

УДК 681.5; 62-52

**В.Б. Дроменко, к.т.н., доц.,  
Т.О. Лавренко,  
О.О. Кушнір**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДАТЧИКІВ РУХУ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ ВУЛИЦЬ**

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, [dromenko.vb@knuutd.edu.ua](mailto:dromenko.vb@knuutd.edu.ua)

*Розроблено структурну схему автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць. Розроблено систему детектування інтенсивності дорожнього руху, яка аналізує події, що відбуваються у зовнішньому середовищі, і ухвалює рішення для мінімізації енерговитрат. Проведено експериментальне дослідження системи детектування рухомих об'єктів зі здійсненням порівняльного аналізу існуючих датчиків руху. Експериментальним шляхом дослідження швидкості реакції датчиків руху виявлено оптимальні датчики для детектування рухомих об'єктів в зоні контролю. Підвищено ефективність системи детектування рухомих об'єктів в зоні контролю, яка може бути застосована в автоматизованій системі управління зовнішнім освітленням вулиць.*

**Ключові слова:** автоматизована система управління, зовнішнє освітлення, освітлення вулиць, система детектування, датчики руху.

### **Вступ**

Мережі зовнішнього освітлення є однією з головних складових сучасної інфраструктури, вони виділяються в особливу технічну систему, без них неможливо уявити експлуатацію великих сучасних доріг, мостів тощо.

Сучасні великі мережі зовнішнього освітлення – це енергоємні автоматизовані об'єкти, правильна побудова яких значною мірою визначає ефективність праці і комфорт сучасного життя. При цьому необхідно чітко розрахувати їх розташування і раціонально з'ясувати витрати енергетичних ресурсів на забезпечення роботи систем освітлення, а також витрати на ремонт і обслуговування [1].

На сьогоднішній день в Україні відсутній централізований моніторинг обладнання та управління режимами роботи систем зовнішнього освітлення вулиць; проводиться експлуатація морально застарілого та зношеного обладнання; відсутні режими енергозбереження; проводиться неефективний облік електроенергії (тарифний облік або розрахункові схеми оплати); наявний високий рівень експлуатаційних витрат; існує можливість несанкціонованого втручання в процес управління; не вирішені екологічні проблеми (утилізація ртутних ламп) [2]. Тому модернізація мереж зовнішнього освітлення є одним з ефективних і обов'язкових енергозберігаючих заходів. Підвищення надійності системи зовнішнього освітлення вулиць дозволить забезпечити безперебійність живлення мережі зовнішнього освітлення, і як наслідок забезпечити безпеку на дорогах.

### **Постановка задачі**

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень системи детектування рухомих об'єктів з подальшим порівняльним аналізом існуючих датчиків руху та визначення найбільш оптимальних варіантів для застосування в автоматизованій системі управління зовнішнім освітленням вулиць.

### **Результати дослідження**

Розроблювана автоматизована система управління зовнішнім освітленням вулиць повинна відповідати таким вимогам:

- має легко вбудовуватись в міську систему освітлення вулиць;
- має бути децентралізованою, тобто центральний контролюючий елемент буде відсутнім;
- кожен ліхтар має працювати автономно і не вимагати додаткового налаштування;
- стан роботи системи має залежати від зовнішніх чинників, таких як інтенсивність дорожнього руху і погодні умови;
- рівень загальної освітленості, що забезпечується системою, не повинен виходити за рамки, передбачені вимогами безпеки.

Відповідно до висунутих вимог розроблено структурну схему автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць (рис. 1).

Автоматизована система управління зовнішнім освітленням вулиць, яка дає

можливість відстежувати та вимірювати поточні параметри мережі, а також діагностувати поточний стан обладнання і лінії, складається з вузлів, які об'єднують мікрокомп'ютер Beaglebone або будь-який інший модуль System-on-Chip, модулі детектування і комунікації та світлодіодний ліхтар.

Центральним керуючим пристроєм для вузла є мікрокомп'ютер. Кожній лампі

відповідає система комунікації і детектування. Система комунікації служить для зв'язку елементів вузла, а також дозволяє передавати інформацію на інші вузли системи. Система детектування необхідна для визначення інтенсивності дорожнього руху, що створюється автомобільними транспортними засобами і пішоходами.

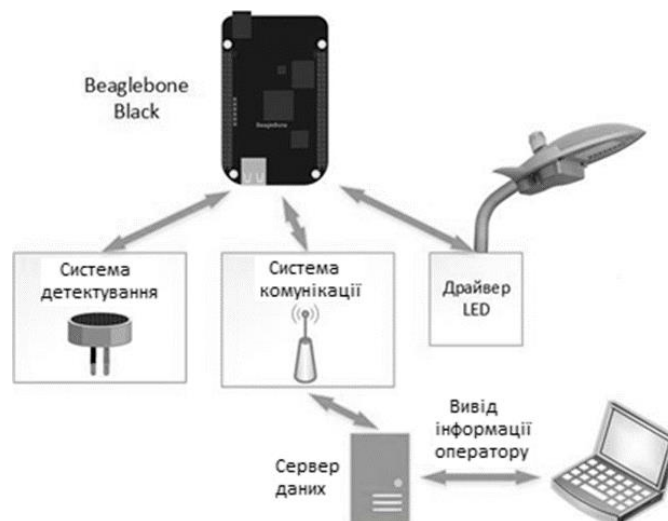


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць

Принцип роботи автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць ґрунтується на аналізі подій, що відбуваються у зовнішньому середовищі у зв'язку з тими чи іншими факторами, і відповідного ухвалення рішень для мінімізації енерговитрат. До таких факторів належать інтенсивність дорожнього руху і погодні умови. Для того щоб визначити наявність таких подій необхідне створення ефективної системи детектування.

Аналіз дорожнього руху ґрунтується на визначенні руху транспортних засобів та пішоходів з високою точністю, після чого отримані дані про рухомі об'єкти оброблюються, передаються по каналу зв'язку та визначається сам об'єкт руху. Залежно від об'єкта руху розробляються різні сценарії дії автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць.

Дані про інтенсивність дорожнього руху, які необхідні для роботи автоматизованої системи зовнішнього освітлення – це сам факт руху, зареєстрований різними датчиками, що дозволяє визначити учасника руху (автомобіль або пішохід), швидкість руху учасника руху та напрямок руху. При цьому дані, що надходять

з датчиків, повинні бути інтерпретовані максимально точно.

В якості основних датчиків руху за фізичним принципом дії [3] можна виділити наступні методи контролю руху:

- акустичний (ультразвуковий);
- радіохвильовий (НВЧ);
- інфрачервоний (ІЧ);
- комбінований.

Кожен з даних типів має свої переваги і недоліки. Недоліки, зокрема, пов'язані з нездатністю датчиків виявити людину за певних умов або, навпаки, їх помилкові спрацьовування.

Використання сукупності методів контролю і принципів виявлення може значно зменшити ймовірність некоректного спрацьовування датчика. Сигнал тривоги видається тільки в разі одночасного або протягом невеликого інтервалу часу спрацьовування обох детекторів. Для підвищення стабільності роботи системи, принципи виявлення повинні бути такими, щоб перешкоди, що викликають помилкові спрацьовування, по-різному впливали на кожний детектор. У таблиці

наведено дію впливу зовнішніх факторів на роботу датчиків різних типів, де « + » – висока чутливість, « - » – низька чутливість.

Таблиця

**Чутливість датчиків до факторів, що стоять на заводі**

Причина некоректної роботи	Інфрачервоний	Мікрохвильовий	Ультразвуковий
Турбулентність повітря	+	-	-
Дош	-	+	+
Зміни температури	+	-	+
Яскраве світло	+	-	-
Електромагнітні перешкоди	+	+	-
Включене люмінесцентне освітлення	-	+	-
Вібрації	+	+	+
Переміщення за межами зони контролю	-	+	-
Тварини	+	+	+

З таблиці видно, що більшість змін навколишнього середовища по-різному впливають на кожний детектор і ці зміни не можуть привести до одночасного спрацювання всіх сенсорів.

Найбільшого поширення в даний час отримала комбінація мікрохвильового активного і ПЧ-пасивного принципів виявлення. Набагато рідше використовується комбінація ультразвукового і ПЧ детекторів. Існують також окремі зразки датчиків, в яких

використовуються три різних фізичних принципів виявлення, однак такі датчики рідко застосовують на практиці [4].

В якості схематичного рішення системи детектування може бути використана установка, яка представлена на рис. 2. Дана установка складається з мікрокомп'ютера BeagleBone Black, інфрачервоного датчика DP104, ультразвукового датчика SRF08, комбінованого датчика Sockol-3, блока живлення з виводами 5 В, 12 В.

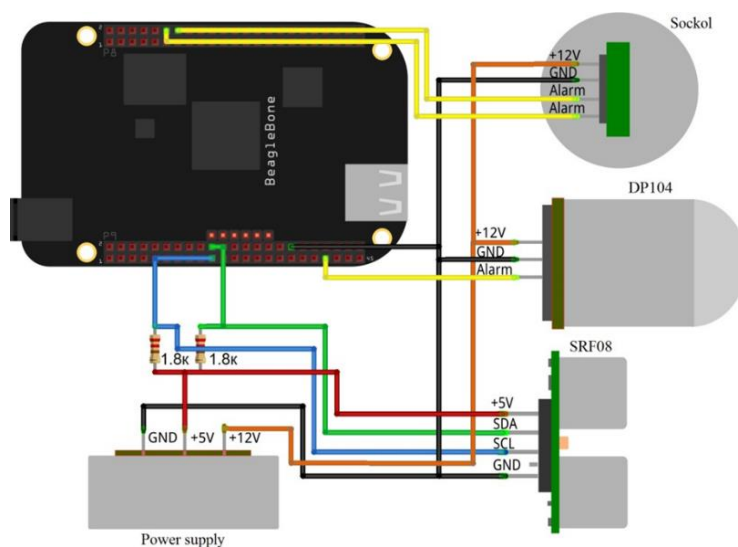


Рис. 2. Система детектування інтенсивності руху

Мікрокомп'ютер BeagleBone Black використовується в якості керуючого пристрою, який виконує програму зчитування інформації з датчиків. Крім управління датчиками руху, в автоматизованій системі освітлення мікрокомп'ютер має бути підключеним до блоку комунікації, який здійснює зв'язок між вузлами автоматизованої системи освітлення.

Для датчиків руху різних типів була побудована діаграма, яка демонструє їх зони

дії, знайдені експериментальним шляхом (рис. 3). У зоні, яку охоплюють всі розглянуті датчики, був проведений дослід по визначенню відгуку кожного датчика на рух пішохода.

Визначення відгуку датчиків на рух пішохода відбувалося в 3 метрах від місця розташування датчиків. Відстань руху пішохода в зоні перетину всіх датчиків становить 2 метри, при цьому відстань для Sockol-3 і DP104 в два рази більша. Результати вимірювань представлені на рис. 4.

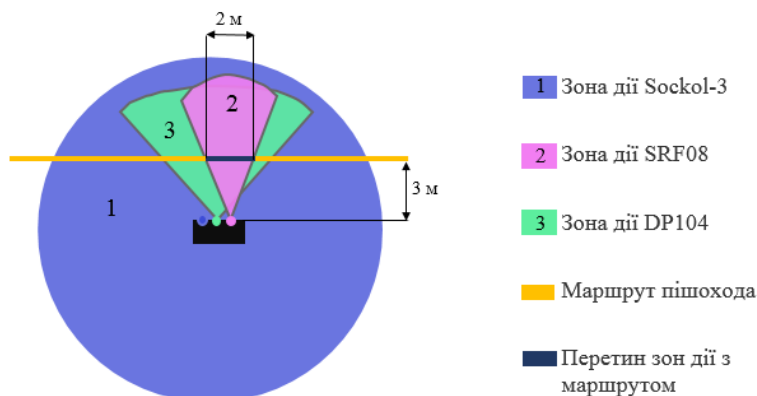


Рис. 3. Експериментальні умови та зони детектування для сенсорів

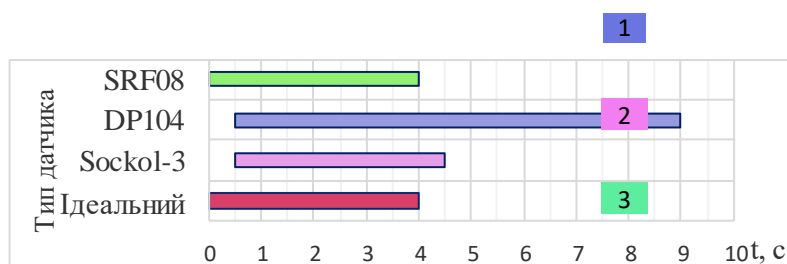


Рис. 4. Діаграма відгуків датчиків на рух пішохода

В ході досліджень було визначено, що найбільш швидкий час відгуку має ультразвуковий датчик SRF08, і він становить долі секунди. Затримка під час входження пішохода в зону контролю властива інфрачервоному і комбінованому датчикам, і становить 0,5 с. При цьому затримка після виходу пішохода із зони контролю для DP104 складає 5 с., а для Sockol-3 – 0,5 с.

#### Висновки

На підставі сформульованих вимог до автоматизованої системи управління зовнішнім освітленням вулиць запропоновано структурну схему та наведено принцип її функціонування.

Проведені експериментальні дослідження системи детектування рухомих об'єктів показали, що застосування ультразвукового датчика в автоматизованій системі управління зовнішнім освітленням вулиць не є доцільним через малий кут зони дії датчика, та окрім цього, даний тип датчиків має вищу вартість у порівнянні з іншими. В зазначеній системі допускається використання інфрачервоного датчика, так як він володіє великим кутом зони дії, однак, він має більшу затримку за часом. Для використання в автоматизованій системі управління зовнішнім освітленням вулиць найбільше переваг має комбінований датчик, оскільки він має великий кут зони дії та

відносно невеликі затримки часу відгуку на рух пішохода.

Таким чином, застосовуючи датчики руху різних типів, проведено дослідження швидкості реакції датчиків на рух в зоні контролю, та виявлені оптимальні датчики для визначення рухомих об'єктів в зоні контролю.

#### Список літературних джерел

1. Салтиков В.О. Освітлення міст: навч. посібник / В.О. Салтиков – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.
2. Денисюк С.П. Формування політики підвищення енергетичної ефективності – сучасні виклики та європейські орієнтири / С.П. Денисюк // Енергетика: економіка, технології, екологія: Науковий журнал. – 2013. – № 2(33). – С. 7-22.
3. Vencon. Експерт з кліматичної техніки: Датчики руху: класифікація та особливості конструкції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vencon.ua/ua/articles/datchiki-dvizheniya-klassifikaciya-i-osobennosti-konstrukcii>
4. Сучасні системи безпеки бізнесу: Охоронний датчик руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ssbb.com.ua/uk/oxoronno-pozhezhna-signalizaciya/cignalizaciya/okhrannyj-datchik-dvizheniya>