ISSN 2223–5620 (Print), ISSN 2411–1554 (Online)
Електромагнітна сумісність та
безпека на залізничному транспорті, 2019, № 17

УДК 621.398:53.087.47

О. В. ЄЛІНА – к. ф-м. н, доцент, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, kef.dnu@gmail.com
М. М. МІЛИХ – к. т. н, доцент, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, kef.dnu@gmail.com
М. П. МОЦНИЙ – к. б. н, доцент, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, kef.dnu@gmail.com
П. В. БУТЕНКО – бакалавр, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, kef.dnu@gmail.com

ДАТЧИКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗІВ В МЕРЕЖАХ MICROLAN

Вступ

Використання датчиків концентрації газів для контролю параметрів навколишнього середовища дає можливість створювати не тільки системи контролю і управління мікрокліматом в приміщеннях, але й вирішувати важливе завдання щодо попередження про загрози здоров'ю та безпеці людей. Кліматичні умови у вигляді оптимальних параметрів температури, вологості і циркуляції свіжого повітря всередині промислових приміщень, офісів, на транспорті, у лікарняних палатах медичних закладів, житлових будинках є одними з головних факторів забезпечення працездатності та комфортних умов життєдіяльності.

Системи клімат-контролю з інтегрованими пристроями безпеки дозволяють контролювати та керувати роботою різних кліматичних інженерних систем: кондиціювання, вентиляції, опалення, оповіщення та багатьох інших систем. Для управління кліматом використовуються різні датчики: температури, вологості, концентрації вуглекислого газу, загрозливих газів – чадного газу, природного, зжиженого газу, а також цифрові дротові та бездротові мережі передавання даних з застосуванням надійних, завадостійких інтерфейсів, що забезпечують передавання виміряних значень до центрального пристрою керування системою.

Однією з поширених дротових мереж щодо застосування в системі клімат-контролю є мережа MicroLAN™ (Miniature Local Area Network), створена на базі інтерфейсу 1-Wire™ з широкою низкою пристроїв, в тому числі датчиків температури, вологості, елементів моніторингу батарей, аналого-цифрових перетворювачів та інших. Але серед цих пристроїв відсутні датчики для вимірювання концентрації газів у повітрі. Світова промисловість виготовлює широку номенклатуру датчиків концентрації газів в повітрі, найбільш поширені датчики типу MQ та MG Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd (КНР).

Тому впровадження в системи на базі мережі MicroLAN™ вказаних типів датчиків з використанням елементів цієї мережі є актуальною задачею.

Параметри датчиків концентрації газів

Датчики MQ належать до напівпровідникових приладів [1]. Принцип роботи датчика засновано на зміні опору тонкоплівкового шару діоксиду олова SnO_2 при контакті з молекулами газу, що визначається. При збільшенні концентрацції газу зменшується опір тонкоплівкового шару, відповідно підвищується провідність датчика, що може бути виміряно по збільшенню напруги на резисторі, який включено послідовно з датчиком. Збільшення провідності датчика пов'язано також зі збільшенням температури та вологості газу.

Чутливий елемент датчика складається з керамічної трубки з покриттям Al_2O_3 і нанесеного на неї чутливого шару діоксиду олова. Всередині трубки проходить нагрі-

© О. В. Єліна та ін., 2019

вальний елемент, який нагріває чутливий шар до температури, реагування на визначений газ. Чутливість до різних газів досягається зміною складу домішок в чутливому шарі.Напруга живлення нагрівача: 5 В, опір нагрівача R_H струм: до 150 мА.

На чутливий елемент датчика і послідовно підключений до нього резистор навантаження R_L подається напруга живлення датчика 5 В. Напруга V_{RL} на резисторі навантаження R_L залежить від опору датчика R_S:

$$V_{RL} = V_C R_L / (R_S + R_L),$$

тоді

$$R_S = R_L (V_C / V_{RL} – 1). \quad (1)$$

Діапазон вимірювань об’ємної концентрації Cppm газів в повітрі залежить від вида газу и типу датчика і може складати від 10 ppm до 10000 ppm. Кожний датчик типу MQ реагує на декілька газів, але для окремих газів він має більшу чутливість, а саме – більшу провідність опору R_S , що визначається особливостями технології створення чутливого шару датчика.

Датчики, що призначені для вимірювання концентрації CO_2 MG-811 та MG-812 [2], є хімічними датчиками, сенсор яких побудовано на базі комірки твердого електроліту, яка забезпечує більш високу чутливість та селективність. На виході чутливого елементу виникає ЕДС, що залежить від величини концентрації газу, яка змінюється в межах 350 мВ – 250 мВ. Датчик MG-811 живиться від напруги 6 В, що обмежує його застосування.

Опір нагрівача R_H датчиків MQ-4, MQ-6 дорівнює 26± 3Ом, датчика MQ-135 дорівнює 33± 3Ом, інщих датчиків – 29± 3Ом. Опір резистора навантаження R_L MQ-135 рекомендовано виробником 20 кОм, інщих датчиків – 4,7 кОм.

Датчики поділяються по видах газів (табл.1), для яких забезпечується максимальна чутливість.

Датчик MQ-5 має ідентичні характеристики щодо MQ-6, в датчику MQ-9B обєднані характеристики датчиків MQ-4 та MQ-7B.

Таблиця 1

Типи газових датчиків

Тип датчика	Вид газу	Концентрація C ppm
MQ-2	дим	300 – 10000
MQ-4	метан CH_4 (LNG)	300 – 10000
MQ-6	пропан C_3H_8 (LPG)	300 – l0000
MQ-7B	чадний газ CO	10 – 500
MQ-8	водень H_2	100– 1000
MQ136	сірководень H_2S	1 – 200
MQ137	аміак NH_3	5 – 500
MQ138	алкоголь C_2H_5OH	5 – 500
MQ-135	вуглекислий газ CO_2,	10 – 1000
MG-812	вуглекислий газ CO_2,	350 – 10000

Датчик MQ-135 (Waveshare Electronics [3] КНР) забезпечує вимірювання концентрації вуглекислого газу при відсутності в повітрі ацетону, аміаку, толуолу та C_2H_5OH.

Для кожного датчика існує два сімейства характеристик, одна з них – залежність співвідношення R_S / R_0 від концентрації Cppm газів, до яких є чутливим датчик при стандартних умовах: температура повітря 20°C, об’ємна концентрація кисню O_2 дорівнює 21%, вологість повітря в залежності від типу датчика вибрана 65%RH, 55%RH або 33%RH. Значення R_0 дорівнює виміряному значенню R_S при стандартних умовах повітря та нульової концентрації газів, до яких датчик є чутливим.

Друге сімейство характеристик показує залежність R_S / R_{S0} для стандартних умов щодо складу кисню: для різних значень температури $t^o C$ та вологості навколишнього повітря RH% та для значення R_{SO} при відповідній концентрації газу, на вид якого розраховано датчик, та стандартних умов щодо складу кисню, температури та вологості. На рис.1 наведено характеристики чутливості, а на рис.2 – залежності R_S / R_{S0} від температу-

© О. В. Єліна та ін., 2019

ри та вологості для датчика MQ-4, який використовується для визначення концентрації метана CH4 (побутовий газ).

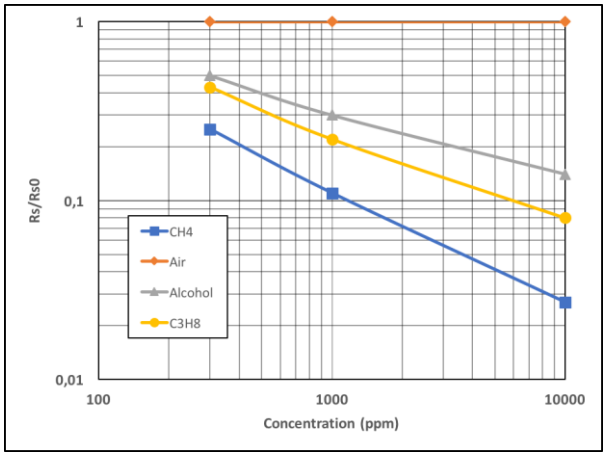

Рис.1. Залежність R_S / R_0 від концентрації Cppm, для CH4 – нижній графік.

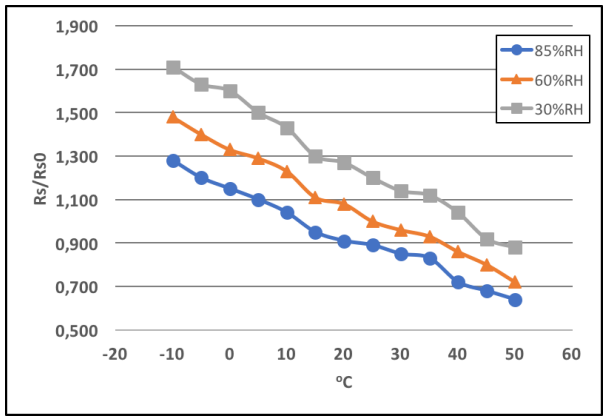

Рис.2. Залежність R_S / R_{S0} від температури та вологості.

На рис.2 величину R_{S0} виміряно при стандартних умовах склада кисню 21%, температурі 20°C, вологості 55%RH, концентраці CH4 C= 5000ppm (верхній графік – 30%RH, нижній графік – 85%RH).

Для датчиків MG-812 надається графік залежності напруги V мВ джерела ЕДС комірки чутливого елемента датчика (вертикальна вісь Y V_C=250 мВ - 330 мВ) від концентрації вуглекислого газу Cppm в логарифмічному масштабі (рис.3).

Час відклику датчика на значення концентрації газу після включення нагрівача складає 30 сек. Перед використанням кожен датчик проходить термотренування: прогрів при напрузі на нагрівачі 5В протягом 48 годин.

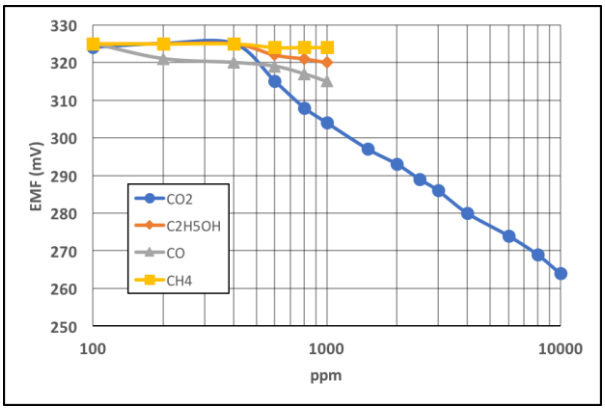

Рис. 3. Залежність напруги V_C на виході датчика від концентрації Cppm CO_2

Вимірювання V_C здійснюється в стандартних умовах: температура 28°C вологість 65 % 1000RH. Залежність від температури та вологості для MG-812 надається виробником (рис. 4 та рис. 5).

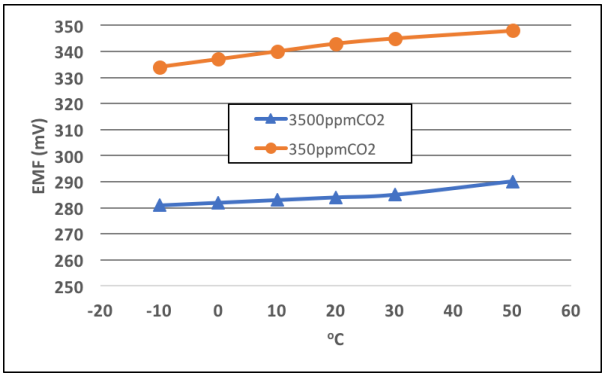

Рис. 4. Залежність V_C(t, RH%) від температури t°C

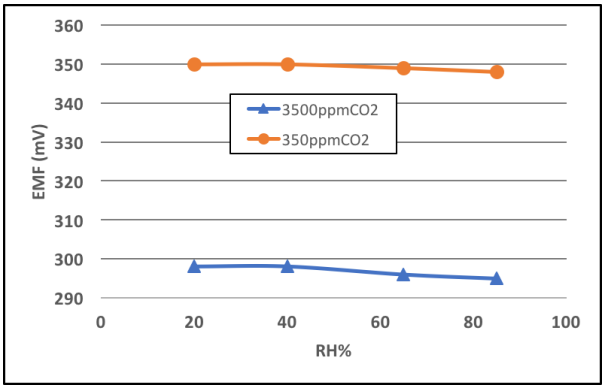

Рис. 5. Залежність V_C(t, RH%) від вологості RH%

© О. В. Єліна та ін., 2019

Таким чином, апаратний модуль, що забезпечить вимірювання концентрації газу, має мати можливість визначення температури та вологості оточуючого повітря, проведення вимірювання напруги на резисторі навантаження після включення нагрівача і затримки на час відліку датчика.

Підключення датчиків концентрації газів до інтерфейсу 1-Wire

Мережа MicroLAN™ створена на базі інтерфейсу 1-Wire™, який розроблено корпорацією Dallas Semiconductor (США) і сьогодні зареєстрована торговими марками Maxim Integrated Product, Inc.

1-Wire – двостороння шина зв'язку для пристроїв з низько швидкісною передачею даних (зазвичай, 15,4 кбіт/с, максимум 125кбіт/с в режимі перевантаження), в якій для цифрового обміну використовано однопроводову лінію зв’язку [4]. Основою архітектури мереж MicroLan є топологія загальної шини, при цьому використовується структура мережі з одним ведучим або майстром і численними веденими. В системі клімат – контролю застосовано мережу MicroLAN з лініями зв'язку 1-Wire, що складаються з трьох основних проводів: DATA - шина даних, GND - поворотній або земляний дріт, EXT_POWER - зовнішнє живлення + 5В не лише обслуговуваних ведених пристроїв, але і зовнішніх, відносно них, ланцюгів датчиків. Завдяки наявності у складі будь-якого пристрою, забезпеченого мережевою версією 1-Wire інтерфейсу, індивідуальної унікальної адреси (відсутність збігу адрес для приладів, що випускаються, гарантується фірмою-виробником), мережа MicroLan має практично необмежений адресний простір. Вимірювання температури за допомогою датчику DS18B20 (Maxim Integrated) [5] – одне з самих масових використань 1-Wire пристроїв. Сьогодно необхідне створення модулів 1-Wire, які працюють з датчиками концентрації газів у повітрі і підключаються до мережі MicroLAN.

В роботі розроблено модуль 1-Wire системи клімат-контролю і безпеки з застосуванням мікросхеми DS2756 (Maxim Integrated) [6], що забезпечує вимірювання температури, струму датчика вологості SHT30-ARP-B (Sensirion Korea) [7] і напруги датчика концентрації газу MQ [1, 3], або MG-812 [2].

Модулі підключено в систему через контролер інтерфейсу 1-Wire DS2480B (Maxim Integrated) (рис. 6) .

Багатофункціональна мікросхема DS2756 забезпечує високоточне вимірювання:

– напруги (10 біт + знак, молодший розряд - 4,88 мВ) через кожні 3,4 мс ;

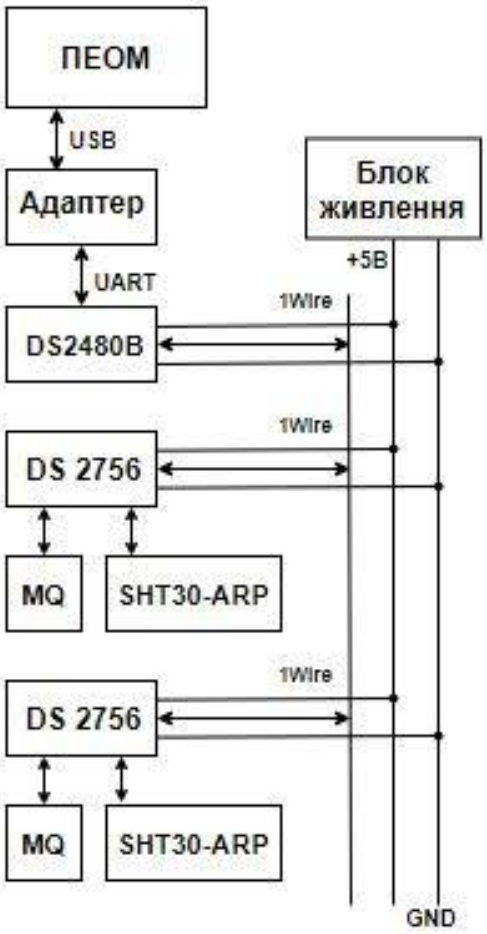

Рис. 6. Структурна схема системи клімат-контролю і безпеки.

© О. В. Єліна та ін., 2019

– середнього значення струму (15 біт + знак, молодший розряд - 1,953 мкВ / Rsns, (максимально 64мВ / Rsns)), через кожні 2,8 с, (Rsns - опір шунта, Rsns = R_9 на рис.7.);

– температури (10 біт +знак, молодший розряд 0,125°С), через кожні 220 мс.

Функціональна схема модулю 1-Wire наведена на рис.7:

Датчик вологості SHT30-ARP-B забезпечує вимірювання відносної вологості: 10%RH–95% RH точність: ± 3 %RH, робоча температура 0 – 60°С. а також вимірює температуру. Датчик має температурну компенсацію щодо вимірюванння вологості, а саме: результат вимірювання RH% не пов'язаний з температурою і визначається через напругу V_{RH} на виході датчика при напрузі живлення датчика V_{DD} :

$$RH\% = -12{,}5 + 125\ V_{RH} / V_{DD}, \qquad (2)$$

при $V_{RH} = 0{,}9V_{DD}$ – RH% = 100%, а при $V_{RH} = 0{,}1V_{DD}$ – %RH% = 0.

Датчик вологості підключається до входу канала вимірювання струму DS2756 в режимі визначення середнього значення струму через повторювач напруги на операційному підсилювачі типу rail–to–rail LMV358 (STMicroelectronics). Опір резистора R_7 визначається максимальним падінням напруги 64 мВ на резисторі шунта Rsns при максимальній напрузі на виході датчику $0{,}9V_{DD}$, що відповідає значенню вологості RH% = 100% :

$$R_7 = (\ 0{,}9V_{DD} / 64мВ - 1)\ Rsns, \qquad (3)$$

Якщо Rsns = 2 Ом, необхідно встановити R_7 = 140,6 Ом, тому R_7 складається з послідовно включених резисторів 130 Ом та підстроювального 20 Ом.

Для визначення відносної вологості згідно (2) V_{RH} буде залежати від 15-ти розрядного двійкового N_{RH} , що вимірюється в цьому режимі:

$$V_{RH} = 0{,}9V_{DD}\ N_{RH} / 32767. \qquad (4)$$

Датчики газу MQ та MG-812 підключаються до каналу вимірювання напруги DS2756. Резистор навантаження R_L датчика MQ приєднується через підсилювач на LMV358, коефіцієнт підсилення якого встановлюється резистором R4 таким, щоб збезпечити вхідну напругу DS2756 4,99В, що відповідає двійковому коду 1023. Встановлення коефіцієнту підсилення здійснюється при калібруванні модуля, а саме для усіх вище визначених датчиків MQ (окрім MQ-135) при вхідній напрузі підсилювача V_{RL} згідно (1) в умовах знаходження датчика у чистому повітрі: кисень O_2 – 21%, температура: 20°С ± 2°С, вологість: 55% ± %5RH. Таким чином, при цих умовах R_S , що визначається (1), дорівнює R_0 , що дозволяє застосувати графіки залежності R_S / R_0 вже для відповідної концентрації газу і кожного з датчиків MQ.

Для датчика MQ-135 R_0 визначається по виміряному R_S при концентрації аміаку NH_3 у стандартному повітрі 100ppm при температурі: 20°С ± 2°С та вологості: 65% ± %5RH.

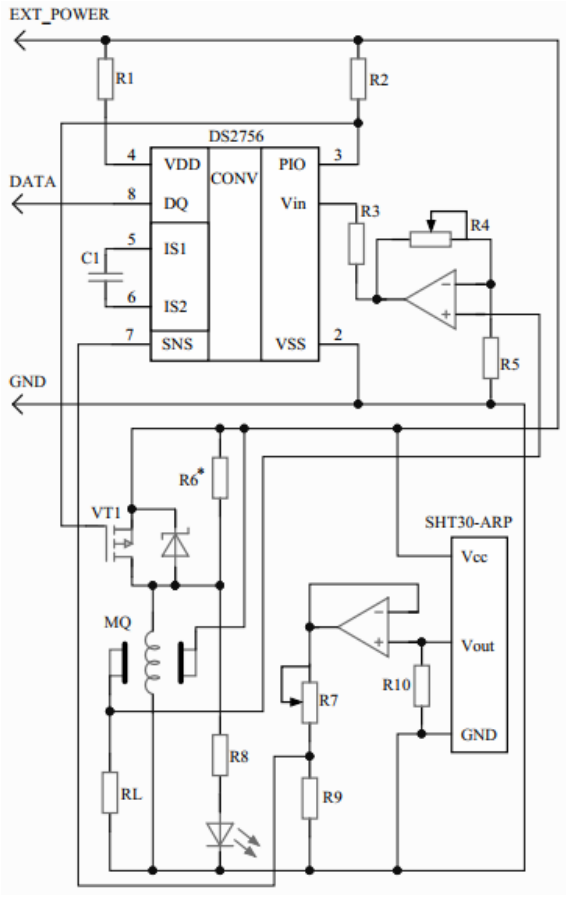

Рис.7. Функціональна схема модулю 1-Wire.

© О. В. Єліна та ін., 2019

При застосуванні в модулі датчика MG-812 контакт 1 датчика пілключається до ланцюга EXT_POWER (+5В), контакт 3 - до GND, а контакти 2 та 4 відповідно до GND та неінверсного входу операційного підсилювача, при цьому резистор RL видаляється.

Для всіх датчиків існує режим підігріву при напрузі на нагрівачі 1,5В протягом 90с та режим вимірювання при напрузі на нагрівачі 5В протягом 60с, напруга підігріву визначається резистором R_6*, величина опору якого залежить від опору нагрівача R_H.

Проведення вимірювань концентрації газу

Послідовність дій, щодо проведення вимірювань за допомогою модулів 1-Wire полягає в наступному:

– калібрування датчика проведенням вимірювання знчення $R_0 = R_S$ в умовах , що вказані в попередньому розділі;

– вимірювання температури та вологості оточующого повітря та розрахунок коефіцієнту γ для приведення R_S / R_{S0} до значення R_S / R_0 в стандартних умовах (рис.1, рис.2);

– вимірювання R_S / R_{S0} та приведення цього параметра до стандартних умов $R_S / R_0 = (R_S / R_{S0}) / \gamma$;

– розрахунок концентрації газу Cppm за допомогою апроксимації графіків залежності R_S / R_0 від значення Cppm.

Калібрування здійснюється для кожного датчика, який встановлено в модулі. Після вимірювання температури, вологості розрахунок коефіцієнта приведення γ здійснюється апрокимацією графіків на рис.2, які виробник навів в керівництвах однаковими для всіх датчиків MQ, окрім MQ-135. При температурі 20°С та вологості 55%RH, що відповідає стандартним умовам, значення R_S / R_{S0} на графіку дорівнює одиниці, таким чином, для іншої температури та вологості, значення R_S / R_{S0} приймаються як коефіцієнт приведення γ .

Для розрахунку коефіцієнта приведення γ графік на рис.4 розділяється на 5 частин: і = 1,2…5 (табл.. 2), залежність R_S / R_{S0}(i) при температурі t(i)°С апроксимується лінійною функцією від величини вологості, ця функція визначається по значенням R_S / R_{S0} (i) при 30%HR та 85%HR

$$R_S / R_{S0}(i) = K(i)\, HR / 10 + A(i). \quad (5)$$

В останньому стовпці таблиці наведено апроксимовані значення R_S / R_{S0}(i) для 60%RH, які практично співпадають з графіком на рис. 2.

Після вимірювання температури t°С визначається та частина графика, що підлягає апроксимації при $t(i) \le t \le t(i+1)$, розраховуються значення R_S / R_{S0} (i) та R_S / R_{S0} (i+1) для виміряної величини вологості HR та визначається коефіцієнт приведення γ:

$$\gamma = R_S / R_{S0} = (R_S / R_{S0}(i+1) - R_S / R_{S0}(i)) \text{ x}$$
$$\text{x } (t - t(i)) / (t(i+1) - t(i)) + R_S / R_{S0}(i). \quad (6)$$

Графіки залежності R_S/R_0 від концентрації газу Cppm існують у логаріфмічному масштабі за обома перемінними. Для графіків датчиків MQ-2, MQ-4, MQ-6, MQ-8, а саме: вертикальної вісі Y для R_S / R_0 та горизонтальної вісі X для **C**ppm можна записати:

$$Y = 77{,}5 (\log10(R_S / R_0) + 2),$$
$$X = 97{,}5(\log10(\text{Cppm}) - 2). \quad (7)$$

Тоді лінійні координати X, Y (0,0) відповідають $R_S / R_0 = 0{,}01$, Cppm =100, та із аналізу графіків можна кожний представити (табл.. 3) двома лінійними функціями:

Концентрація газу визначається:

$$\textbf{C}\text{ppm} = \text{ant log10 } (X / 97{,}5 + 2). \quad (8)$$

Таблиця 2

Коефіцієнти апроксимації R_S / R_{S0} (i)

I	t(i)°C	K(i)	A(i)	R_S / R_{S0}(i) 60%RH
1	– 10	– 0,0836	1,95	1,46
2	0	– 0,0745	1,804	1,35
3	15	– 0,0636	1,491	1,11
4	25	– 0,0545	1,333	1,01
5	35	– 0,0509	1,263	0.95
6	50		1.01	0,74

© О. В. Єліна та ін., 2019

Таблиця 3

Апроксимація графіків датчиків MQ

Датчик	R_S / R_0	X
MQ-2	< 0,1	X = – 1,89Y + 256
	≥ 0,1	X = – 1,79Y + 247,8
MQ-4	< 0,1	X = – 1,758Y+ 233,8
	≥ 0,1	X = – 2,19Y + 267,7
MQ-6	< 0,1	X = – 1,925Y+ 248,6
	≥ 0,1	X = – 1,667Y + 228,4
MQ-8	< 0,1	X = – 2,79Y+ 298,8
	≥ 0,1	X = – 3,63 Y + 364

Аналогічно для датчиків MQ136, MQ137, MQ138 вертикальна вісь Y для R_S / R_0 відповідає формулі (7), для датчиків MQ136, MQ137 горизонтальна вісь а) – для датчика MQ138 горизонтальна вісь б) відповідає формулам (9):

$$\text{а) } X = 87 \log10(Cppm),$$
$$\text{б) } X = 118(\log10(Cppm) - 1). \quad (9)$$

Кожен графік представлено лінійною функцією (табл.4) та формулою для розрахунку **C**ppm:

Таблиця 4

Розрахунок Cppm
для MQ136, 137, 138

Датчик	X, **C**ppm
MQ136	X = – 4,193Y + 572,3
	Cppm = ant log10 (X / 87)
MQ137	X = – 4,155Y + 569,2
	Cppm = ant log10 (X / 87,1)
MQ138	X = – 3,654Y + 460,4
	Cppm = ant log10 (X /118 + 1)

Для датчика MQ-7B перетворення координат із наведених виробником графіків можна записати:

$$Y = 73,5 (\log10(R_S / R_0) + 2),$$
$$X = 62,2(\log10(Cppm) - 1). \quad (10)$$

Графік залежності R_S/R_0 від **C**ppm чадного газу CO апроксимується двома лінійними функціями:

$$X = -1,526Y + 153,4,\ R_S / R_0 > 0,03;$$
$$X = - 1,95Y + 168,8,\ R_S / R_0 \le 0,03. \quad (11)$$

Концентрація газу визначається:

$$Cppm = ant \log10 (X / 62,2 + 1). \quad (12)$$

Датчик MQ-135 [9] має залежність R_S / R_{S0} від температури та вологості, що відрізняється від інших датчиків MQ (рис.8).

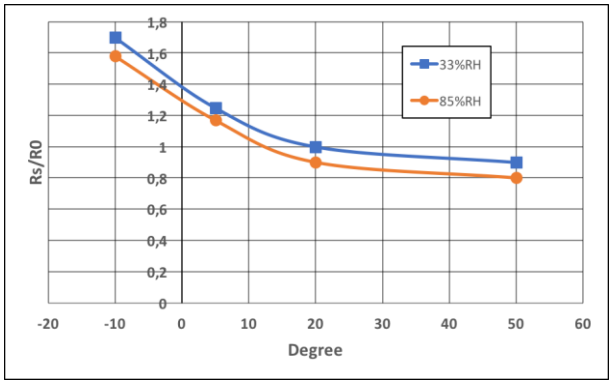

Рис.8. Залежність R_S/R_{S0} від температури та вологості MQ-135.

Залежність від температури при вологості 33%RH апроксимовано поліномом другого ступеню , який зміщується в залежності від величини вологості, що складає тільки 0.1 при 85%RH. Таким чином, приведення виміряних R_S / R_{S0} до значення R_S / R_0 в стандартних умовах (t=20°C, 33%RH) буде здійснюється шляхом ділення на величину:

$$\gamma = 0,00031t^2 - 0,025t + 1,378 -$$
$$0,2 (0,01\ RH\% - 0,33). \quad (13)$$

Для датчика MQ-135 перетворення координат із наведених виробником графіків можна записати:

$$Y = 83(\log10(R_S / R_0) + 1),$$
$$X = 97(\log10(Cppm) - 1). \quad (14)$$

Графік залежності R_S / R_0 від Cppm вуглекислого газу CO_2 апроксимується лінійною функцією:

$$X = - 3,031Y + 351,6. \quad (15)$$

Концентрація газу визначається:

$$Cppm = ant \log10 (X / 97+ 1). \quad (16)$$

Для розрахунку концентрації газу CO_2 за допомогою датчика MG-812 необхідно також привести виміряне знчення напруги з чутливого елементу датчика до значень при стандартних умовах для того щоб скорис-

© О. В. Єліна та ін., 2019

татися графіком на рис. 3. Для цього застосовуються залежності напруги на виході датчика від температури (рис.4) та вологості (рис.5). Аналіз вказаних графіків показує, що приведення виміряних значень V_C (t, RH%) до значення V_C графіка на рис. 3 може бути здійснене:

– якщо 20 %RH ≤ RH% < 55 %RH;

$$V_C = V_C(t, RH\%) - (t^oC - 28^oC)\ 0{,}1мВ/^oC - 1мВ,\ t^oC \geq 28^oC; \quad (17)$$

$$V_C = V_C(t, RH\%) + (28^oC - t^oC)\ 0{,}1мВ/^oC - 1мВ,\ t^oC < 28^oC; \quad (18)$$

– якщо 55%RH ≤ RH% < 70%RH;

$$V_C = V_C(t, RH\%) - (t^oC - 28^oC)\ 0{,}1мВ/^oC,\ t^oC \geq 28^oC; \quad (19)$$

$$V_C = V_C(t, RH\%) + (28^oC - t^oC)\ 0{,}1мВ/^oC,\ t^oC < 28^oC; \quad (20)$$

– якщо 70 %RH ≤ RH% ≤85%RH;

$$V_C = V_C(t, RH\%) - (t^oC - 28^oC)\ 0{,}1мВ/^oC + (RH\% - 70\%)0{,}067мВ/\%,\ t^oC \geq 28^oC; \quad (21)$$

$$V_C = V_C(t, RH\%) + (28^oC - t^oC)\ 0{,}1мВ/^oC + (RH\% - 70\%)0{,}067мВ/\%,\ t^oC < 28^oC; \quad (22)$$

Після приведення до V_C в стандартних умовах вісі Y та X графіка на рис.3 :

$$Y = 2(V_C - 250), \quad (23)$$

$$X = 106{,}5\ (\log10\ Cppm - 2). \quad (24)$$

У графіку можна виділити три частини, кожна з яких може бути апроксимована лінійною функцією для відповідного діапазону V_C, ці три функwії:

$$X = -0{,}97Y + 207{,}65; \quad (25)$$
$$V_C \geq 307{,}5мВ$$

$$X = -1{,}578Y + 277{,}56; \quad (26)$$
$$307{,}5мВ > V_C \geq 298{,}5мВ$$

$$X = -1{,}283Y + 248{,}91; \quad (27)$$
$$V_C < 298{,}5мВ.$$

Концентрація вуглекислого газу CO_2 визначається :

$$Cppm = ant\ log10\ (X / 106{,}5 + 2)\ . \quad (28)$$

Висновки

Запропоновано модуль 1-Wire™ з застосуванням багатофункціональної мікросхеми DS2756 (Maxim Integrated США) для системи клімат – контролю на базі мережі MicroLan™, що забезпечує підключення в систему широкої номенклатури датчиків Winsen (КНР) для вимірювання концентрації загрозливих газів CO, CO_2, CH_4, C_3H_8, H_2S, H_2, NH_3 та дає можливість створити інтегровану систему безпеки та вимірювання вологості і температури оточуючого повітря.

Наведено функціональну схему модуля та запропоновано метод калібрування датчиків, проведено випробування дослідного зразка з використанням фрагмента мережі за допомогою програмного пакету DS2756K. Виведено формули, які забезпечують апроксимацію графіків щодо залежності параметру чутливого елементу датчика від концентрації газу для усіх типів датчиків з урахуванням впливу температури та показників вологості. Це надає можливість розрахунку концентрації газів у різноманітних умовах.

Результати роботи будуть використані при побудові системи безпеки і клімат–контролю для промислових, житлових приміщень, на транспорті, у лікарняних закладах, тощо.

Бібліографічний список

1. MQ-2, MQ-4, MQ-6, MQ-7B, MQ-8, MQ136, MQ137, MQ138, Manual, www.winsen-sensor.com.
2. MG-812, Manual, www.winsen-sensor.com.
3. MQ-135 Gas Sensor, www.waveshare.com.

© О. В. Єліна та ін., 2019

4. Н.Елисеев Интерфейс 1Wire: устройство и применение. ЭЛЕКТРОНИКА. Наука. Технология. Бизнес. №8, 2007.
5. DS18B20 Datasheet, www.maxim-ic.com.
6. DS2756 Datasheet, www.maxim-ic.com.
7. SHT30-ARP-B, Datasheet, www.sensirion.com.
8. LMV358. www.st.com.
9. MQ-135 Gas Sensor, www.waveshare.com/wiki/File:MQ-135pdf.

Ключові слова: розподілена система, клімат – контроль, інтерфейс 1-Wire, газовий датчик Winsen, датчик вологості, мікросхема DS2756, концентрація газу, апрксимація характеристик газових датчиків, калібрування датчиків газу.

Ключевые слова: распределённая система, климат – контроль, интерфейс 1Wire, датчик газа Winsen, датчик влажности, микросхема DS2756, концентрация газа, аппроксимация характеристик датчиков газа, калибровка датчиков газа.

Keywords: distributed system, climate control, 1Wire interface, Winsen gas sensor, humidity sensor, DS2756 microcircuit, gas concentration, approximation of gas sensor characteristics, gas sensor calibration.

Рецензенти:
проф., д.т.н., А. Б. Бойник,
проф., д.ф.-м.н., В. І. Гарилюк.

Надійшла до редколегії 21.03.2019.
Прийнята до друку 04.04.2019.

© О. В. Єліна та ін., 2019