

Коваль А. О., к.т.н., доцент

Коваль О. О., студ. гр. ММ-51-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ АВТОНАВАНТАЖУВАЧА

Аналіз результатів експериментальних досліджень датчиків вимірювання відстані – інфрачервоного Sharp GP2Y0A21YK та ультразвукового HC-SR04 виявили як переваги так і недоліки оптичного і ультразвукового методів вимірювання дальності [1,2,3,4].

Так похибка вимірювання інфрачервоного датчика Sharp GP2Y0A21YK в значній мірі залежить від:

- структури відбивної поверхні об'єкта вимірювання;
- напрямку руху (кута відбивання) відбиваючої площини;
- рівня запиленості області вимірювань.

Разом з тим похибка вимірювання інфрачервоного датчика Sharp GP2Y0A21YK зовсім не залежить від кольору відбивної поверхні, температури навколишнього середовища та руху повітря.

Похибка вимірювання ультразвукового датчика HC-SR04 в значній мірі залежить від [5,6]:

- температури навколишнього середовища;
- руху повітря.

Похибка вимірювання ультразвукового датчика HC-SR04 зовсім не залежить від структури відбивної поверхні об'єкта вимірювання, напрямку руху (кута відбивання) відбиваючої площини та незначно залежить від рівня запиленості області вимірювань [7,8].

Таким чином одним із шляхів підвищення точності вимірювань лінійного переміщення елементів конструкції дорожньої машини є комплексування оптичного та ультразвукового методів [9,10]. Суть комплексування полягає в проведенні одночасних вимірювань датчиками Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 з наступним усередненням результатів вимірювань.

Структурна схема вимірювального комплексу приведена на рис. 1.

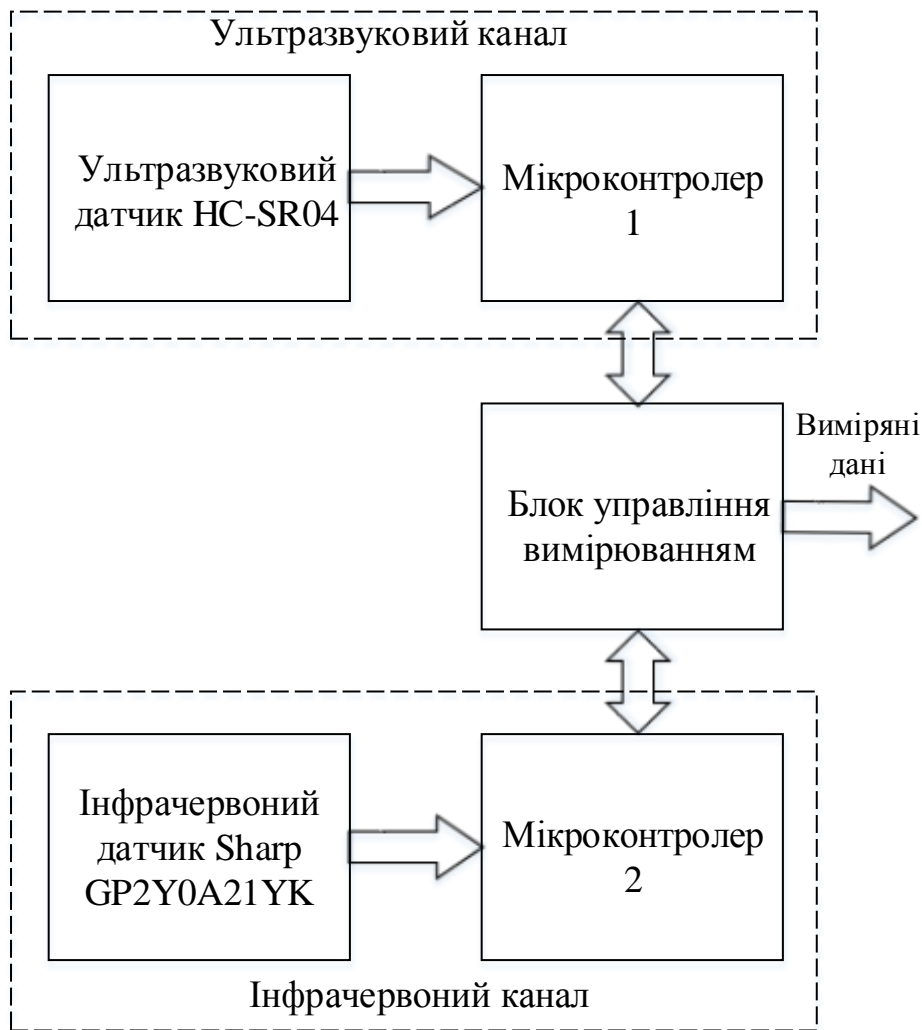


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювального комплексу

Вимірювальний комплекс у своєму складі має:

1. Ультразвуковий вимірювальний канал:
 - Ультразвуковий датчик HC-SR04;

- Мікроконтролерний модуль Arduino Nano;
- 2. Інфрачервоний вимірювальний канал:
 - Інфрачервоний датчик Sharp GP2Y0A21YK;
 - Мікроконтролерний модуль Arduino Nano;
- 3. Блок управління вимірюваннями – модуль Arduino Nano.

Робота вимірювального комплексу здійснюється в єдиному масштабі часу, тобто всі вимірювальні процедури синхронізовані від одного синхрогенератора, який розміщено в блоці управління вимірюваннями. Вимірювання відстані проводяться одночасно паралельно обома вимірювальними каналами по командним старт-стопним імпульсах блоку управління. Вимірювальні алгоритми реалізовані окремо для кожного вимірювального каналу в своєму мікроконтролері і функціонують незалежно один від одного. Іншими словами здійснюється паралельна обробка вимірювальної інформації. Після закінчення вимірювань дані вимірювань передаються в блок управління вимірюваннями де обробляються, усереднюються і видаються в порт вводу/виводу.

З метою оцінки ефективності комплексування вимірювань було проведено декілька серій вимірювань в різноманітних умовах. В процесі досліджень датчики були встановлено рядом один з одним на одній нерухомій платформі.

В першій серії була оцінена сумарна похибка при проведенні вимірювань відстані до досить товстого металевого циліндричного стержня діаметром 13 см, який було розміщено вертикально на відстані 50 см від датчиків. Діаметр стержня було вибрано виходячи з того щоб він поміщався в діаграму спрямованості датчиків. Цим і забезпечувалась значна відбивна поверхня. Результати вимірювань приведено на рис. 2.

Обробка результатів вимірювань показала, що відносна похибка вимірювань ультразвукового датчика склала 0,33%, інфрачервоного 0,11%. Відносна похибка комплексних вимірювань становила 0,22%. Тобто можна

говорити про зменшення відносної похибки по відношенню до ультразвукового датчика в 1,5 рази. Але це майже ідеальні умови вимірювань.

В другій серії була оцінена сумарна похибка при проведенні вимірювань відстані до того самого стержня який було покрито шаром тонкого поролону. Тобто ми забезпечили як значну поглинаючу відбивну поверхню в ультразвуковому діапазоні так і слабо відбивну поверхню в інфрачервоному діапазоні. Результати вимірювань приведено на рис. 3.

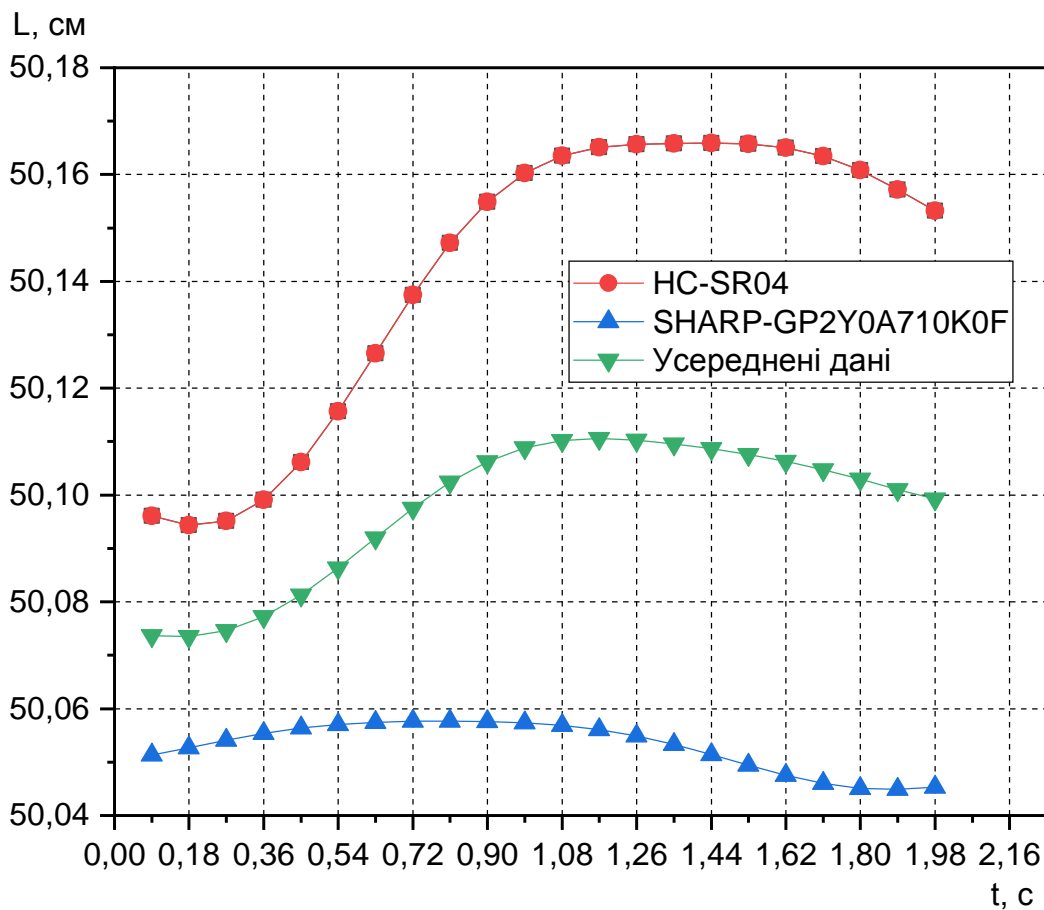


Рисунок 2 – Результати вимірювань відстані при температурі 20 °C

Обробка результатів вимірювань показала, що відносна похибка вимірювань інфрачервоного датчика склала 12,8%, ультразвукового – 8,2%. Відносна похибка комплексних вимірювань становила 9,4%. Тобто можна

говорити про зменшення відносної похибки по відношенню до ультразвукового датчика в 1,36 разів.

Таким чином в результаті того, що недоліки одного датчика частково компенсуються перевагами іншого, внаслідок того що вони функціонують за різними фізичними принципами, їх комплексування дозволяє стабілізувати і зменшити похибку вимірювань відстані. Крім того, в ряді випадків, не можна було проводити вимірювання. В результаті комплексного застосування датчиків Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 це стає можливим.

Проведені дослідження похибок вимірювань лінійного переміщення елементів конструкції дорожньої машини при комплексуванні оптичного та ультразвукового методів показали як позитивні сторони комплексного використання датчиків Sharp GP2Y0A21YK та HC-SR04 так і негативні.

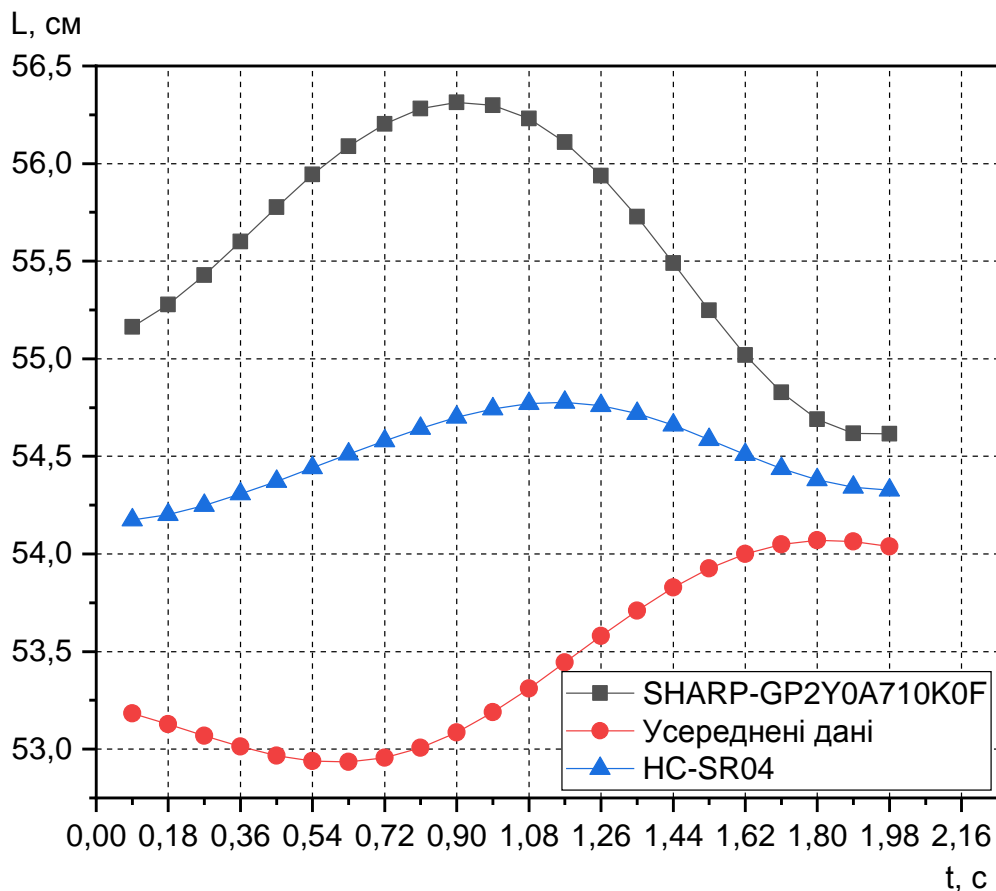


Рисунок 3 – Результати вимірювань відстані при температурі 20 °С і слабкому відбивному сигналі

По-перше – низька вологозахищеність датчика HC-SR04 свідчить про доцільну заміну його іншим.

По-друге – високий рівень вібрації та запилення дорожньої машини в процесі технологічних операцій негативно впливає на роботу датчика Sharp GP2Y0A21YK. Це приводить до значних скачків сигналу датчика і нестабільності вимірювань.

Запропоновані в даній роботі рішення доцільно використовувати в процесі наукових досліджень конструкції дорожньої машини.

Література:

1. А. О. Коваль, Н. М. Єфіменко. Обґрунтування необхідності інтелектуалізації інформаційно-вимірювальної системи дорожніх машин. *Проблеми інформатики и моделирования*: сб. науч. тр. 10-й Межд. конф., НТУ "ХПИ". 2010. С. 98–105.

2. Датчик SHARP-GP2Y0A710K0F. URL: <http://robocraft.ru/files/sensors/Sharp/GP2Y0A02YK0FGP2Y0A02YK0F.pdf>

3. Sensor SHARP-GP2Y0A710K0F. URL: <http://playground.arduino.cc/Main/SharpIR>

4. SHARP GP2Y0A02YK0F. URL: http://zelectro.cc/SHARP_GP2Y0A02YK0F

5. Ультразвуковой датчик. URL: <https://arduino.ua/prod182-ultrazvukovoi-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04>

6. Sensor HC-SR04. URL:

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>

7. Ограничения HC-SR04. URL:

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>

8. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification. URL:https://store.invensense.com/datasheets/invensense/MPU-6050_V3%204.pdf.

9. А. М. Холодов, В. В. Ничке, Л. В. Назаров. Землеройно-транспортные машины: справочник. Харьков. Высшая школа. 1982. 192 с.

10. Инфракрасный дальномер. URL: <https://ru.coursera.org/lecture/roboty-arduino/3-2-infrakrasnyi-dal-nomier-06s8t>

Коваль О. А., к.т.н., доцент

Коваль Д. О., студ. гр. ММ-11-22

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТИСКУ

В процесі розробки пропозицій для зменшення впливу нестационарності вимірювального каналу тиску (ВКТ) був розроблений алгоритм побудови нейромережевої динамічної моделі ВКТ і схемою її навчання для вирішення завдання корекції інерційності ВКТ. Воно формулюється як завдання відновлення вхідної дії каналу тиску за відповідними дискретними відліками його вихідного сигналу [1-5]. З урахуванням даного формулювання необхідно на основі розглянутої прямої моделі і схеми її навчання побудувати нейромережеву інверсну динамічну модель каналу і схему настроювання її параметрів [6]. Інверсна модель повинна забезпечувати відновлення вхідної дії ВКТ, тобто реалізовувати зворотну залежність між його входом і виходом [6].

Для отримання структури нейромережевої інверсної моделі ВКТ звернемося до його дискретної моделі. Представимо дану ПФ в інверсному вигляді і проведемо перетворення: