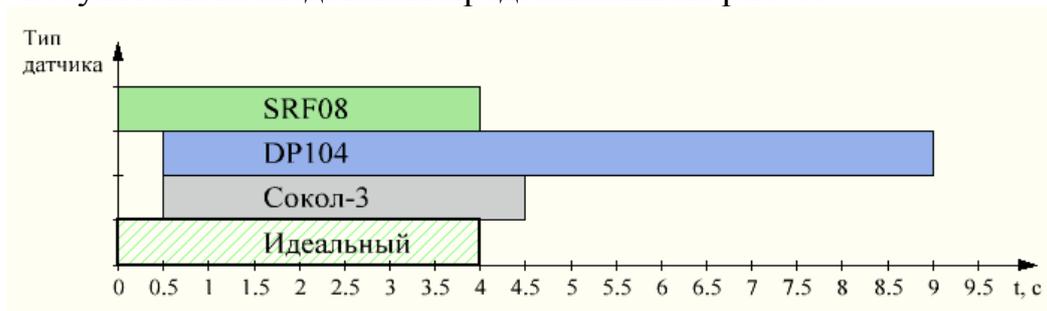


Рисунок 3 – Результаты исследования быстродействия датчиков

Самым оптимальным вариантом для использования при определении движения автомобилей является ультразвуковой датчик SRF08, при этом самые надежные результаты были получены с помощью комбинированного датчика Сокол-3, который может применяться при определении движения пешеходов.

Также был проведен анализ коммуникационных технологий для определения оптимальной с целью использования в интеллектуальной системе освещения. Результаты представлены в Табл. 1 [5].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика стандартов передачи данных

	PLC	Zigbee	Wi-Fi	Bluetooth
Скорость передачи	14 Мб/с	20-250 кб/с	11/54 Мб/с	720 кб/с
Число элементов сети	16	До 65000	32	7
Расстояние действия	120 м	100 м	100 м	10 м
Время работы батареи	N/A	100-1000 д.	1-5 д.	1-7 д.

Наиболее оптимальной проводной технологией передачи данных является PLC, а среди беспроводных технологий – это Zigbee.

Программной частью системы коммутации является автокофигурирование для определения координат узлов и дальнейшей связи между ними. В качестве сетевого протокола используется IPv6.

### **Принцип работы интеллектуальной системы освещения**

В процессе работы системы происходит постоянный опрос состояния датчиков и в случае обнаружения определенного события выполняется алгоритм:

1. Отправить сообщение о движении на соседние узлы.
2. Включение  $N = \rho \cdot S$  фонарей впереди объекта и 1 фонарь до объекта, где  $\rho$  – плотность размещения фонарей,  $S$  – расстояние, минимум равное расстоянию до следующего перекрестка, максимум – 100 м для пешеходов, 300 м для автомобилей.
3. Выполняется непрерывный мониторинг движения объекта.
4. При удалении объекта от включенного фонаря больше чем на  $S$  происходит выключение данного фонаря.

Включение фонаря подразумевает изменение освещенности: для пешехода - от  $0,1E$  до  $0,4E_{max}$ , для автомобиля – от  $0,1E$  до  $E_{max}$ . При этом сценарий для автомобиля является приоритетным для выполнения в случае конфликта выполнения.

### **Выводы**

В ходе разработки интеллектуальной системы освещения были исследованы различные варианты для применения в качестве блоков детектирования и коммуникации интеллектуальной системы освещения. Были выбраны наиболее оптимальные технологии и разработан алгоритм работы системы освещения.

Разработанная модель интеллектуальной системы освещения осуществляет адаптивное управление освещением. Применение системы позволит снизить затраты электроэнергии на освещение улиц города без нарушений требований безопасности, а также снизить затраты на эксплуатацию.

### **Список использованных источников**

1. Cenedese, A. Zanella, L. Vangelista, M. Zorzi. Padova Smart City: An Urban Internet of Things Experimentation // Proc. of the 3rd IoT-SoS Workshop

2. Asim Kar and Anuradha Kar. New generation illumination engineering-An overview of recent trends in science & technology" // First International Conference Automation, Control, Energy and Systems (ACES), pp. 1-6

3. T. Novak; H. Zeilinger; S. Schaat. Increasing Energy Efficiency with Traffic Adapted Intelligent Streetlight Management // IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2013, pp. 6087 - 6092

4. А.С. Гопоненко, И.Г. Матвеев, А.В. Юрченко, М.К. Ковалев. Разработка системы детектирования для интеллектуальной системы освещения на основе микрокомпьютера Beaglebone // Ползуновский вестник. - 2015 - №. 3. - С. 126-129

5. F. Leccese, M. Cagnetti, D. Trinca. A Smart City Application: A Fully Controlled Street Lighting Isle Based on Raspberry-Pi Card, a ZigBee Sensor Network and WiMAX // Sensors 2014, 2014, pp. 24408-24424.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА**

*Дементьев Д.О.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Лежнина И.А., к. т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В неразрушающем контроле одним из перспективных направлений является «медицинское приборостроение». С помощью медицинских приборов для исследования биоэлектрической активности сердца человека можно выявить: пороки сердца, ишемическую болезнь миокарда, аритмию и т.д.