

замкнутая система управления обеспечивает устойчивость и желаемое качество управления. Дальнейшие исследования целесообразно осуществлять в области повышения точности управления технологическим процессом с использованием рассмотренных регуляторов.

#### Список литературы

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебн. в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. **К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова**. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 616 с.
2. Разработка и практическая реализация робастных алгоритмов управления автоматизированным синхронным электроприводом на основе  $H_2$ - и  $H_\infty$ - оптимизации / **Е. В. Полилов, А. И. Мотченко, Е. С. Руднев, С. П. Скорик, А. Г. Щёлоков** // Електротехнічні та комп'ютерні системи. - 2011. - № 3. - С. 60-69.
3. **Полилов Е.В.** Практический подход к выбору весовых функций для  $H_\infty$ -теории робастного управления / **Е.В. Полилов, А.Б. Зеленов, Е.С. Руднев** // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2009. – Випуск 3 (56). Частина 2. - С. 17-24.
4. **Курдюков А. П.** Синтез робастного  $H_\infty$ -регулятора для управления энергетической котельной установкой / **А. П. Курдюков, В. Н. Тимин** // Управление большими системами : сб. науч. трудов. – 2009. – Вып. 25. – С. 179-215.
5. **Morkun V. S., Morkun N. V., Pikiľnyak A.V.** Iron ore flotation process control and optimization using high-energy ultrasound, Metallurgical and Mining Industry, 2014, No2, p.p. 36-42.
6. **Morkun V. S., Morkun N. V., Pikiľnyak A.V.** Ultrasonic phased array parameters determination for the gas bubble size distribution control formation in the iron ore flotation, Metallurgical and Mining Industry, 2014, No3, p.p. 28-31.

Рукопись поступила в редакцию 15.04.14

УДК 681.586.6

О.В. МИКИТИН, студент, Криворізький національний університет

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИФРОВОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРИ DS18B20 ФІРМИ «DALLAS SEMICONDUCTOR» ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ТОЧНОСТІ

У статті наведено результати дослідження характеристик цифрового датчика температури DS18B20 фірми «Dallas Semiconductor». Приведено схеми способів підключення датчика до мікропроцесорної плати Arduino Uno, необхідні для роботи бібліотеки та послідовні дії по налагодженню зв'язку між ними. Детально описані можливі налаштування для отримання вихідних значень (температури) датчика та встановлення точності показань.

В результаті проведених робіт із цими датчиками та вимірювання їх показань температури було зроблено аналіз, згідно з яким на графіках відображено межі розкиду отриманих значень від датчиків одного й того ж типу. Було визначено точність показань датчика, а саме обчислено абсолютну, відносну та середню відносну похибки, що були отримані при зчитуванні значень температури.

Після проведення вказаних досліджень та огляду інших датчиків температури такого ж типу зі схожими параметрами було зроблено висновки - де саме доцільно використовувати даний датчик температури, виходячи із співвідношення його ціни та точності показань температури.

**Ключові слова:** цифровий датчик, температура, експеримент, похибка, точність, тарування, розкид значень, мікроконтролерна техніка.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Для одержання максимально точних результатів експериментів вкрай необхідно отримати реальні показання з датчиків. Виходячи з цього, виникає необхідність провести аналіз розкиду показань датчика одного і того ж типу та провести тарування їх значень.

**Аналіз досліджень і публікацій.** У роботах [2,3,5] наведено основні характеристики датчика температури DS18B20, описано методи роботи з ним, але не проаналізовано порівняння показань датчиків однакового типу та не проведено тарування їх значень температури порівняно з еталонним термометром.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є аналіз похибки вихідної величини цифрового датчика температури DS18B20, проведення тарування та встановлення розкиду його значень.

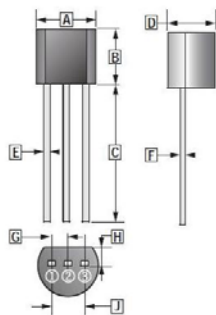
**Викладення матеріалу та результати.** Датчик температури DS18B20 являє собою цифровий температурний перетворювач. Діапазон вимірюваних температур від  $-55\text{ }^\circ\text{C}$  до  $+125\text{ }^\circ\text{C}$ .

Нижче наведено порівняльну таблицю декількох датчиків температури зі схожими характеристиками, табл. 1.

Вартість датчиків температури зі схожими параметрами		
Найменування	Межі вимірювання температури, °C	Ціна, грн.
Датчик температури LM35DZ	-40÷+150	18
Датчик вологості та температури DHT11	0÷+50	35
Датчик температури DS18B20	-55÷+125	23
Датчик температури TMP36	-40÷+125	55

Схема датчика DS18B20 [8] виконана в корпусі TO-92 [6]. Вага цифрового приладу складає 28 г. Розміри датчика зображено на рис. 1 та в табл. 2.

Рис. 1. Датчик температури DS28B20



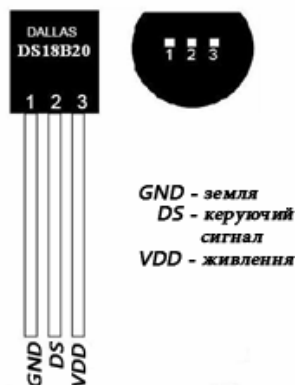
Розміри датчика

Позначення	Міліметри		Позначення	Міліметри	
	min	max		min	max
A	4,40	4,70	F	0,30	0,51
B	4,30	4,70	G	1,27 TYP.	
C	12,70	-	H	1,10	1,40
D	3,30	3,81	J	2,42	2,66
E	0,36	0,56	K	0,36	0,76

Таблиця 2

Підключення схеми до мікроконтролерів забезпечують три вихідних контакти, рис. 2:

Рис. 2. Схема виводів датчика



Зчитаний з приладу цифровий код є прямим безпосереднім кодом вимірюного значення температури, додаткових конвертацій не потребує. Живлення приладу створюється через окремий зовнішній вивід напругою (VDD) від 3,0 В до 5,5 В.

Датчик може забезпечувати 9-, 10-, 11-, 12-ти бітовий дозвіл на вимірювання температури в градусах Цельсія, відповідаючи прирощенням 0,5 °C, 0,25 °C, 0,125 °C і 0,0625 °C відповідно [7]. Цей дозвіл може обиратися користувачем, записуючи відповідні дані в конфігураційний регістр датчика (за замовчуванням установлений 12-бітовий дозвіл). На одиницю коду перетвореного значення температури доводиться 0,0625 °C. Абсолютна похибка перетворення менше 0,5 °C в

діапазоні контрольованих температур -10 °C до + 85 °C.

При зчитуванні даних з датчика приймається 9 байт даних, з яких значення температури зберігається в 0-у і 1-у, молодший і старший байт температури відповідно. У старшому байті в бітах 11-15 міститься інформація про знак значення температури (якщо в цих бітах нуль, тоді температура вище нуля, одиниця - нижче нуля).

Максимальний час повного 12-ти розрядного перетворення ~750 мс (при 12-ти розрядному дозволі) [7].

Після перетворення температури, перш ніж послати наступну команду, потрібно ще раз послати імпульс скидання (Reset pulse) і отримати у відповідь імпульс (Presence Pulse).

Внутрішня незалежна пам'ять температурних приладів забезпечує запис довільних значень верхньої та нижньої межі значень [10].

Крім того, мікросхема містить вбудований логічний механізм пріоритетної сигналізації в шину про факт виходу температури за один з обраних порогів.

Температурний датчик DS18B20 при обміні даними з мікроконтролером використовує виключно 1-Wire протокол - при цьому формується з'єднання, яке здійснює комунікацію на шині, використовуючи всього один керуючий сигнал [3].

Шина повинна бути підключена до джерела живлення через резистор (4,7 кОм), так як всі пристрої зв'язані з шиною, використовують з'єднання через Z-стан або вхід відкритого стоку.

Використовуючи цю шину, мікропроцесор (пристрій управління) ідентифікує датчики температури і звертається до них, використовуючи 64-бітовий код приладу.

Оскільки кожен прилад має унікальний код, число приладів, до яких можна звернутися на одній шині, фактично необмежено [9].

Підключення декількох датчиків зображено на рис. 3.

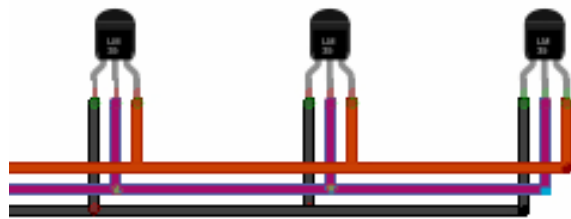


Рис. 3. Схема підключення групи датчиків по шині 1-Wire

Для програмування датчика можна використати спеціальні бібліотеки для роботи з ним:

«OneWire.h» та «DallasTemperature.h» - бібліотеки доступні для завантаження з офіційного сайту [4].

За допомогою «скетчу» [5], написаного для зчитування інформації з датчика, отримуємо показання датчиків за деякий проміжок часу.

Аналізуючи графік, рис. 5, можна зробити висновок, що розкид показань датчиків одного типу становить менше, ніж 0,1 °С.

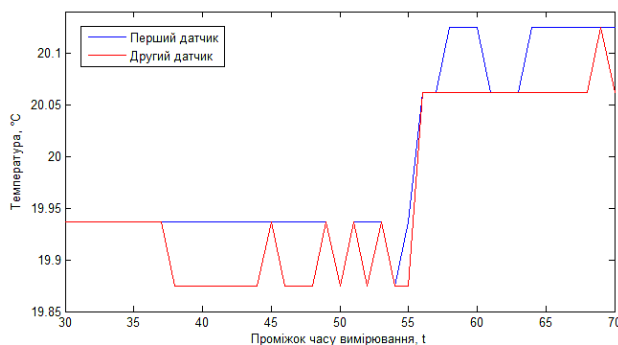


Рис. 5. Порівняння показань двох датчиків одного датчика температури, взявши за еталон спиртовий термометр.

Здійснивши дослідження змін значень двох термометрів, отримано результати, зображені на графіку, рис. 6.

Проведемо тарування значень датчика температури

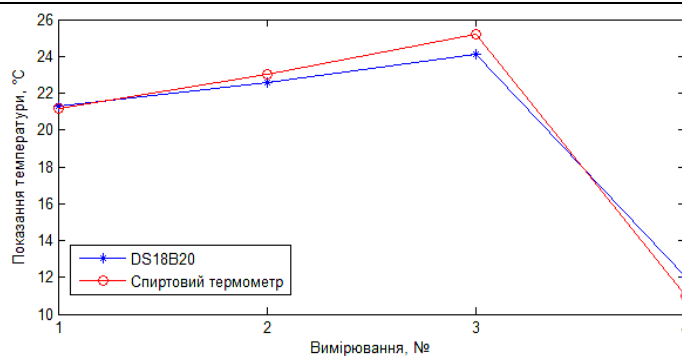
$$(\Sigma T / \Sigma D) \approx 1,01,$$

де  $T$  - показання термометра;  $D$  - показання датчика; 1 °С термометра відповідає 1,01 °С датчика.

Обчислимо відносну похибку показань

$$\Delta_1 = |x_1 - x_{d1}| = ((21,31 - 21,20) / 21,20) \cdot 100\% \approx 0,52\%,$$

де  $x$  - значення температури датчика,  $x_d$  - значення температури термометра.



Номер випробування, №	1	2	3	4
Показання датчика DS18B20, °C	21,31	22,60	24,12	11,60
Показання еталонного спиртового термометра, °C	21,20	23,00	25,20	11,00
Абсолютна похибка, °C	0,11	-0,40	-1,08	0,60

Рис. 6. Похибка в показаннях датчика

Показання двох датчиків можна знімати, використовуючи відносно недорогий та простий у використанні [1] мікроконтролер Arduino UNO, рис. 4:

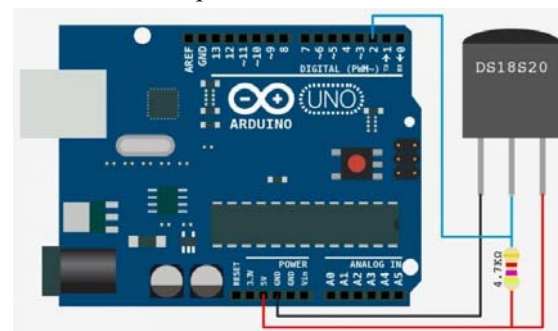


Рис. 4. Схема підключення датчика DS18B20 до Arduino UNO

При цьому варто зазначити, що різниця в показаннях двох датчиків може мати різний знак та є нерівномірною на проміжку всього часу, за який були проведені вимірювання.

Крім того, при вимірюванні однієї й тієї ж самої температури один із датчиків (перший) давав більш стабільні показання.

Це означає, що ця похибка обумовлена побудовою конструкції кожної мікросхеми датчика.

Проведено тарування значень цифрово-

Відносна похибка при чотирьох випробуваннях та середня відносна похибка наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Похибки показань

Номер випробування, №	1	2	3	4
Відносна похибка, %	0,52	1,74	4,29	5,45
Середня відносна похибка, %	3,00			

**Висновки.** Після проведення детального аналізу конструкції, характеристик та точності показань цифрового датчика температури DS18B20 можна сказати, що дана модель датчика є недорогим, компактним приладом для вимірювання температури, який досить легко налаштувати. Проте, датчик не дає досить точних показань (відхилення складає 3% при вимірюванні температури від 11 до 25 °C), тому його використання є доцільним лише у проектах, які не потребують безпомилкових, коректних показань - наприклад, вимірювання температури в теплицях, кімнатної температури, як датчик протипожежної безпеки. У випадках, коли є необхідним більша точність показань, потрібно ввести вхідний контроль і відбір таких датчиків.

#### Список літератури

1. **О.В. Микитин, М.С. Чернюк** Огляд та аналіз малогабаритної мікроконтролерної техніки з великими можливостями / **Микитин О.В., Чернюк М.С.** // Вісник Криворізького технічного університету.– Кривий Ріг, 2014. - Вип. 37. – С. 122-126.
2. Опис характеристик та принципу роботи датчика температури [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
3. Описание работы с датчиком температуры DS18B20 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://blog.e-voron.dp.ua/opisanie-raboty-s-ds18b20>
4. Dallas Semiconductor's 1-Wire Protocol [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://playground.arduino.cc/Learning/OneWire>.
5. Подключение датчика температуры DS18B20 к Arduino [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://arduino-project.net/podklyuchenie-ds18b20-arduino>
6. Датчик температуры цифровой [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.sinava.ru/DS18B20.php>
7. Интерфейс 1-Wire и температурный датчик DS18B20 [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://samou4ka.net/page/interfejs-1-wire-i-temperaturnyj-datchik-ds18b20>
8. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html>
9. Подключение нескольких датчиков DS18B20 к Arduino [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://flprog.ru/FLProg/pid144781676/vpi141024639>
10. DS18B20 - Высокоточный Цифровой Термометр [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://1wire.com.ua/publ/4-1-0-3>

Рукопис подано до редакції 15.04.14

УДК 622.24: 621.921.34

К.В. ЛОБОВА, В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц.,

Криворізький національний університет

## АНАЛІЗ І КЛАСИФІКАЦІЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ АСУТП БУРОВИХ ВЕРСТАТІВ

У статті показано, що реалії виробництва свердловин у залізорудних кар'єрах вимагають знаходження від бурових верстатів технічної інформації про стан роботи обладнання і технологічних параметрів свердловин та негайно реагувати на будь-які зміни, що при цьому відбуваються в реальному масштабі часу з внесенням відповідних даних при невідповідності технології буріння або аварійних режимах. Тому розглянуті різні технології та проаналізовані особливості сучасних каналів передачі даних, які можуть бути використані для діагностики та візуалізації стану роботи обладнання бурового верстату і визначення технологічних параметрів бурових свердловин. Враховані та виявлені основні їх недоліки, виконана класифікація каналів передачі даних, які по техніко-економічним показникам можуть бути використані в АСУТП бурових верстатів і системах диспетчеризації гірничо-збагачувальних комбінатів. Надані основні визначення каналів передачі даних, запропоновано використовувати бездротові системи передачі даних (по каналах стільникового зв'язку з доступом до ТМЗК і мережі Інтернет), які є найбільш ефективними каналами зв'язку для бурового верстату