**УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ТЕРМОМЕТР**

**Шматко Денис Андрійович,** Харківська гімназія №47 Харківської міської ради Харківської області; 10 клас; м. Харків.

**Лавров Володимир Дмитрович**; керівник гуртка Комунального закладу «Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради».

Одним з чинників, які потребують в оселі постійного контролю є температура, як зовнішня так і внутрішня. Впровадження в оселі технологій «розумного» будинку потребує використання засобів вимірювання температури, які б достатньо просто інтегрувались до систем автоматичного керування мікрокліматом, тобто мати на виході електронні сигнали. На цей час найбільш широке розповсюдження в якості термодатчиків отримали напівпровідникові сенсори недоліком яких є певна інертність в реагуванні на дію температури. Цим і визначається **актуальність** даного дослідження за основу якого взята властивість ультразвуку миттєво змінювати швидкість у повітрі в залежності від його температури.

**Об’єктом** цього дослідження є технології вимірювання температури.

**Предмет** дослідження – пристрої вимірювання температури повітря.

**Метою** дослідження стало з’ясування можливості використання ультразвуку для вимірювання температури та розробка макету ультразвукового термометра, здатного до інтегрування у системи «розумного» будинку.

 В процесі дослідження виконані наступні **завдання**:

- виконано збір інформації, щодо предмету та мети дослідження, здійснено її аналіз та підготовлені відповідні висновки;

- розроблено конструкцію, електричну схему та програмне забезпечення пристрою вимірювання температури;

- виготовлено діючий макет пристрою вимірюванняя температури;

- проведено випробування макету, перевірено працездатність прийнятих технічних рішень;

- за результатами випробувань підготовлені висновки та рекомендації по подальшому використанню результатів дослідження.

З фізики відомо, що зв’язок між температурою повітря Т та часом проходження ультразвукового сигналу t відстані L визначається формулою:

T= (L/t)2/(j\*R/M) – 273,15, де (1)

j — показник адіабати повітря дорівнює 7/5;

R — універсальна газова постійна, для повітря R = 8,3144598 Дж/(моль К);

M — молярна маса, для повітря без урахування вологості M = 0,029 кг/моль.

Вологість та тиск повітря не мають значного впливу на зміну швидкості ультразвуку у повітрі (біля 1% по всьому можливому діапазону змін). Таким чином, при відомій відстані L, виміряному часі t можна вирахувати температуру повітря за формулою (1).

Викладена гіпотеза перевірена на, виготовленому в рамках дослідження, макеті ультразвукового термометра, у якому в якості датчика використаний ультразвуковий датчик HC-SR04 з робочою частотою випромінювання 40 кГц та діапазоном вимірювання на відстанях від 20мм до 4000мм. Необхідні розрахунки виконувались за допомогою плати Arduino UNO на базі мікроконтролера Atmega 328, програмування якого виконано в безкоштовному програмному середовищі Arduino IDE. Результати вимірювання відображалися в моніторі порту Arduino IDE на екрані компьютера.

Результати випробування підтвердили працездатність прийнятих технічних рішень: показання ультразвукового термометра повністю співпали з показаннями контрольного спиртового термометра, але з миттєвою реакцію на зміну температури навколишнього середовища. Наявність в ультразвуковому термометрі власного мікроконтролера робить можливим інтегрування його в будь-які смарт-системи керування «розумним» будинком.

**Новизна** дослідження полягає в удосконаленні та подальшому розвитку технології вимірювання температури повітря, створенні ультразвукового термометру власної конструкції.

Робота носить прикладний характер та має практичне значення. Розроблений термометр може використовуватись за призначенням, у т.ч. і в проєктах «розумного» будинку.

**Особистий вклад автора** дослідження полягає в проведенні теоретичних та експериментальних досліджень, розробці конструкції макету ультразвукового термометра, його електричної схеми та програмного забезпечення, випробуванні макету та втконанні аналізу результатів дослідження.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

 1) Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04. URL: <http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html> (дата звернення 21.02.2021).

 2) Ультразвуковой датчик расстояния Ардуино HC-SR04. URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/> (дата звернення 21.02.2021).

 3) Ультразвуковой датчик измерения расстояний HC-SR04. URL: <http://2shemi.ru/ultrazvukovoj-datchik-izmereniya-rasstoyanij-hc-sr04/> /(дата звернення 21.02.2021).

 4) Енохович А.С. Справочник по физике и технике. — М.:Просвещение, 1989. – 224 с.

 5) Безынерционное измерение температуры воздуха ультразвуком. URL: <https://geektimes.ru/post/258882/> /(дата звернення 21.02.2021).

 6) Ультразвуковой датчики змерения расстояния HC-SR04. URL: <http://www.zi-zi.ru/docs/senser/Description_HC-SR04.pdf> /(дата звернення 21.02.2021).

 7) Скорость звука. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Скорость\_звука](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0) /(дата звернення 21.02.2021).