

ООО «Информаналитика»
Россия, г. Санкт-Петербург, 194223, ул. Курчатова, д.10
Оптический сенсор метана Sensor Eu-M-CH₄-OD 0- 2,5% об.

ПАСПОРТ

1. Описание изделия

Оптический сенсор метана предназначен для автоматического непрерывного измерения концентрации метана в атмосфере. Сенсор имеет цифровой UART и аналоговый выходы и может быть использован как часть газоаналитического оборудования.

Оптический сенсор выполнен в виде единого блока и состоит из оптической кюветы, в которую помещены импульсный оптический излучатель (ОИ) и двухканальный фотоприёмник с температурной компенсацией, датчика температуры, усилителей сигналов, управляющего микроконтроллера, источника питания ОИ и блока формирования напряжения питания. Оптическая кювета расположена в корпусе, обеспечивающем диффузионное поступление в неё анализируемой газовой смеси. Микроконтроллер производит хранение в памяти калибровочных констант, обработку сигналов и формирование цифрового UART и аналогового выходов.

Принцип действия сенсора основан на селективном поглощении оптического излучения молекулами анализируемого газа. Излучение от ОИ проходит через оптическую кювету и попадает на фотоприёмник. Канал ФП1 (опорный (ref) канал фотоприемника) регистрирует интенсивность излучения I_0 на длине волны λ_0 , которое не поглощается анализируемым газом. Канал фотоприемника ФП2 (сигнальный) регистрирует интенсивность излучения I_p на рабочей длине волны поглощения λ_p анализируемого газа. Интенсивность излучения, падающего на ФП2 описывается выражением

$$I_p = I_0 \exp[-k(\lambda_p) C L],$$

где $k(\lambda_p)$ – коэффициент поглощения на рабочей длине волны сенсора, C – концентрация газа, L – оптическая длина кюветы. Тогда искомая концентрация газа равна

$$C = -\ln(I_p/I_0) / k(\lambda_p) L.$$

Выходными сигналами пироэлектрического фотоприемника являются амплитудные значения напряжений U_p и U_0 , пропорциональные величинам I_p и I_0 , соответственно. Использование опорного канала позволяет скомпенсировать влияние на измерение концентрации изменений интенсивности света, не связанных с его поглощением в газе.

2. Технические характеристики

2.1	Принцип измерения	поглощение света газом
2.2	Диапазон рабочих концентраций, % об.	0 ÷ 2,5
2.3	Метод пробоотбора	диффузионный
2.4	Время прогрева, минут	10
2.5	Рабочее напряжение, В	+3,0 ÷ +5,0
2.6	Время установления выходного сигнала, $\tau_{0,9}$, не более, сек	30
2.7	Предел обнаружения (разрешение сенсора), % об.	0,1
2.8	Ожидаемый срок службы, лет	10
2.9	Ток потребления, мА, не более	100
2.10	Масса сенсора, не более, г.	21
2.11	Габариты, (диаметр x высота) без ножек, мм	20.0 x 16,5

Технические параметры, указанные в п.п. 2.6, 2.7, измерены при $T=25^{\circ}\text{C}$, $RH=60\%$, $p=760$ Торр.

3. Условия эксплуатации

Сенсор предназначен для эксплуатации в следующих климатических условиях: температура воздуха ($-40 \div +50$) $^{\circ}\text{C}$; относительная влажность ($0 \div 98$)%; атмосферное давление ($80 \div 120$) кПа. Не допускается эксплуатация сенсора, когда на его поверхности происходит конденсация водяного пара. Допускается эксплуатация сенсора при любой пространственной ориентации.

При касании руками выводов сенсора необходимо обеспечить защиту от статического электричества. Пайка выводов не допускается.

Не рекомендуется устанавливать сенсор вблизи источников выделения пыли, вблизи источников паров кислот и растворителей. Во избежание разгерметизации, нарушения контактов, повреждения источника света и фотоприемника запрещается производить разборку сенсора.

Транспортировать и хранить сенсор следует в полиэтиленовом чехле в условиях, исключающих механические повреждения, конденсацию влаги и воздействие различных химических веществ.

При соблюдении правил эксплуатации изготовитель гарантирует безотказную работу сенсоров в течение одного года. Гарантия не распространяется на сенсоры, подвергавшиеся разборке, а также имеющие механические повреждения корпуса.

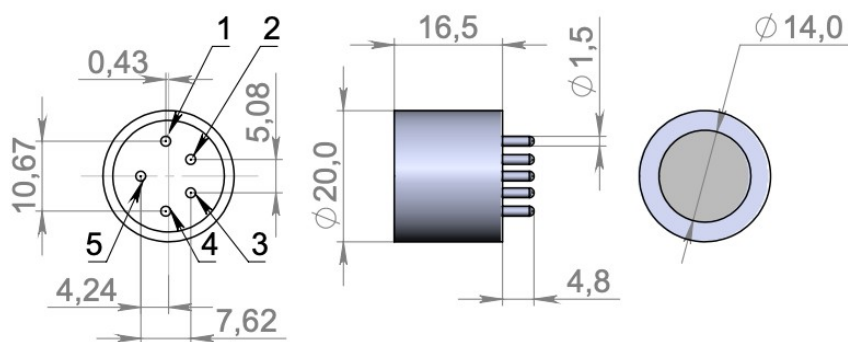


Рис.1 Размеры сенсора и схема расположения выводов

- 1 - Tx
- 2 - Gnd
- 3 - V+
- 4 - Rx
- 5 - Аналоговый выход (0,4 – 2,0 В, при сопротивлении нагрузки не менее 600 Ом)

4. Данные по протоколу связи

Аналоговый выход

Аналоговый выход 0.4 – 2 В с функцией преобразования:

$$C = (U - 0.4) * k, \text{ мг/м}^3, \text{ мг/л, об.}\%$$

где: C – измеренная концентрация газа в единицах согласно п. 2.2;

U – значение по аналоговому выходу, В;

k – удельная концентрация (мг/м³, мг/л, об.% / 0.1 В) – по компонентам соответственно, определяется по формуле:

$$k = (C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}) / 1.6,$$

где: C_{макс} – верхняя граница диапазона показаний согласно п. 2.2;

C_{мин} – нижняя граница диапазона показаний согласно п. 2.2.

При начальном прогреве (45 сек) или отказе в процессе работы, на аналоговом выходе 0.1 В.

При включении устанавливается активный протокол связи «ХОББИТ», если за установленное время ожидания (10 секунд) не было запросов по протоколу «ХОББИТ», то сенсор переключается на протокол связи «DYNAMENT».

Протокол связи «DYNAMENT»

Параметры связи:

- Формат передачи данных: 8-N-1 (8 бит данных, без бита проверки на четность, 1 стоп бит);
- Скорость связи: 38400 бит/сек.

Реализована команда чтения текущих данных «Read live data simple»

Передаваемые данные:

DLE	RD	Live data simple ID	DLE	EOF	Checksum high byte	Checksum low byte
0x10	0x13	0x06	0x10	0x1F	0x00	0x58

DLE, RD, Live data simple ID, EOF — константы;

Checksum — контрольная сумма, которая рассчитывается суммированием каждого байта.

Принимаемые данные:

DLE	DAT	Длина данных	Версия ПО		Признаки состояния		Значение концентрации, float IEEE-754				DLE	EOF	Checksum high byte	Checksum low byte
0x10	0x1A	0x08	0x01	0x00	0x00	0x00	0xA4	0x70	0xBD	0x3F	0x10	0x1F	0x00	0x58

Признаки состояния — всегда 0x00

Значение концентрации, float IEEE-754 — 0x3FBD70A4 = 1.48

Примечание: Если в данных после поля «Длина данных» и перед полем «DLE» встречаются байты со значением 0x10, то к каждому такому значению будет добавлен ещё один байт 0x10. Эти дополнительные байты должны использоваться при вычислении контрольной суммы, но отбрасываться и не использоваться для данных или длины данных.

Протокол связи «ХОББИТ»

Сенсор – пассивное устройство.

Данные от сенсора могут быть получены только по запросу.

Для всех запросов сенсор всегда формирует ответную информацию. Это либо запрашиваемые данные, либо код подтверждения.

Скорость связи: 9600 бит/сек

Формат передачи данных: передача и приём 9 бит (с битом контроля). От датчика значение 9-го бита – всегда 0. Количество стоп-бит – 1.

Адресация

Адресация по 9-му биту.

Адрес сенсора посылается перед передачей каждого запроса.

В исходном состоянии сенсор находится в режиме ожидания адреса, т.е. ожидания приёма с единицей по 9-му биту. После приёма адреса сенсор переключается в режим приёма данных, а передающая сторона передаёт запрос (данные) с нулём по 9-му биту.

После передачи ответной информации сенсора вновь переходит в режим ожидания адреса.

Структура посылки

- байт с кодом 0x7e;
- длина массива данных, 1 байт. Длина именно передаваемых данных, т.е. не включая стартовый байт (0x7e), байт длины и байты контрольной суммы.
- данные;
- контрольная сумма, два байта. Порядок следования: младший байт, старший байт.

Структура посылки одинаковая как для запросов посылаемых в сенсор, так и данных, получаемых от сенсора.

Контрольная сумма рассчитывается по передаваемым данным и не включает стартовый байт (0x7e) и байт длины посылки.

Контрольная сумма рассчитывается по следующему алгоритму:

1. В целую беззнаковую переменную (CRC) загружается число 0xffff ((десятичное 65535).
2. Выполняется операция “Исключающее или” над первым байтом массива и младшим байтом переменной CRC.
3. Сдвигается CRC вправо на один бит, при этом самый старший (левый) бит делается равным нулю.
4. Если выдвинутый бит равен 1, выполняется операция “Исключающее или” над переменной CRC и числом 0xa001 (десятичное 40961). Результат заносится в переменную CRC.

- Если выдвинутый бит равен 0, выполняется переход на пункт 3.
 5. Пункты 3,4 выполняются 8 раз (8 сдвигов).
 6. Пункты 2-5 повторяются со всеми байтами массива.
 7. CRC – рассчитанная контрольная сумма.

Пример программы расчёта контрольной суммы на “С”.

```

/*
R_crc. Расчёт контрольной суммы
Вход: pMas – адрес массива
      Size – длина массива
Возвращаемое значение – рассчитанная контрольная сумма, 2 байта
*/
WORD R_crc(LPCVOID pMas, int Size)
{
WORD Crc;
int i,j;
BYTE * pMas_byte;
pMas_byte=(BYTE *) pMas;
Crc=0xffff;
for(i=0;i<Size;i++)
{
Crc= Crc ^ *pMas_byte;
for(j=0;j<8;j++)
{
if( ((Crc/2)*2 ) != Crc)
Crc=(Crc/2) ^ 40961;
else
Crc=Crc/2;
}
pMas_byte++;
}
return Crc;
}

```

В расчёте контрольной суммы не участвует стартовый байт с кодом 0x7e и байт длины посылки.
 Байты контрольной суммы передаются в порядке: младший байт, старший байт.

Запросы

		Принимаемые данные	Передаваемые данные
0x09	Чтение адреса	- код запроса 0x09	- байт кода данных – 0x89 - байт с адресом
0x0a	Передача текущих значений.	- код запроса – 0x0a	- байт кода данных – 0x8a - байт признаков состояния. - значение входного сигнала в вольтах. 4 байта в формате с плавающей точкой PIC. Порядок следования байт – от младшего к старшему. - значение концентрации в заданных единицах измерения. 4 байта в формате с плавающей точкой PIC. Порядок следования байт – от младшего к старшему.
0x0f	Калибровка заданной точки	- код запроса 0x0f - код разрешения записи - номер точки калибровки (счёт с 0)	- код данных (подтверждения) 0x8f Производится запись текущего значение входного сигнала в массив входных сигналов калибровочной зависимости в RAM и EEPROM в соответствии с принятым номером точки калибровки. Запись в EEPROM будет выполнена только при корректном значении принятого байта “ код разрешения записи”.

0x11	Запись адреса	- код запроса 0x11 - код разрешения записи - байт с адресом	- код данных (подтверждения) 0x91 Производится запись нового значения адреса для датчика в RAM и EEPROM. Запись в EEPROM будет выполнена только при корректном значении принятого байта “ код разрешения записи ”.
0x13	Восстановление заводских параметров калибровки.	- код запроса 0x13 - код разрешения записи	- код данных 0x93 - код завершения: 0x01 - нормальное завершение 0x00 - нет данных в области сохранения заводских
0x14	Установка нуля	- код запроса 0x14 - код разрешения записи	- код данных 0x94
0x15	Запись коэффициента подкалибровки (крутизны).	- код запроса 0x15 - код разрешения записи - данные. Значение коэффициента в формате с плавающей точкой PIC. 4 байта.	- код данных (подтверждения) 0x95
0x1a	Передача массива текущих состояний параметров по каналу.	- код запроса – 0x1a.	- байт кода данных – 0x9a - байт признаков состояния * - значение входного сигнала в вольтах. 4 байта в формате с плавающей точкой PIC. Порядок следования байт – от младшего к старшему. - значение концентрации в заданных единицах измерения. 4 байта в формате с плавающей точкой PIC. Порядок следования байт – от младшего к старшему. - тип газа, заданный в конфигурации датчика. По общей нумерации типов газов ** - тип блока датчиков. 1 байт.
0x30	Чтение заводского номера датчика и дополнительных параметров.	- код запроса – 0x30.	- байт кода данных – 0xb0 - заводской номер датчика в формате целого числа. 3 байта. Порядок следования: младший байт, средний байт, старший байт. - байт типа газа по таблице газов блоков сенсоров - байт типа единицы измерения

* Байт признаков состояния:

7	6	5	4	3	2	1	0
		Отказ сенсора	Данные готовы	Выход в отрицательн. область	Нарушен. по ПС 3	Нарушен. по ПС 2	Нарушен. по ПС 1

Отказ сенсора - отказ, обнаруженный программой сенсора.

Данные готовы – при включении выдерживается интервал времени на установление сенсора в рабочее состояние, и в течение этого времени измерение не ведётся. После получения первых результатов устанавливается признак готовности данных.

Выход в отрицательн. область – выход в отрицательную область за заданные пределы.

Нарушение по ПС 1 – нарушение по первому порогу срабатывания.

Нарушение по ПС 2 – нарушение по второму порогу срабатывания.

Нарушение по ПС 3 – нарушение по третьему порогу срабатывания.

** Общая нумерация типов газов.

1 - CO	5 – O2	9 – Cl2	13 – C3H8 (пропан)
2 - CH4	6 - CO2	10 – F2	14 – C6H14 (гексан)
3 - NH3	7 - H2S	11 – HCl	15 - O3
4 – H2	8 - SO2	12 – HF	16 – NO2

Примечание:

- «Код разрешения записи» – 0x5A;
- Сенсор отвечает на запросы по собственному и общему адресу (0xFE);
- Для работы по протоколу «ХОББИТ» по запросу предоставляется программное обеспечение Xdisplay.

5. Комплектность

Сенсоры -
Паспорт (на упаковку) — 1 экз.

6. Свидетельство о приемке

Сенсоры Eu-M-CH₄-OD 0 - 2.5% об. соответствуют техническим характеристикам данного паспорта и признаны годными для эксплуатации.

Дата выпуска _____ 20 ____ г.

Подпись лиц, ответственных за приемку _____ М.П.

7. Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие сенсоров требованиям ТУ 4215-027-46919023-2012 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации сенсоров в составе газоанализатора 24 месяца со дня ввода газоанализатора в эксплуатацию.

Гарантийный срок хранения сенсоров – 6 месяцев со дня изготовления.