

# Датчик уровня топлива LLS

Руководство по интеграции

LLS РЭ

Номер редакции 7

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ОПИСАНИЕ ДАТЧИКА УРОВНЯ ТОПЛИВА LLS .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНЕМУ УСТРОЙСТВУ .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Описание команд для бинарного протокола обмена .....</b>	<b>5</b>
4.1.1	Однократное считывание данных (команда 06h) .....	6
4.1.2	Периодическая выдача данных (команда 07h) .....	7
4.1.3	Регулировка интервала периодической выдачи (команда 13h) .....	8
4.1.4	Режим выдачи данных по умолчанию (команда 17h) .....	8
4.1.5	Установка глубины фильтрации (команда 0Eh) для LLS 30160 .....	9
4.1.6	Чтение истории изменений настроек датчика (0Fh) для LLS 30160 .....	10
4.1.7	Чтение текущих настроек датчика (10h) для LLS 30160 .....	11
<b>4.2</b>	<b>Описание команд для символьного протокола обмена .....</b>	<b>11</b>
4.2.1	Чтение данных .....	12
4.2.2	Периодическая выдача данных .....	12
	<b>Приложение А Алгоритм вычисления контрольной суммы .....</b>	<b>13</b>

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по интеграции содержит рекомендации по внедрению датчиков уровня топлива LLS, производства компании Omnicomm, в системы мониторинга и контроля транспорта различных производителей (внешние устройства).

В данном руководстве содержатся требования по настройке внешних устройств, для работы с датчиками уровня топлива LLS, производства компании Omnicomm, имеющими цифровой последовательный интерфейс RS-232 и/или RS-485, предназначенный для передачи данных о результатах измерения.

Приведенные требования не распространяются на датчики LLS, имеющие аналоговый или частотный канал для передачи результатов измерения, в которых цифровой последовательный интерфейс предназначен для настройки.

Настройка параметров датчика осуществляется специализированным программным обеспечением LLS Monitor, распространяемым бесплатно.

Перечень сопутствующих документов:

- Руководство по эксплуатации LLS «ПЭ LLS 20160», «ПЭ LLS 20230»;
- Руководство пользователя LLS Monitor «ПП LLS Monitor»;
- Инструкция по монтажу «ИМ LLS 20160, LLS 20230».

## 2 ОПИСАНИЕ ДАТЧИКА УРОВНЯ ТОПЛИВА LLS

Информационный обмен с датчиком осуществляется либо по интерфейсу RS-232, либо по интерфейсу RS-485. Датчик поддерживает скорость обмена от 1200 до 115200 бит/сек, по умолчанию, датчик настроен на скорость 19200 бит/сек.

Датчик уровня топлива LLS может работать в двух режимах: slave (ведомый) и master (ведущий).

Режим **master** может осуществляться только в случае подключения к внешнему устройству одного датчика LLS. В этом режиме датчик самостоятельно, без получения команды запроса от внешнего устройства, отправляет пакеты с данными об измеренном уровне топлива и температуре (см. описание команды 07h и описание символьного протокола обмена). В этом режиме работы сетевой адрес датчика может быть задан любым.

Для включения режима **master** необходимо:

- В программе LLS Monitor для параметра "Режим самостоятельной выдачи данных" выбрать значение "Бинарный" или "Символьный" (или с помощью команды 17h п.4.1.4).
- В программе LLS Monitor задать интервал выдачи данных в параметре "Интервал выдачи данных" (или командой 13h п.4.1.3).

Режим **slave** может осуществляться как при подключении одного датчика уровня топлива LLS к внешнему устройству, так и при подключении нескольких датчиков уровня топлива LLS. Для каждого из датчиков в сети должен быть задан сетевой адрес (даже в случае, когда датчик, работающий в режиме slave, является единственным, например, при подключении по интерфейсу RS-232). В этом режиме датчик отвечает на команды запросов,

пришедшие от ведущего (master) устройства в сети, только в случае если в команде запроса используется сетевой адрес, совпадающий с адресом датчика.

Для включения режима **slave** необходимо в программе LLS Monitor:

- Выбрать в параметре "Режим самостоятельной выдачи данных" значение "Нет".
- Установить сетевой адрес датчика LLS.

Поскольку датчик уровня топлива LLS производит измерение 1 раз в секунду, то производить опрос датчика чаще, чем 0,5 сек. не рекомендуется. Датчик допускает более частый опрос, но будет возвращать одинаковые значения.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНЕМУ УСТРОЙСТВУ

Внешнее устройство должно иметь последовательный интерфейс RS-485 или RS-232.

Внешнее устройство должно поддерживать протокол обмена датчика уровня топлива LLS (см.п.4).

### 4 ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

Протокол обмена датчика уровня топлива с внешним устройством состоит из двух частей: открытая часть для общего использования и закрытая часть.

Закрытая часть предназначена для настройки параметров датчика с помощью программы LLS Monitor. Команды закрытой части могут меняться без дополнительного оповещения и не поддерживаться отдельными типами датчиков уровня топлива LLS, однако поддерживаться программой LLS Monitor.

Команды открытой части поддерживаются всеми типами датчиков LLS, имеющих цифровой интерфейс. Команды не могут быть изменены и будут поддерживаться в новых типах датчиков LLS.

Открытая часть протокола поддерживает два типа протокола обмена: в бинарном (HEX) виде или в символьном виде (передачей ASCII-последовательностей). Для работы рекомендуется использовать бинарный протокол обмена. Описание команд открытой части протокола для разных типов передачи данных приведено в п.4.1 и п.4.1.5.

После подачи питания на датчик уровня топлива LLS и перед подачей первой команды запроса необходимо выждать время не менее 100 мс. Команда, отправленная в течение 100 мс после включения, датчиком LLS воспринята не будет, обмен возобновится только после 100 мс "тишины" в канале передачи данных.

При работе с датчиками LLS, находящимися в режиме slave, после отправки команды запроса необходимо дождаться ответа от датчика. Время задержки ответа зависит от скорости обмена и типа протокола обмена, но составляет не более 100 мс. В случае если через 100 мс ответ не получен, возможна повторная отправка запроса.

Данные, между датчиком и внешним устройством передаются в виде сообщений стандартного формата. Сообщение передаётся пакетами байт. Передача каждого байта начинается СТАРТ битом, а завершается СТОП битом (Рисунок 1). Данные передаются младшим байтом вперёд.

Интервал между последующими байтами в пакете ( $T_T$ ) должен быть либо меньше длительности передачи 35 бит, либо меньше 1 мс, если  $\frac{35}{\text{скорость (бод)}} < 1 \text{ мс}$ .

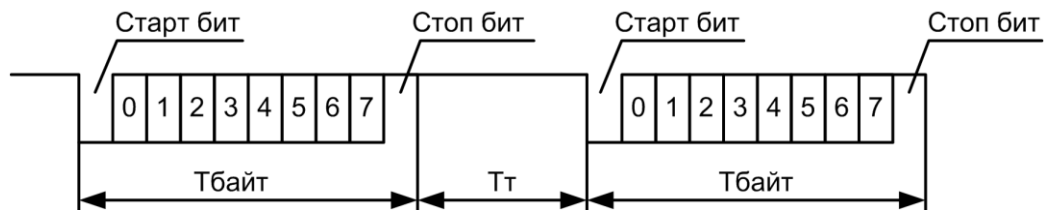


Рисунок 1

$T_{\text{байт}}$  – время передачи одного байта информации;

$T_T$  – таймаут между последовательными байтами в пакете.

Окончанием пакета байт считается ситуация, когда последующий байт не приходит в течение времени ( $T_P$ ), превышающего максимальный интервал ( $T_T$ ) + 1 мс (Рисунок 2).

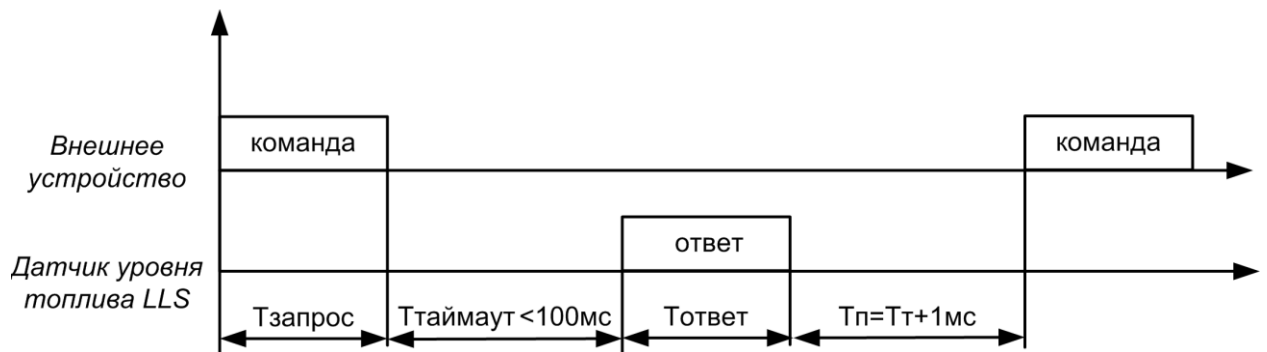


Рисунок 2

Данный порядок распространяется на работу датчика LLS и на работу внешнего устройства.

#### 4.1 ОПИСАНИЕ КОМАНД ДЛЯ БИНАРНОГО ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

##### Формат сообщений для бинарного протокола обмена

Все команды бинарного протокола обмена имеют одинаковый стандартизованный вид, представленный в таблице (Таблица 1).

Таблица 1

Порядковый номер поля	Название поля	Размер поля, байт	Описание
1	Префикс	1	Поле является маркером начала сообщения. Входящие сообщения должны иметь префикс 31h, а исходящие сообщения должны выдаваться программой с префиксом 3Eh.
2	Сетевой адрес	1	Поле содержит: - для префикса 31h сетевой адрес получателя сообщения; - для префикса 3Eh сетевой адрес отправителя сообщения.
3	Код операции	1	Поле содержит: - для префикса 31h код операции, которую программа должна выполнить; - для префикса 3Eh код операции, на которую выдаётся ответ.
4	Данные	Зависит от кода операции	Состав данных и формат поля зависит от кода операции.
5	Контрольная сумма	1	Поле используется для контроля целостности данных. Алгоритм вычисления приведён в Приложении А.

#### 4.1.1 ОДНОКРАТНОЕ СЧИТЫВАНИЕ ДАННЫХ (КОМАНДА 06h)

Команда предназначена для чтения текущих данных: относительный уровень, температура, частота. Относительный уровень выдается датчиком в интервале, заданном параметрами "Минимальное показание", "Максимальное показание".

Данные передаются младшим байтом вперёд.

Формат команды:

Таблица 2

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	06h	Код операции.
+3	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Формат ответа:

Таблица 3

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	06h	Код операции.
+3	1	-128...127	Температура в градусах Цельсия.
+4	2	0000h...FFFFh	Относительный уровень.
+6	2	0000h...FFFFh	Значение частоты.
+8	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

После включения датчика и до момента установки устойчивого результата измерения (время для различных моделей датчиков может составлять единицы секунд) результаты измерения уровня не являются достоверными. При этом датчик возвращает значение уровня LVL, превышающее число 0FFFh (или 4095d). Получив пакет с таким значением уровня, рекомендуется прекратить его дальнейшую обработку и выждать паузу 1–2 сек. и повторить запрос к датчику.

#### 4.1.2 ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ВЫДАЧА ДАННЫХ (КОМАНДА 07h)

Команда предназначена для включения периодической выдачи данных.

После обработки команды датчик начнёт производить периодическую выдачу данных: уровня, температуры, частоты, с интервалом времени, заданным командой 13h.

Отключение периодической выдачи данных производится после получения любой достоверной команды, сброса процессора или отключения напряжения питания, если не установлен режим выдачи данных по умолчанию (п.4.1.4).

Формат сообщения с данными представлен в таблице (Таблица 4). Данные передаются младшим байтом вперёд.

Формат команды:

Таблица 4

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	07h	Код операции.
+3	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Формат ответа на команду:

Таблица 5

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	07h	Код операции.
+3	1	00h	Команда выполнена успешно.
		01h	Команда не может быть выполнена.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Формат периодически выдаваемых данных:

Таблица 6

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	07h	Код операции.
+3	1	-128...127	Температура в градусах Цельсия T.
+4	2	0000h...FFFFh	Относительный уровень LVL.
+6	2	0000h...FFFFh	Значение частоты F.
+8	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

#### 4.1.3 РЕГУЛИРОВКА ИНТЕРВАЛА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ВЫДАЧИ (КОМАНДА 13h)

Команда предназначена для установки интервала периодической выдачи данных.

По команде датчик сохраняет новое значение интервала выдачи данных в энергонезависимую память.

Формат команды:

Таблица 7

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс.
+1	1	01h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	13h	Код операции.
+3	1	0...255	Интервал выдачи данных в секундах.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Формат ответа:

Таблица 8

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	13h	Код операции.
+3	1	00h	Команда выполнена успешно.
		01h	Команда не может быть выполнена.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

#### 4.1.4 РЕЖИМ ВЫДАЧИ ДАННЫХ ПО УМОЛЧАНИЮ (КОМАНДА 17h)

Команда определяет порядок выдачи данных после включения питания или сброса процессора.

По команде (Таблица 9) программа сохраняет параметр в энергонезависимую память и отправляет ответ (Таблица 10) с результатами выполнения команды.

После включения питания или сброса программа будет отправлять по интерфейсу данные периодически с интервалом времени, задаваемым командой 13h.



Формат команды:

Таблица 9

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	17h	Код операции.
+3	1	00h	Данные не выдаются.
		01h	Данные выдаются в бинарном виде.
		02h	Данные выдаются в символьном виде.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Формат ответа:

Таблица 10

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	17h	Код операции.
+3	1	00h	Команда выполнена успешно.
		01h	Команда не может быть выполнена.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

#### 4.1.5 Установка глубины фильтрации (команда 0Eh) для LLS 30160

Команда предназначена для установки значения длины фильтра. По команде (Таблица 11) программа выполняет запись параметра в энергонезависимую память. После завершения записи высылается ответ (Таблица 12) с результатами выполнения команды.

Изменения вступают в силу сразу после выдачи ответа на команду.

Таблица 11 – Формат команды

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	0Eh	Код операции.
+3	1	от 0 до 20	Длина фильтра.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Таблица 12– Формат ответа

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	0Eh	Код операции.
+3	1	00h	Команда выполнена успешно.
		01h	Команда не может быть выполнена.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

#### 4.1.6 ЧТЕНИЕ ИСТОРИИ ИЗМЕНЕНИЙ НАСТРОЕК ДАТЧИКА (0Fh) для LLS 30160

Формат команды для чтения истории изменений настроек (лог) датчика представлен в таблице (Таблица 13). Команда позволяет целиком скачать область памяти, которая содержит записи изменения настроек (Таблица 14). Формат записей представлен в таблице (Таблица 15). В ПЗУ зафиксированы только первые 5 записей, а остальные переписываются по правилу кольцевого буфера.

Таблица 13 – Формат команды чтения лога

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	0Fh	Код операции.
+3	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Таблица 14 – Формат ответа чтения лога

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	0Fh	Код операции.
+3	2	00h...FFFFh	Количество данных (байт), передаваемых за заголовком (length)
+5	length	00h...FFh	Данные
+5+ Length	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Таблица 15 – Формат записи лога

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	4	0h...FFFFFFFFh	Порядковый номер записи
+4	2	0	Изменение сетевого адреса
		1	Изменение скорости обмена
		2	Изменение минимального значения $N_{min}$
		3	Изменение максимального значения $N_{max}$
		4	Изменение длины фильтра
		5	Изменение режима автоматической выдачи
		6	Изменение интервала выдачи данные
		7	Изменение CNT1 – пустой
		8	Изменение CNT2 – полный
		0Ah	Программирование датчика
+6	4	0h...FFFFFFFFh	Время изменения настройки (unix time)
+10	4	0h...FFFFFFFFh	Новое значение параметра
+14	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

При выполнении команды возможны ошибки при неправильном значении параметра (Таблица 16).

Таблица 16 – Формат ответа в случае ошибки

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	0Fh	Код операции.
+3	1	01h	Команда не может быть выполнена.
+4	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

#### 4.1.7 ЧТЕНИЕ ТЕКУЩИХ НАСТРОЕК ДАТЧИКА (10H) для LLS 30160

Команда предназначена для чтения текущих настроек датчика. По команде (Таблица 17) программа выдаёт значение текущих настроек датчика (Таблица 18).

Данные выдаются младшим байтом вперёд.

Таблица 17 – Формат команды

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	31h	Префикс.
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес получателя.
+2	1	10h	Код операции.
+3	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

Таблица 18 – Формат ответа

Смещение, байт	Размер поля, байт	Значение	Описание
0	1	3Eh	Префикс
+1	1	00h...FFh	Сетевой адрес отправителя.
+2	1	10h	Код операции.
+3	16	LLS 30160 <sup>1</sup>	Имя датчика. Тип – строковая константа. Значение устанавливается на заводе-изготовителе при прошивке платы.
+19	11	LLS 1.0.0.0 <sup>1</sup>	Обозначение программы и ее версии
+30	1	00h...03h	Режим выдачи данных
+31	1	00h...FFh	Интервал выдачи результатов измерения
+32	1	0...20	Длина фильтра
+33	2	0...4095	Нижняя граница изменения уровня
+35	2	1...4095	Верхняя граница изменения уровня
+37	3	000000h...FFFFFFh	CNT <sub>1</sub> – нижняя граница диапазона изменения периода входного сигнала
+40	3	000000h...FFFFFFh	CNT <sub>2</sub> – верхняя граница диапазона изменения периода входного сигнала
+43	1	00h...FFh	Контрольная сумма.

<sup>1</sup> — имя датчика, номер версии и обозначение ПО может отличаться от приведённого в таблице

## 4.2 ОПИСАНИЕ КОМАНД ДЛЯ СИМВОЛЬНОГО ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

Обмен по символьному протоколу состоит в приеме и посылке последовательности ASCII символов, воспринимаемых как команды запроса и ответа.

#### 4.2.1 ЧТЕНИЕ ДАННЫХ

Команда предназначена для чтения текущих данных: относительный уровень, температура, частота.

Команда представляет собой последовательность ASCII символов «D» и «O». После получения команды «DO» программа выдаст ответ в виде последовательности ASCII символов.

Например, F=0AF9 t=1A N=03FF.0 <CR><LF>,

где F – текущее значение частоты, t – текущее значение температуры в градусах по Цельсию, N – значение уровня. Все значения в шестнадцатеричном виде.

В случае если значение частоты больше FFFh, данные считаются невалидными.

#### 4.2.2 ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ВЫДАЧА ДАННЫХ

Команда предназначена для включения периодической выдачи данных. После обработки команды датчик производит периодическую выдачу в символьном виде (ASCII коды) следующих данных: относительный уровень, температура, частота.

Данные выдаются периодически с интервалом, заданным при настройке датчика (программой LLS Monitor). В случае установки интервала выдачи данных равным нулю выдача данных производиться не будет.

Включение периодической выдачи данных производится отправкой строки символов «DP». После обработки команды будет получена строка символов.

Например, F=0AF9 t=1A N=03FF.0 <CR><LF>,

где F – текущее значение частоты, t – текущее значение температуры в градусах по Цельсию, N – значение уровня.

Выключение периодической выдачи данных производится после получения любой достоверной команды, сброса процессора или отключения напряжения питания.

## Приложение А

### Алгоритм вычисления контрольной суммы

Контрольная сумма рассчитывается табличным методом Dallas APPLICATION NOTE 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor iButton Products.

Также для расчета контрольной суммы с полиномом  $a^8 + a^5 + a^4 + 1$  можно воспользоваться следующими алгоритмами (язык C):

#### *Вариант 1:*

```
U8 CRC8(U8 data, U8 crc)
{
    U8 i = data ^ crc;
    crc = 0;
    if(i & 0x01) crc ^= 0x5e;
    if(i & 0x02) crc ^= 0xbc;
    if(i & 0x04) crc ^= 0x61;
    if(i & 0x08) crc ^= 0xc2;
    if(i & 0x10) crc ^= 0x9d;
    if(i & 0x20) crc ^= 0x23;
    if(i & 0x40) crc ^= 0x46;
    if(i & 0x80) crc ^= 0x8c;
    return crc;
}
```

#### *Вариант 2:*

```
U8 CRC8 (U8 b, U8 crc)
{
    U8 i = 8;
    do {
        if ( (b ^ crc) & 0x01) {
            crc = ( (crc ^ 0x18) >> 1 ) | 0x80;
        } else {
            crc >>= 1;
        }
        b >>= 1;
    } while (--i);
    return crc;
}
```