

**ДАТЧИК УРОВНЯ ТОПЛИВА
"СТРЕЛА" ИНТЕРФЕЙСНЫЙ
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Минск 2014

Оглавление

1.	Назначение	4
2.	Технические характеристики	5
3.	Комплект поставки.....	6
4.	Устройство и принцип работы.....	7
5.	Правила эксплуатации	15
5.1.	Требования к эксплуатации датчика	15
5.2.	Общие сведения по установке	15
5.3.	Схемы подключения	16
5.4.	Порядок установки	23
6.	Настройка и конфигурирование ДУТ	25
6.1	Настройка ДУТ в стандартном режиме	28
6.1.1	Калибровка датчика	29
6.1.2	Настройка интервала усреднения.	29
6.1.3	Настройка параметров работы ДУТ по протоколу Omnicomm .	29
6.2	Настройка ДУТ в расширенном режиме	30
6.2.1.	Калибровка датчика	30
6.2.2.	Настройка термокомпенсации	31
6.2.3.	Преобразование уровня в объем (тарирование ДУТ)	31
6.2.4.	Настройка типа и интервала усреднения.	33
6.2.5.	Настройка параметров работы ДУТ по протоколу Omnicomm	33
6.2.6.	Смена прошивки.	33
6.3.	Описание протокола Omnicomm	34
6.3.1	Описание команд для символьного протокола обмена.	34
6.3.2	Описание команд для бинарного протокола обмена.	35
6.3.3	Команда 0x06 (Однократное считывание данных).	36
6.3.4	Команда 0x07 (Периодическая выдача данных).	37
6.4.	Описание протокола Modbus	38

6.4.1	Поддерживаемые функции протокола MODBUS.	38
6.4.2	Описание регистров используемых в ДУТ "СТРЕЛА"..	38
6.4.3	Формат передачи данных	40
6.5.	Проверка функционирования.	41
7.	Техническое обслуживание.	42
8.	Транспортирование и хранение	44

1. Назначение

Датчик уровня топлива с интерфейсным выходом "СТРЕЛА" (далее "ДУТ") предназначен для измерения уровня горюче смазочных материалов (ГСМ), может применяться на транспортных средствах и складах ГСМ, в системах измеряющих и контролирующих количество ГСМ: бензины, дизельное топливо, масла.

ДУТ" выполняет функции определения уровня топлива, перерасчета уровня в объем (при отсутствии таблиц перерасчета измеренное датчиком значение пропорционально уровню заполнения топливом), передачи по интерфейсу RS-232/RS-485, по протоколу Modbus/Omnicomm измеренного датчиком значения.

ДУТ" может использоваться в системе с устройствами отображения или программируемыми контроллерами с характеристиками входных электрических сигналов соответствующими техническим характеристикам ДУТ".



Рисунок 1 – Внешний вид "ДУТ"

Для повышения надежности и улучшения эксплуатационных качеств в "ДУТ" заложены следующие технические решения и функции:

- ✓ Электронная схема датчика залита упругим компаундом, что обеспечивает максимальную защиту и надежность в любых условиях эксплуатации. Измерительные трубки выполнены из материала, не вступающим в химическую реакцию с ГСМ и его компонентами.
- ✓ Датчик содержит встроенный стабилизатор питания, и его выход не зависит от колебаний питающего напряжения.
- ✓ В датчик встроен алгоритм усреднения значений, позволяющий усреднять показания на заданном промежутке времени.
- ✓ Датчик имеет встроенную систему диагностики неисправностей.

2. Технические характеристики

Наименование	Значение
<i>Питание</i>	
Напряжение питания, В	10...30
Ток потребления, мА	20
<i>Интерфейсы RS-232 (RS-485)</i>	
Протокол передачи данных	Modbus, Omnicomm
Скорость передачи данных по умолчанию, бит/с	19200
Поддерживаемые скорости передачи данных, бит/с	9600, 14440, 19200 38400, 57600, 115200
Четность	нет
Стоп бит	1
<i>Измерение уровня</i>	
Нижнее предельное значение контролируемого уровня топлива от дна емкости, мм	от 20
Значение верхнего предела измерений, мм	от 200 до 4000
Основная приведенная погрешность измерения уровня, % длины датчика	± 1
Дополнительная приведенная погрешность по температуре, %*	не более ± 1
<i>Общие характеристики</i>	
Габаритные размеры, мм	L x 70 x 70
Масса, кг	от 0,3 до 3
Время непрерывной работы	не ограничено
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +70
Относительная влажность окружающего воздуха при температуре не более +40 °С, %	не более 95

*Дополнительная приведенная погрешность учитывает воздействие температуры окружающего воздуха от - 40°С до +70°С.

3. Комплект поставки

Наименование	Количество
ДУТ	1 шт.
Кабель-удлинитель	1 шт.
Прокладка	1 шт.
Винты для монтажа в штатное отверстие	1 шт.

*Датчик поставляется следующими типоразмерами согласно высотам баков автомобилей:
700, 500, 350, 300, 180 мм, а также больших длин под заказ.

4. Устройство и принцип работы

Принцип измерения датчика – емкостной. Чувствительным элементом датчика является цилиндрический конденсатор, образованный двумя концентрическими трубками, емкость которого изменяется при изменении уровня погружения трубок в ГСМ.

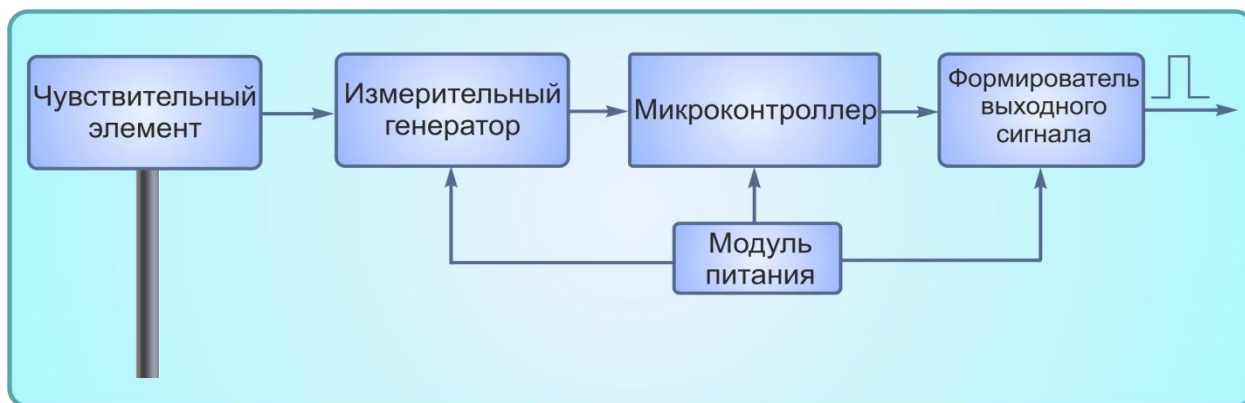


Рисунок 2 – Структурная схема ДУТ

Данный конденсатор включен в задающую цепь измерительного генератора, поэтому период сигнала выдаваемого измерительным генератором напрямую зависит от емкости чувствительного элемента, и соответственно от уровня погружения трубок чувствительного элемента в топливо. Микроконтроллер согласно заложенной в него программе измеряет период сигнала, выдаваемого измерительным генератором, производит его обработку, включающую в себя – проверку на допустимость измеренного значения, усреднение и термокомпенсацию. Вычисляет значения выходных параметров – уровень погружения, соответствующий ему объем топлива, значение параметров N, F, T протокола Омникomm, формирует диагностические коды. По соответствующим запросам (см. главы 6.3, 6.4 – «Описание протокола Омникomm», «Описание протокола MODBUS») все рассчитанные и измеряемые параметры могут быть считаны по линиям интерфейса RS-232/RS-485.

Модуль питания (рис. 2) служит для формирования из входного напряжения бортовой сети стабильного напряжения питания составных частей датчика, защиты датчика от скачков напряжения в бортовой сети ТС, переплюсовки по линиям питания и помех.

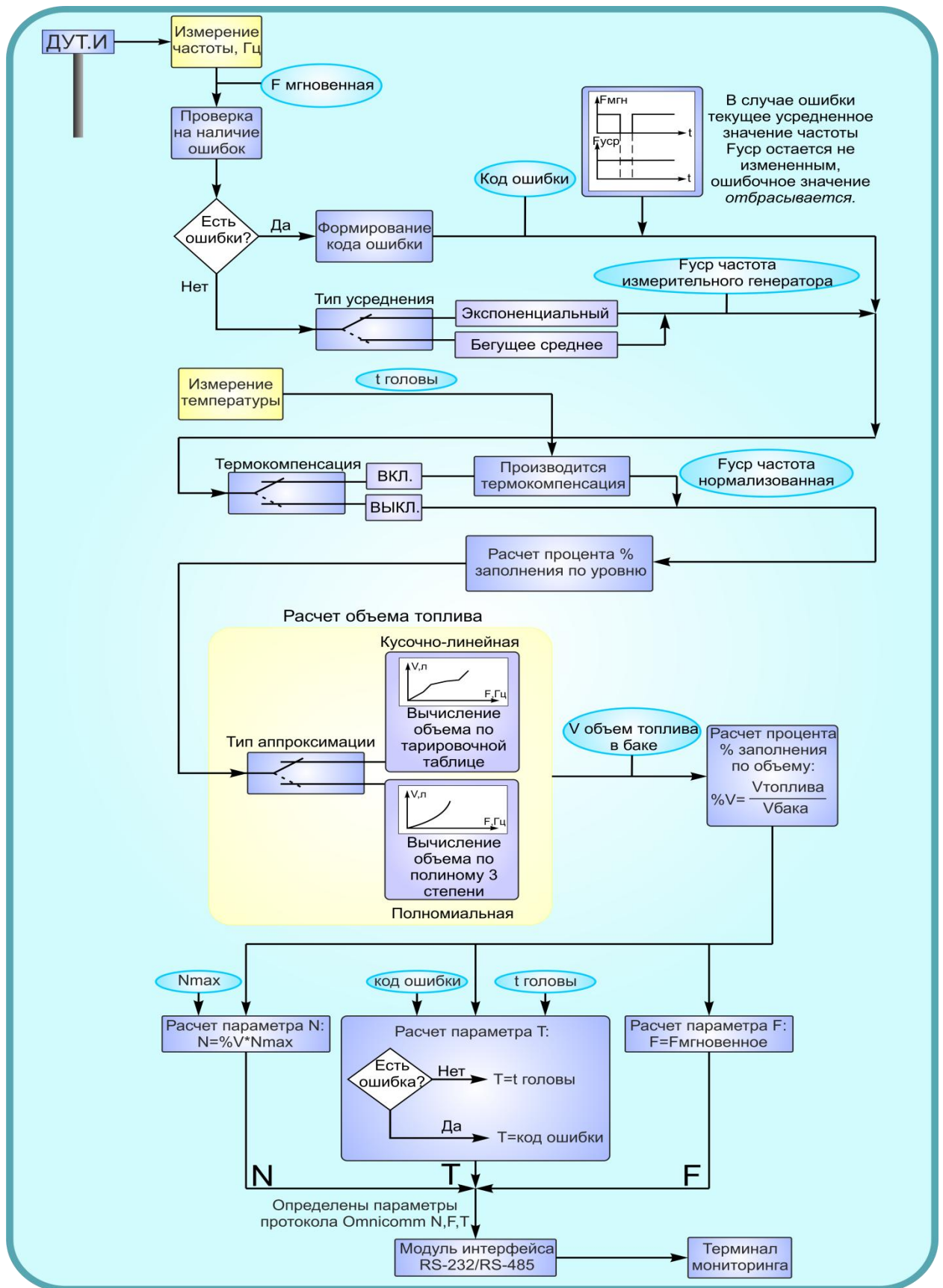


Рисунок 3 – Алгоритм работы ДУТ

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Следует помнить, что длительное воздействие на датчик предельных (и особенно превышающих предельные) значений параметров в цепи питания может привести к необратимым последствиям в элементах защитных цепей вследствие перегрева или пробоя. Что в свою очередь может привести к неработоспособности устройства. Рабочий диапазон напряжений питания указан в разделе «Технические характеристики».

Описание алгоритма работы "ДУТ" (рис. 3):

1. На первом этапе происходит измерение частоты ($F_{\text{мгновенная}}$) в датчике, если при этом ошибок нет, происходит усреднение значения согласно заданному в ПО типу усреднения:

⚠ ВНИМАНИЕ!!! При включении питания модуль усреднения инициализируется таким образом, что для любого типа усреднения $F_{\text{ср}}$ принимается равным первому измеренному значению мгновенной частоты.

Бегущее среднее

Простое среднее скользящее (англ. simple moving average, SMA) – это средняя арифметическая величина n значений, полученных за период времени t (рис. 4):

$$SMA(n) = \frac{\sum}{n}$$

где F_i – значение мгновенной частоты, Гц.

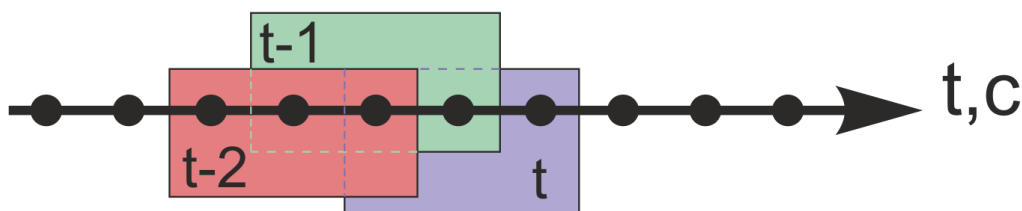
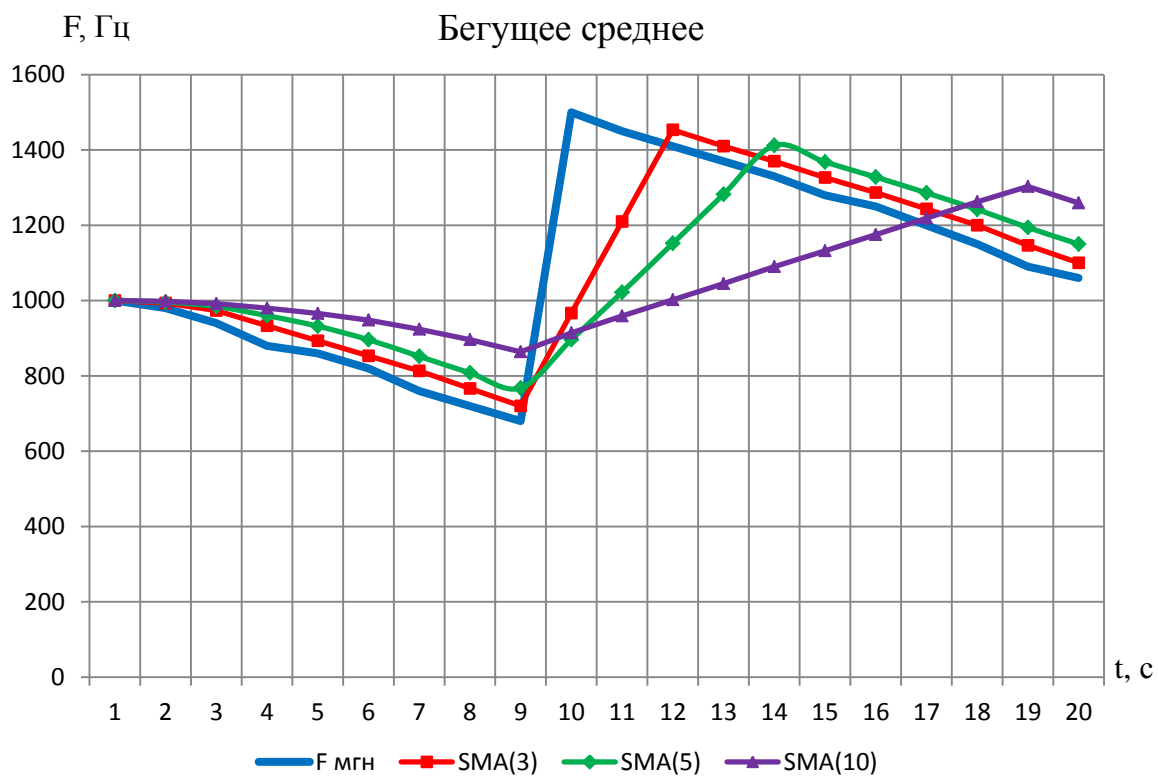


Рисунок 4 – Бегущее среднее по 3 значениям.

Ниже представлены графики, на которых:

- синяя линия – кривая изменения значений мгновенной частоты;
- красная линия – кривая усреднения по 3 последним значениям;
- зеленая линия – кривая усреднения по 5 последним значениям;
- фиолетовая линия – кривая усреднения по 10 последним значениям.



Экспоненциальное усреднение

Экспоненциальное среднее скользящее (англ. exponential moving average, ЕМА) считает более поздние данные более важными. Следовательно, этот вид среднего скользящего быстрее реагирует на изменения показаний

Просчет экспоненциального среднего скользящего за интервал усреднения t производится по формуле:

$$+ \alpha(X - Y_{i-1}), \text{ где}$$

Y_i – ЕМА в точке, соответствующей определенному моменту времени;

Y_{i-1} – ЕМА в точке, предыдущей заданному моменту времени,

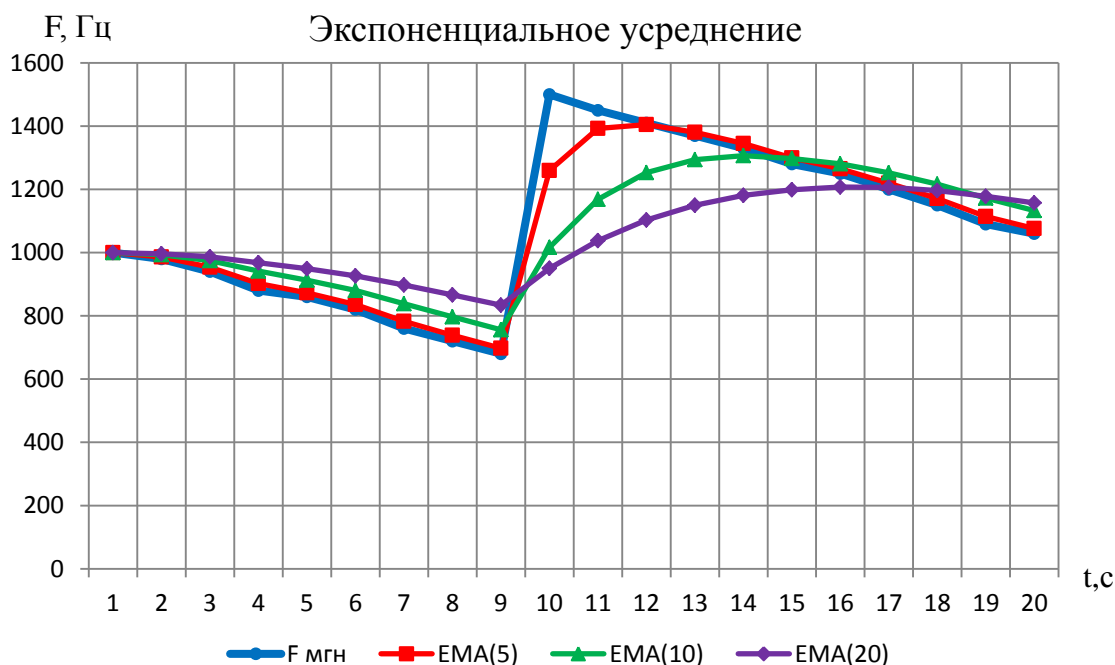
X – текущее значение частоты, Гц;

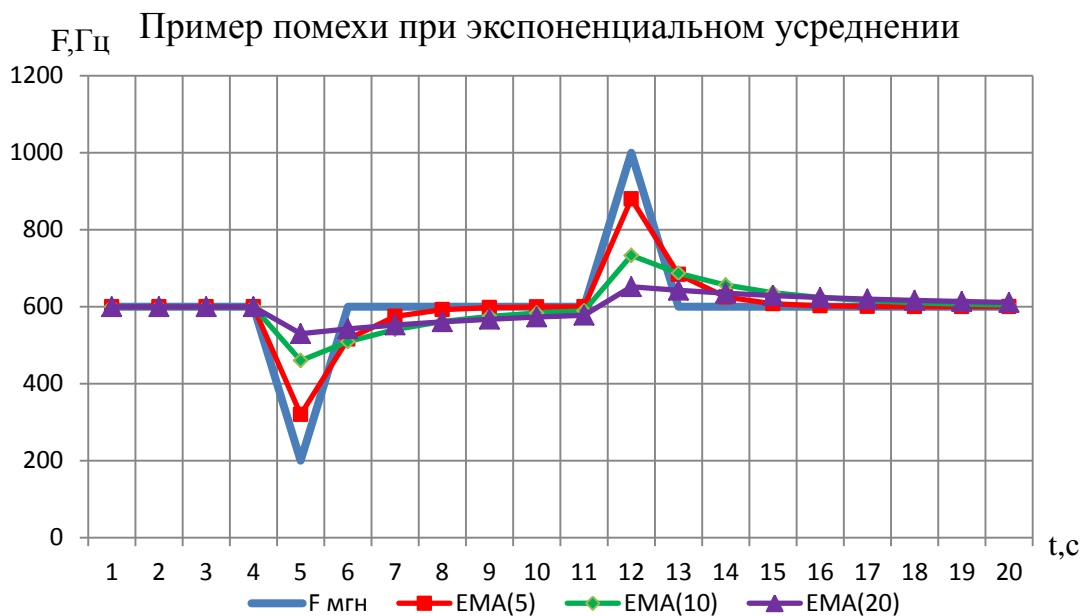
— — коэффициент сглаживания, принимает значения от 0 до 1;

t – интервал усреднения (с), минимальное допустимое значение $t = 5$ с.

Ниже представлены графики, на которых:

- синяя линия – кривая изменения значений мгновенной частоты;
- красная линия – кривая усреднения при $t=5$ сек;
- зеленая линия – кривая усреднения при $t=10$ сек;
- фиолетовая линия – кривая усреднения при $t=20$ сек;





⚠ ВНИМАНИЕ!!! Если при измерении мгновенной частоты зафиксирована ошибка происходит формирование кода ошибки, текущее усредненное значение частоты $F_{\text{уср}}$ остается неизменным, а ошибочное значение отбрасывается (рис. 5).

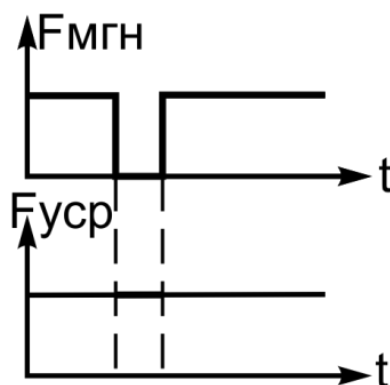


Рисунок 5 – Формирование кода ошибки

2. Если в датчике включена функция термокомпенсации производится термокомпенсация в соответствии с измеренным значением температуры головы; если функция термокомпенсации отключена усредненное значение частоты остается неизменным.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! В настоящее время в использовании термокомпенсации нет необходимости, т.к. дополнительная приведенная погрешность по температуре составляет менее 1%. Все заводские коэффициенты приравнены к 1.

3. Производится расчет процента погружения чувствительного элемента в топливо по уровню.

4. На основе вычисленного процента погружения по уровню рассчитывается объем топлива согласно выбранному типу аппроксимации:

Кусочно-линейная аппроксимация – это разбиение сложной криволинейной зависимости объема топлива от уровня на ряд участков с последующей заменой этих участков кривой отрезками прямой линии.

Кусочно–линейная аппроксимация оптимально подходит для баков сложной формы у которых зависимость объема от уровня линейна на определенных участках (рис. 6).

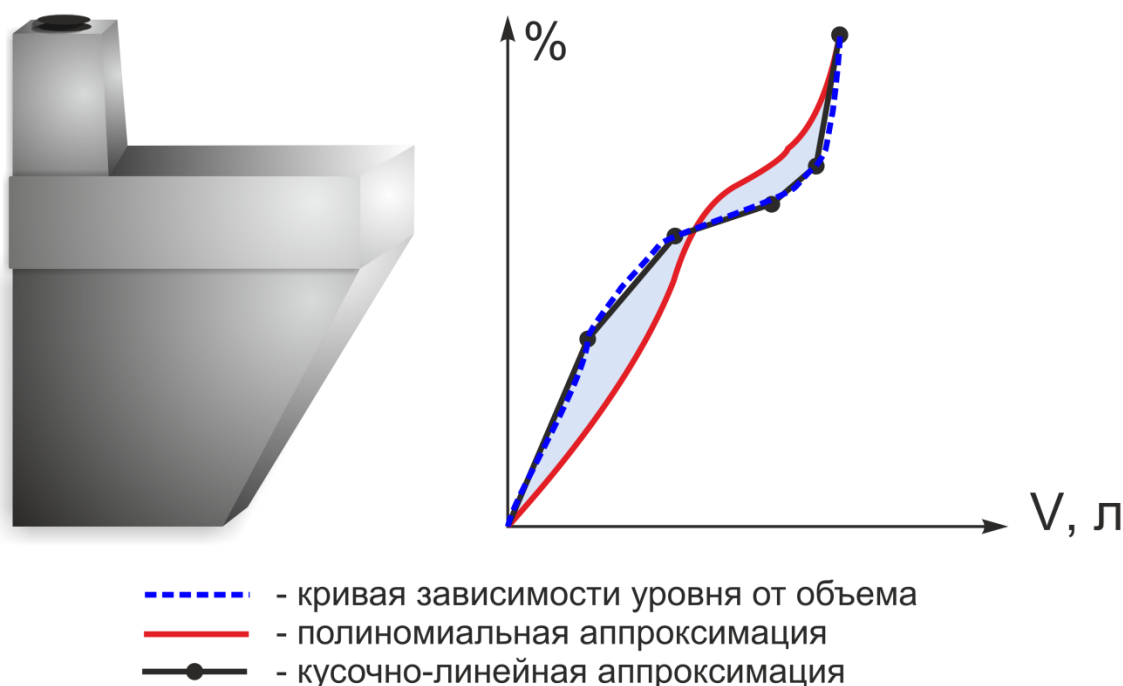


Рисунок 6 – Преимущество кусочно-линейной аппроксимации для баков сложной формы

Полиномиальная аппроксимация – это замена сложной функции полиномом третьей степени, приближенным к исходной функции:

$$V(\%_{\text{по уровню}}) =$$

Где A, B, C, D – коэффициенты полинома рассчитываемые программой конфигурирования DUTConfig на основании данных о проливке бака.

Полиномиальная аппроксимация оптимально подходит для баков цилиндрической формы (рис. 7).

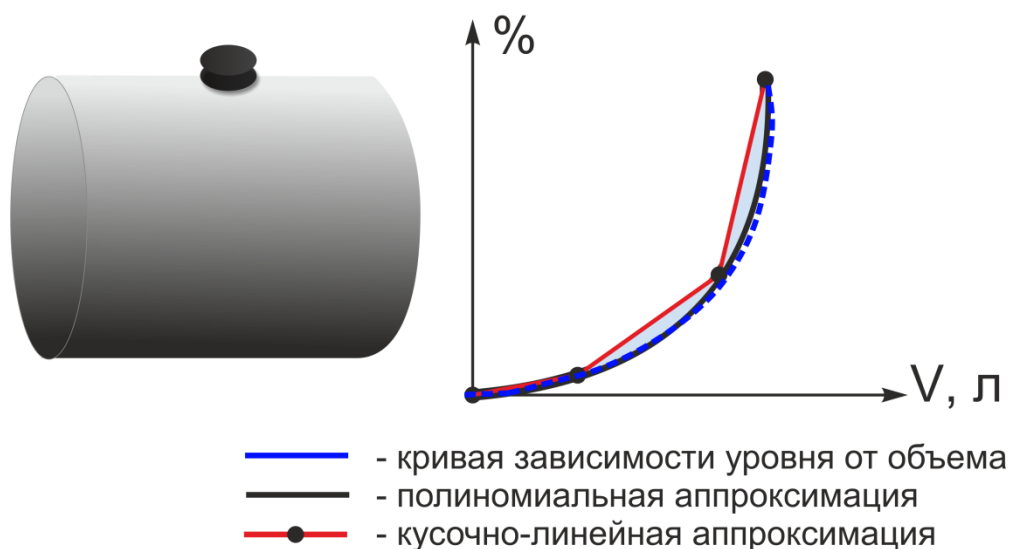


Рисунок 7 – Преимущество полиномиальной аппроксимации для баков цилиндрической формы

5. Производится расчет процента заполнения по объему: _____

6. Производится расчет параметров протокола Omnicomm N , T и F :

- Расчет параметра N : _____, где N_{max} – максимальное значение N , задается в ПО DUTConfig.
- Расчет параметра T : если ошибки нет $T = t$ головы; если ошибка есть $T =$ код ошибки (см. таблицу «Диагностические коды ошибок ДУТ передаваемые в поле T »).
- Расчет параметра F : $F = F_{\text{мгновенная}}$.

7. Рассчитанные параметры N , T и F могут быть считаны по протоколам MODBUS или Омникomm по линиям интерфейса RS-232/RS-485. Протокол MODBUS также позволяет считывать и другие вычисляемые датчиком параметры (см. главу 6.4).

<i>Диагностические коды ошибок ДУТ передаваемые в поле T</i>	
Код, поле T протокола Omnicomm*	Описание ошибки
-100; 156 (-1; 255)	Датчик не откалиброван, понизу и по верху
-101; 155 (-2; 254)	Датчик не откалиброван по верху
-102; 154 (-3; 253)	Частота генератора равна 0
-103; 153 (-4; 252)	Деление на ноль, датчик откалиброван в одной и той же точке
-104; 152 (-5; 251)	Ошибка чтения EEPROM
-105; 151 (-6; 250)	Выход за диапазон сверху $F > (F_{max} + 10\%)$
-106; 150 (-7; 249)	Выход за диапазон снизу $F < (F_{min} - 10\%)$

*В скобках приведены коды ошибок для датчиков с прошивкой до 5112010

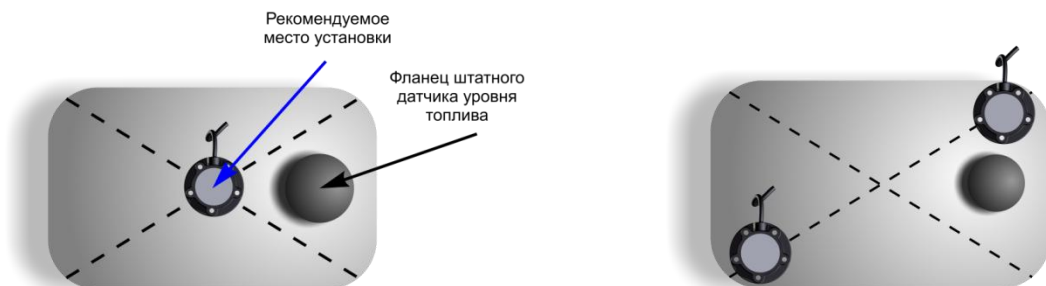
5. Правила эксплуатации

5.1. Требования к эксплуатации датчика

- Перед вводом в эксплуатацию датчика необходимо провести его внешний осмотр, при наличии механических повреждений (трещин, сколов, вмятин и т.п.) ввод датчика в эксплуатацию не допускается;
- После установки датчика на транспортное средство рекомендуется опломбировать все электрические соединения;
- Ремонт датчика должен в аттестованных сервисных центрах;
- Эксплуатация датчика должна проводиться персоналом, изучившим устройство, принцип действия и все указания, приведенные в настоящем руководстве;
- Диэлектрическая проницаемость измеряемой среды должна быть постоянной. Несоблюдение данного требования приводит к увеличению погрешности измерения.

5.2. Общие сведения по установке

Установка датчика может производиться на место штатного датчика уровня топлива или врезкой в бак. Рекомендуется установка как можно ближе к геометрическому центру бака (рис. 8,а), для того, чтобы избежать влияния наклона транспортного средства на показания датчика. В случае установки на двухбаковый автомобиль устанавливается по 1 датчику на каждый бак. В отдельных случаях (при эксплуатации автомобилей по сильно пересечённой местности) рекомендуется установка двух датчиков на один бак (рис. 8,б). В этом случае их необходимо располагать на одной диагонали у противоположных боковых стенок баков и рассчитывать общее выходное значение по формуле: _____.



а) ближе к геометрическому центру бака ; б) два датчика на один бак

Рисунок 8 – Выбор места установки датчика

5.3. Схемы подключения

<i>Назначение контактов разъёма</i>			
Контакт разъёма	Назначение	Цвет провода	
1	Питание «-»	Коричневый	
2	Питание «+»	Синий	
3	A/Rx	Желто-зеленый	
4	B/Tx	Черный	

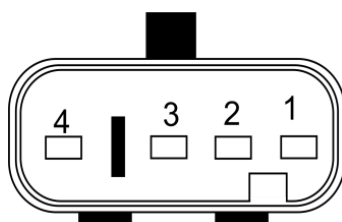
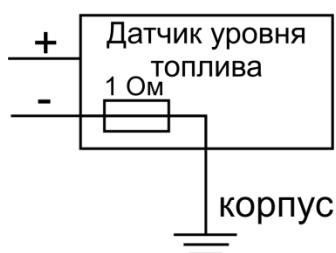
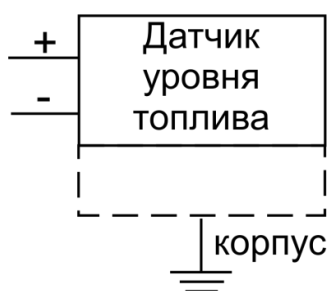


Рисунок 9 – Разъем ДУТ

Для реализации различных схем подключения ДУТ на ТС выпускаются 2 типа датчиков:




Тип 1. Датчик с алюминиевым корпусом. Предназначен для подключения датчиков в бортовую сеть ТС после размыкателя массы. Провод питания «-» связан с корпусом датчика (сопротивление между минусовым проводом и корпусом менее 1 Ома).



Тип 2. РМ. Датчик с углепластиковым корпусом. Предназначен для подключения датчиков на прямую к аккумуляторной батарее и в бортовую сеть.

Легенда

A	Точка подключения «+ питания»
●	
B	Точка подключения «- питания»
●	
FA	Предохранитель по «+ питания»: Потребление датчика: max 20 мА Потребление регистратора: согл. паспорта
	Источник питания с изолированными входами-выходами питания

Вариант 1

Обеспечивает работу системы ТОЛЬКО ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ РАЗМЫКАТЕЛЕ МАССЫ (ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОСЛЕ РАЗМЫКАТЕЛЯ МАССЫ) – простой вариант.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! По данной схеме могут подключаться датчики как с алюминиевым так и с углепластиковым корпусом.

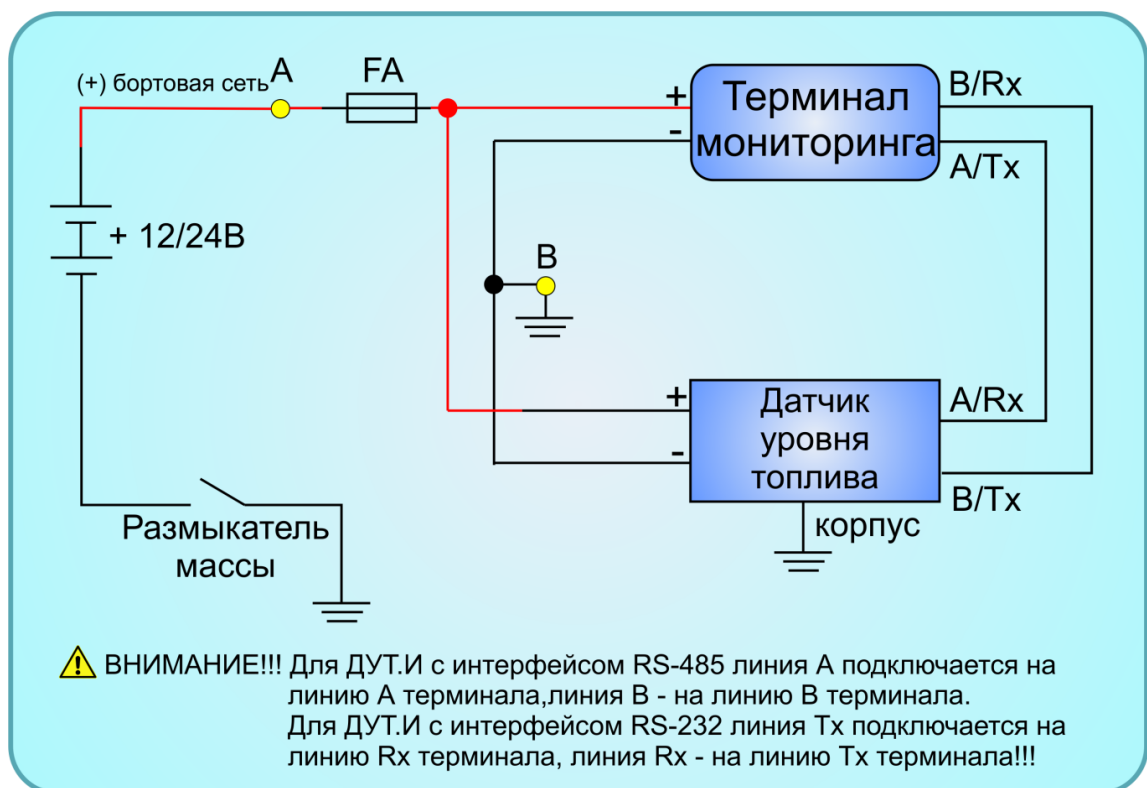


Рисунок 10 – Схема подключения до размыкателя массы

⚠ Предохранитель FA необходимо устанавливать максимально близко к точке подключения «+ питания», для обеспечения защиты проводки автомобиля от короткого замыкания линий питания системы мониторинга.

⚠ Точка А подключается в месте наличия (+) бортовой сети при выключенном зажигании. Рекомендуется подключаться к точке до установленных штатных предохранителей, чтобы исключить их выгорание вследствие дополнительной нагрузки. Одно из наилучших мест – входной красный провод замка зажигания.

Точка В берется на корпусе машины под панелью приборов.

⚠ **ВНИМАНИЕ!!! Подключение минуса датчика и терминала обязательно брать с одной точки!**

Достоинства:

- ✓ Надежность
- ✓ Простота

Недостатки:

- ✓ Не обеспечивает непрерывный контроль

Вариант 2

Обеспечивает НЕПРЕРЫВНУЮ РАБОТУ системы (ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДО РАЗМЫКАТЕЛЯ МАССЫ). Применяется в том случае, когда вам необходим круглосуточный мониторинг автомобиля. Датчик и терминал мониторинга необходимо запитать напрямую от аккумулятора.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! По данной схеме могут подключаться только датчики с углепластиковым корпусом.

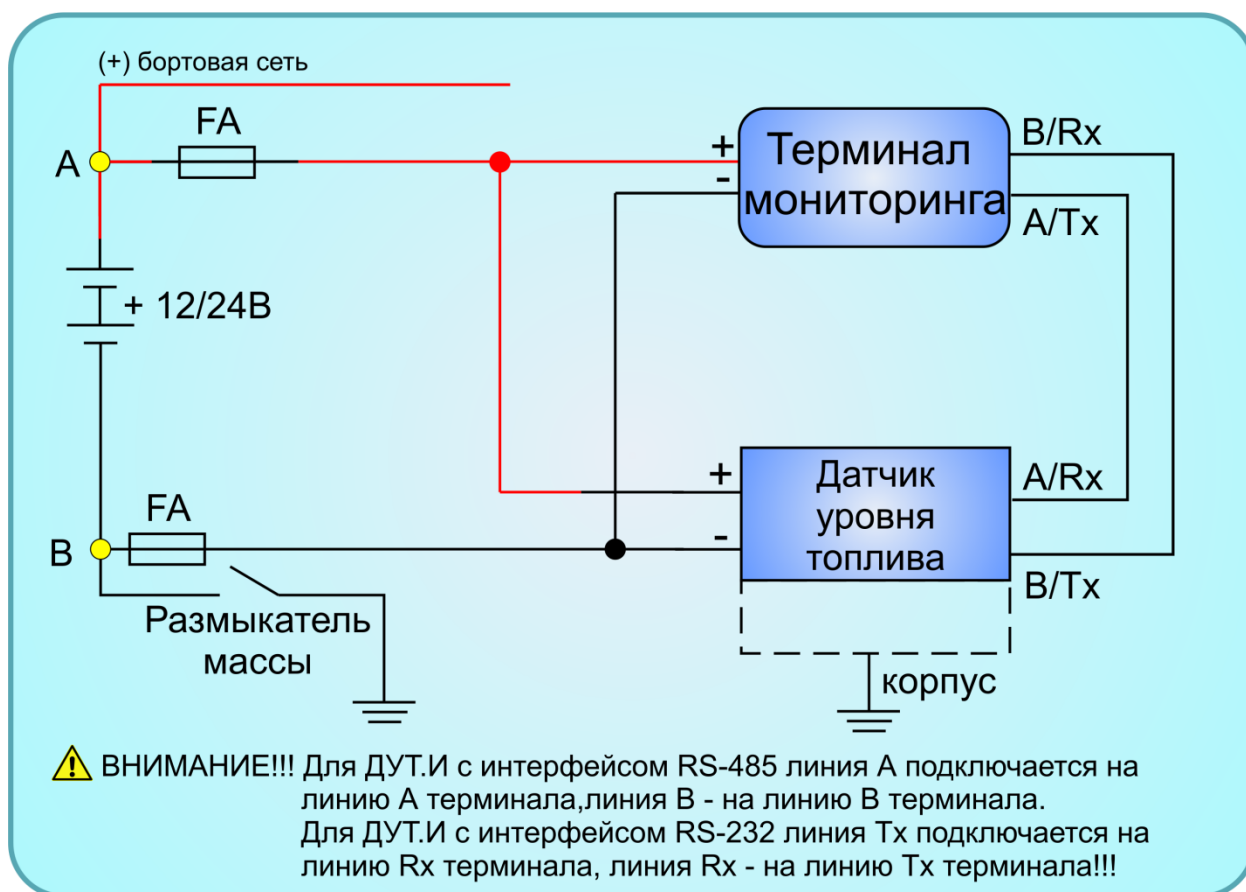


Рисунок 11 – Схема подключения после размыкателя массы

- ⚠** Предохранитель FA необходимо устанавливать максимально близко к точке подключения «+ питания», для обеспечения защиты проводки автомобиля от короткого замыкания линий питания системы мониторинга.
- ⚠** Точки А и В подключаются к соединительным клеммам «+» и «-» аккумуляторной батареи.
- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** Данную схему ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать на топливных баках автомобилей с бензиновым двигателем.

⚠ **ВНИМАНИЕ!!!** При подключении по данному варианту убедиться в отсутствии контакта между внешней трубкой и корпусом бака или штатным датчиков уровня топлива.

⚠ **ВНИМАНИЕ!!!** Установка предохранителя FA2 обязательна. Если в процессе эксплуатации при разомкнутом «размыкателе массы» произойдет контакт между внешней трубкой ДУТ и корпусом бака или штатным ДУТ, FA2 защитит проводку вашей системы от выгорания.

Достоинства:

- ✓ Простота
- ✓ Обеспечивает круглосуточный контроль

Недостатки:

- ✓ Ненадежна, если не обеспечена 100% защита от возможного контакта внешней трубки с корпусом бака или штатным датчиком уровня топлива.
- ✓ Нельзя использовать на топливных баках бензинового автомобиля.

Вариант 3

⚠ ВНИМАНИЕ!!! По данной схеме могут подключаться только датчики с интерфейсом RS-232.

Обеспечивает НЕПРЕРЫВНУЮ РАБОТУ системы – оптимальный вариант. Для обеспечения гальванической развязки ДУТ по сигнальным цепям и линиям питания используется модуль гальванической развязки выпускаемый нашим предприятием.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! По данной схеме могут подключаться датчики с алюминиевым и с углепластиковым корпусом.

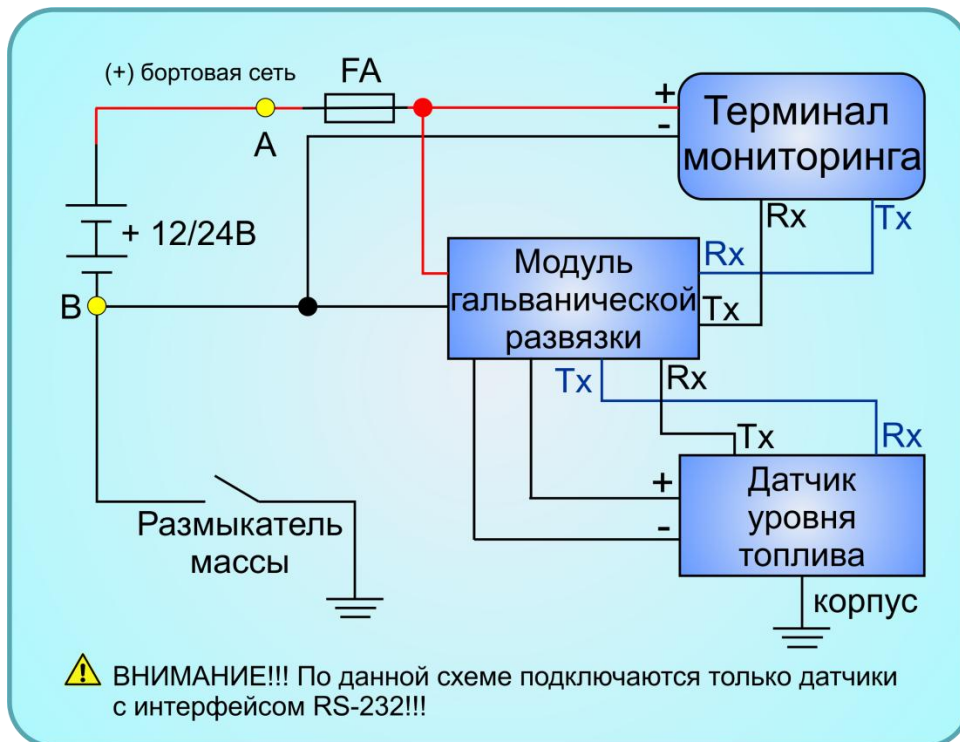


Рисунок 12 – Схема подключения с модулем гальванической развязки

- ⚠** Предохранитель FA необходимо устанавливать максимально близко к точке подключения «+ питания», для обеспечения защиты проводки автомобиля от короткого замыкания линий питания системы мониторинга.
- ⚠** Точки А и В подключаются к соединительным клеммам «+» и «-» аккумуляторной батареи.
- ⚠** Модуль гальванической развязки устанавливается в кабине, рядом с терминалом.

Достоинства:

- ✓ Надежность
- ✓ Обеспечивает круглосуточный контроль

Недостатки:

- ✓ Дороже варианта №2.

Вариант 4

Обеспечивает НЕПРЕРЫВНУЮ РАБОТУ системы – наиболее надежный вариант.

⚠ **ВНИМАНИЕ!!!** По данной схеме могут подключаться датчики с алюминиевым и с углепластиковым корпусом.

⚠ В системе используется источник питания с изолированными входами-выходами. Параметры источника питания необходимо подбирать исходя из технических данных указанных в паспортах на ДУТ, терминал мониторинга и пр. с 20% запасом.

Напряжение питания ДУТ: 10-33 В.

Ток питания ДУТ: max 20 мА.

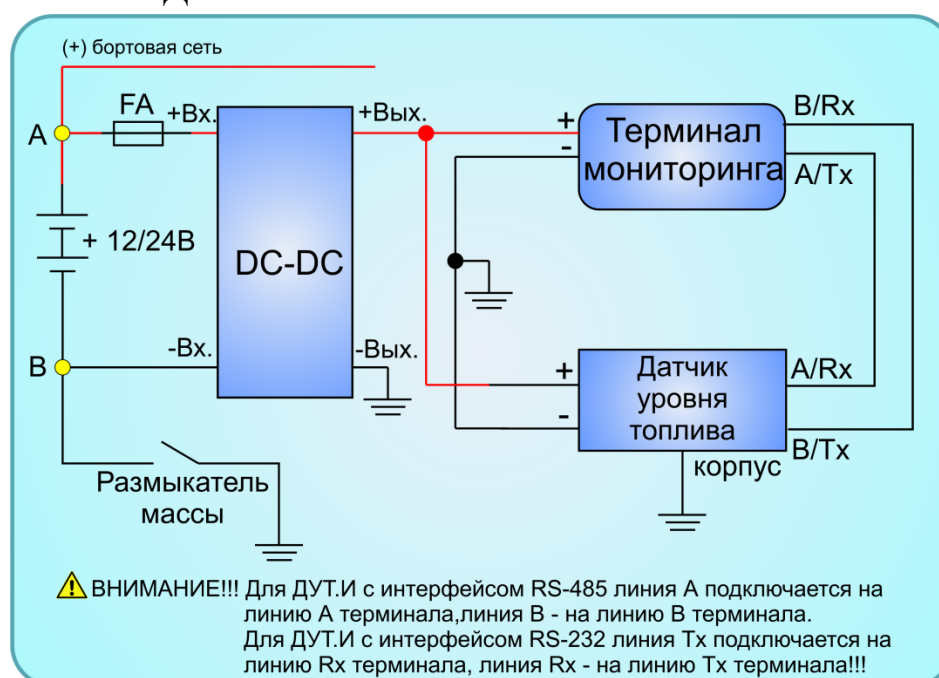


Рисунок 13 – Схема подключения с дополнительным DC-DC преобразователем

⚠ Предохранитель FA необходимо устанавливать максимально близко к точке подключения «+ питания», для обеспечения защиты проводки автомобиля от короткого замыкания линий питания системы регистрации расхода топлива.

⚠ Точки А и В подключаются к соединительным клеммам «+» и «-» аккумуляторной батареи.

Достоинства:

- ✓ Надежность, DC-DC обеспечивает защиту как датчика так и терминала.
- ✓ Обеспечивает круглосуточный контроль

Недостатки:

- ✓ Цена

5.4. Порядок установки

1. Просверлить центральное отверстие (рис. 14) под монтаж датчика. Для установки датчика необходима биметаллическая коронка диаметром 35 мм. Вставить в него датчик и наметить отверстия для крепления датчика к баку. Схема расположения отверстий под крепёжные элементы представлена на рис. 14.

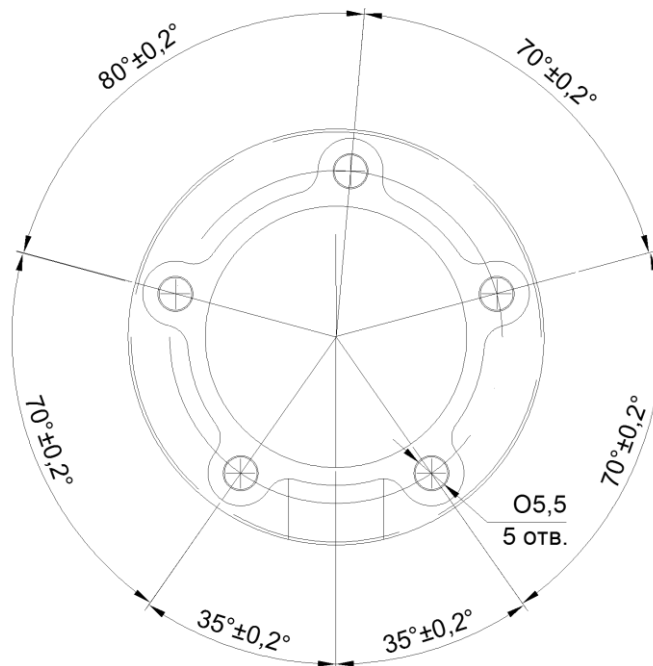


Рисунок 14 – Схема расположения отверстий под крепежные элементы

- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** Перед сверлением отверстий топливный бак с дизельным топливом должен быть полностью заправлен во избежание взрыва паров! Топливный бак бензинового двигателя необходимо залить полностью водой, либо снять и выпарить остатки бензина.
2. Обрезать датчик до требуемой высоты – см. рис. 15. Ножовкой отпилить алюминиевые трубки по высоте бака, оставив между концом датчика и дном бака не менее 20 мм под скопление воды и грязи. Тщательно вычистить алюминиевые опилки между трубками. Снять с трубок фаски.
 3. Вставить в торец трубок фиксатор, поставляемый в комплекте с датчиком (устройство фиксатора – см. пункт 5.5).
- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** Использование датчиков без фиксатора категорически запрещено и может привести к выходу датчика из строя за счёт расшатывания трубок в процессе эксплуатации.



Рисунок 15 – Схема обрезки датчика

4. Проложить кабель для подключения ДУТ, произвести все соединения в соответствии с выбранной схемой подключения (см. главу 5.3).
5. Проверить функционирование ДУТ (см. пункт 6.5).
6. Отключить ДУТ.
7. Установить датчик и закрепить его саморезами (либо винтами в случае монтажа на штатное крепление).
8. Подключить ДУТ.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Не путать провода, неверное подключение может вывести датчик из строя!

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Не подавать напряжение питания, превышающее 30 В.

6. Настройка и конфигурирование ДУТ

Для настройки ДУТ необходимо:

1. Скачать архив с программой **DUTConfig**, установить ПО **DUTConfig**.
2. Подключить датчик к ПК в соответствии с рис. 19.

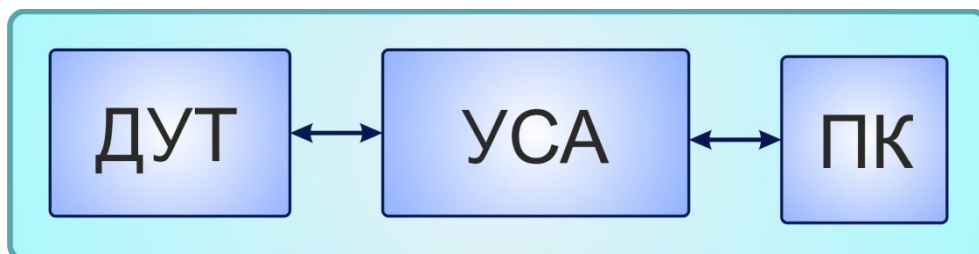


Рисунок 19 – Схема подключения ДУТ к ПК

В качестве устройства для подключения датчика к ПК использовать универсальный сервисный адаптер УСА 2.2 (рис. 20), выпускаемый нашим предприятием (для подключения/калибровки ДУТ необходим кабель УСА - ДУТ 4-х контактный).

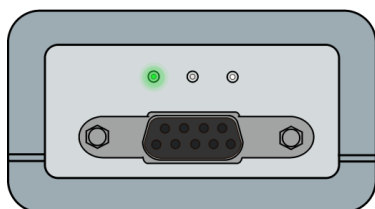


Рисунок 20 – Внешний вид УСА

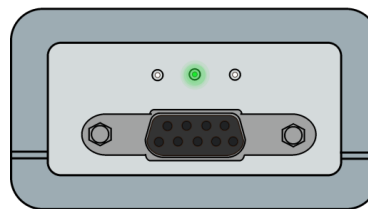
Схема подключение УСА к ДУТ RS-485					
DRB-9F			ДУТ RS-485		
Контакт разъема	Назначение контакта		Контакт разъема	Назначение контакта	Цвет провода
2	Общий	—	1	Питание «-»	Коричневый
1	+12 В	—	2	Питание «+»	Красный
9	А	—	3	А	Зеленый
5	В	—	4	В	Желтый

Схема подключение УСА к ДУТ RS-232					
DRB-9F		ДУТ RS-232			
Контакт разъема	Назначение контакта	Контакт разъема	Назначение контакта	Цвет провода	
2	Общий	1	Питание «-»	Коричневый	
1	+12 В	2	Питание «+»	Красный	
9	Tx	3	Rx	Зеленый	
5	Rx	4	Tx	Желтый	

3. На УСА выбрать режим работы RS-232, TTL UART (горит первый светодиод, рис. 21, а) или RS-485, TTL UART (горит центральный светодиод, рис. 21, б).



а) Режим RS-232



б) Режим RS-485

Рисунок 21 – Индикация работы УСА

4. Запустить ПО **DUTConfig**. В появившемся окне (рис. 22) выбрать тип датчика: Интерфейсный.

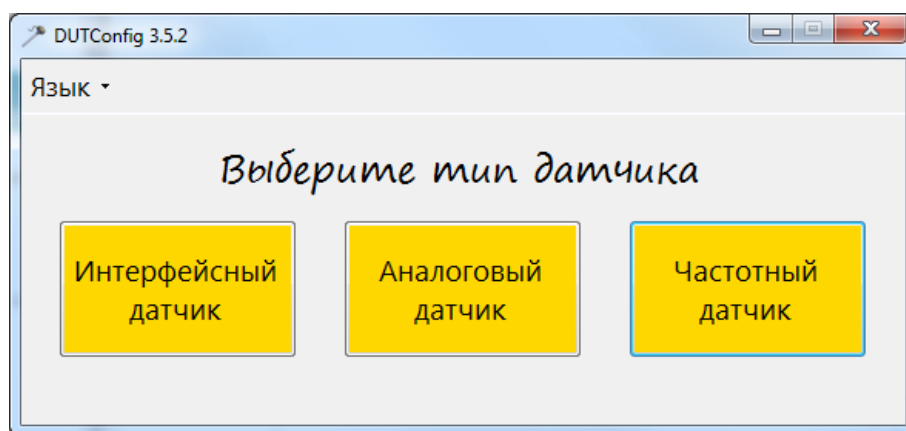


Рисунок 22 – Выбор датчика

5. В появившемся окне указать:

- Порт подключения (рис. 23,1), его номер можно посмотреть в диспетчере устройств Windows, где он назначен драйверу УСА;
- Скорость обмена (стандартная скорость работы с датчиком – 19200) (рис. 23,2);

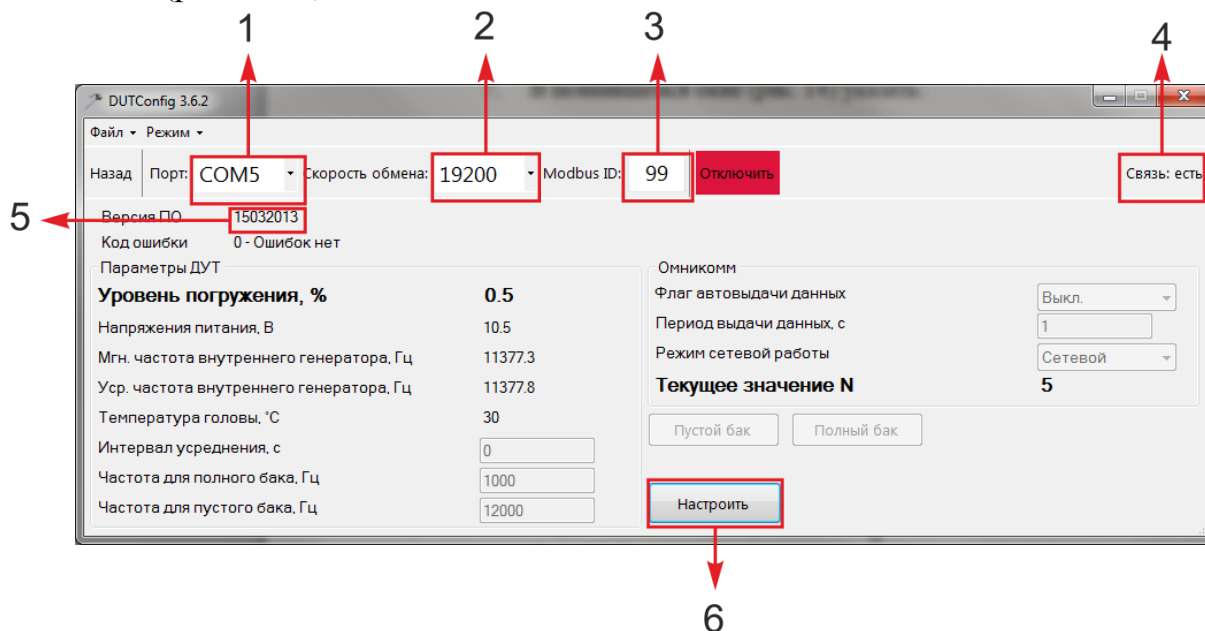


Рисунок 23 – Подключение ДУТ

6. Нажать кнопку [Подключить], убедиться, что связь с датчиком установлена (рис. 23,4). При успешном подключении в главном окне программы появится версия ПО (рис. 23,5) и ID датчика (рис. 23,3).

⚠ ВНИМАНИЕ!!! ПЕРВОНАЧАЛЬНО ДЛЯ ВСЕХ ПРИБОРОВ УСТАНОВЛЕН ID – 1.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Если автоматическое подключение не произошло, то в поле «Modbus ID» выставить 0 и нажать кнопку [Подключить].

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Для того чтобы изменить скорость обмена и ID устройства (в любом из режимов настройки) необходимо:

1. Нажать кнопку [Подключить];
2. Нажать кнопку [Настроить] (рис. 23,6);
3. Задать желаемую скорость обмена и указать новый ID;
4. Нажать кнопку [OK] в главном окне программы.

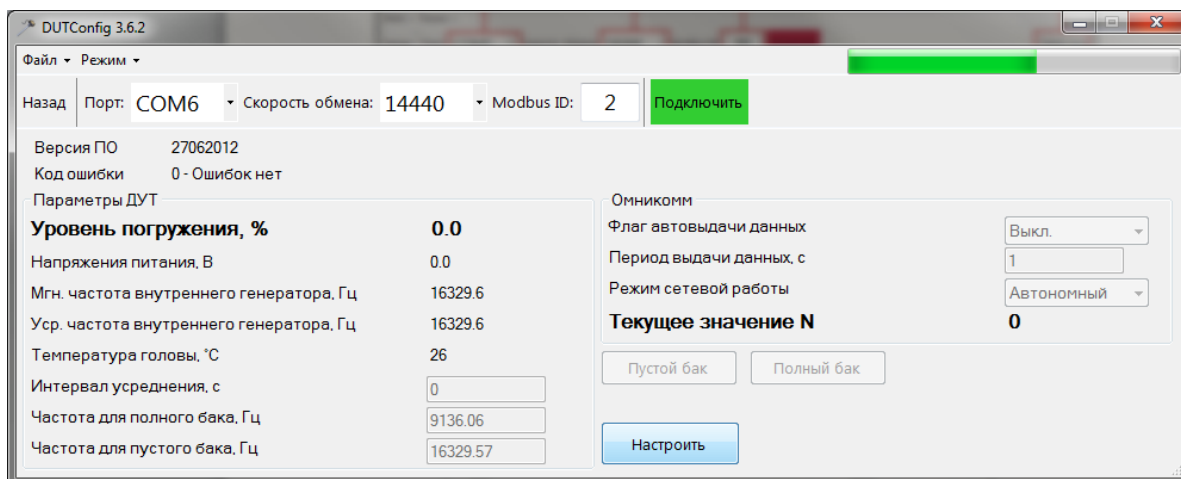


Рисунок 24 – Процесс изменения значения ID и скорости обмена

6.1 Настройка ДУТ в стандартном режиме

В стандартном режиме производится конфигурирование следующих параметров:

1. Производится калибровка датчика;
2. Задается интервал усреднения;
3. Задаются параметры работы датчика по протоколу Omnicomm.

Для конфигурирования ДУТ в стандартном режиме необходимо:

1. Нажать кнопку [Настроить] (рис. 23,6).
2. Задать необходимые параметры.
3. Сохранить параметры в датчик, для этого нажать кнопку [ОК].

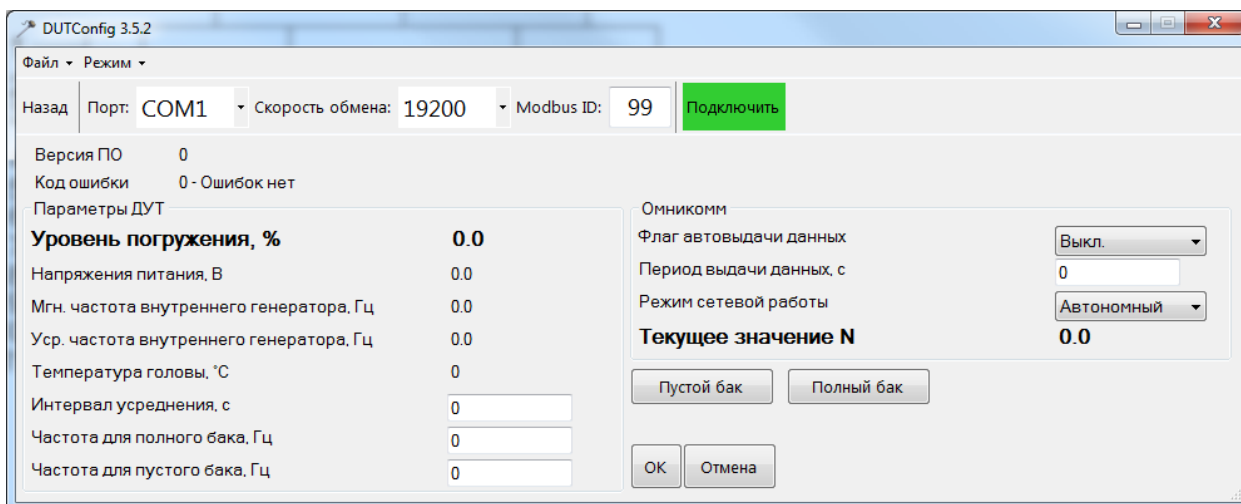


Рисунок 25 – Стандартный режим настройки ДУТ

6.1.1 Калибровка датчика

Для калибровки датчика необходимо:

1. Полностью погрузить датчик в топливо.
2. Нажать кнопку [Полный бак].
3. Достать датчик из топлива и просушить его в течение 2-3 минут.
4. Нажать кнопку [Пустой бак].

Если частоты сухого и полностью погруженного в топливо датчика известны, то их можно ввести вручную:

1. В поле «Частота для полного бака, Гц» ввести значение частоты, соответствующее полному баку.
2. В поле «Частота для пустого бака, Гц» ввести значение частоты, соответствующее пустому баку.

6.1.2 Настройка интервала усреднения

Интервал усреднения – это интервал времени на котором производится усреднение измеренных значений частоты измерительного генератора. Для задания интервала усреднения необходимо ввести значение интервала в секундах в поле «Интервал усреднения, с».

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Возможный интервал усреднения: 0 – 90 с; рекомендуемый интервал усреднения: 8 – 30 с.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! По умолчанию задан метод усреднения – бегущее среднее. Другой метод усреднения можно выбрать в расширенном режиме (см. главу 6.2).

6.1.3 Настройка параметров работы ДУТ по протоколу Omnicomm

Для настройки параметров протокола Omnicomm необходимо:

1. Выбрать режим отправки данных с ДУТ на терминал. Для этого в поле «Флаг автовыдачи данных» выбрать:
 - Выкл, если терминал сам опрашивает датчик. ДУТ передает данные в ответ на запросы терминала.
 - Бинарный, если ДУТ самостоятельно передает данные в бинарном формате через интервал времени, заданный в ПО в поле «Период выдачи данных, с».
 - Текстовый, если ДУТ самостоятельно передает данные в символьном формате через интервал времени, заданный в ПО в поле «Период выдачи данных, с».

2. Задать период выдачи данных (только в случае, если «Флаг автовыдачи данных» отличный от «Выкл»). Для этого в поле «Период выдачи данных, с» ввести интервал времени в секундах, через который будет происходить отправка пакетов данных с ДУТ на терминал.
3. Задать режим сетевой работы. Для этого в поле «Режим сетевой работы» указать:
 - Автономный, если к терминалу подключается один ДУТ RS-232 или один ДУТ RS-485. В этом режиме ДУТ отвечает на любой ID.
 - Сетевой, если к одному терминалу одновременно подключается несколько датчиков (только для ДУТ RS-485). В этом режиме ДУТ отвечает только на свой ID и на ID=255.

6.2 Настройка ДУТ в расширенном режиме

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Чтобы произвести настройку и конфигурирование датчика в расширенном режиме необходимо в главном окне программы выбрать меню Режим → Расширенный.

В расширенном режиме производится конфигурирование следующих параметров:

1. Производится калибровка датчика;
2. Производится включение/отключение термокомпенсации;
3. Задается преобразование уровня в объем (тарирование ДУТ);
4. Задается тип и интервал усреднения;
5. Задаются параметры работы датчика по протоколу Omnicomm;

Для конфигурирования ДУТ в расширенном режиме необходимо:

1. Нажать кнопку [Настроить] (рис. 23,6).
2. В главном окне программы выбрать вкладку Режим → Расширенный.
3. Задать необходимые параметры.
4. Сохранить параметры в датчик, для этого нажать кнопку [ОК].

6.2.1. Калибровка датчика

Калибровка датчика в расширенном режиме производится аналогично калибровке в стандартном режиме (см. пункт 6.1.1).

6.2.2. Настройка термокомпенсации

Термокомпенсация – это функция, которая позволяет убрать зависимость показаний ДУТ от изменения температуры.

Для настройки термокомпенсации необходимо в поле «Термокомпенсация» выбрать вкл. или выкл.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! В настоящее время в использовании термокомпенсации нет необходимости, т.к. дополнительная приведенная погрешность по температуре составляет менее 1%. Все заводские коэффициенты приравнены к 1.

6.2.3. Преобразование уровня в объем (тарирование ДУТ)

1. В поле «Тип аппроксимации» указать её тип:

- Кусочно-линейный тип аппроксимации используется для баков сложной формы;
- Полиномиальный тип аппроксимации используется для баков цилиндрической и эллиптической формы (бензовозы, цистерны).

2. Заполнить таблицу тарировки:

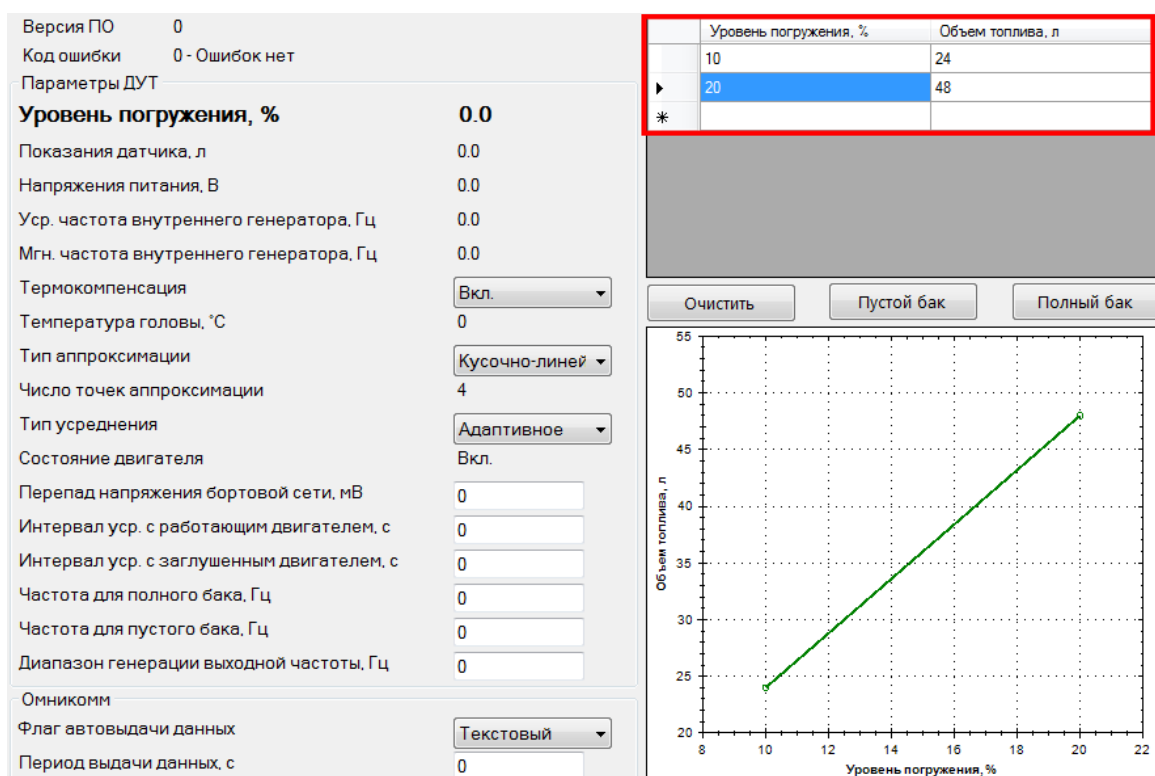


Рисунок 26 – Кусочно-линейная аппроксимация

- Для кусочно-линейного типа аппроксимации (рис. 26) в тарифовочную таблицу необходимо ввести следующие строки: уровень погружения в % и соответствующее ему значение объема топлива в литрах. Порядок следования строк может быть любым (не обязательно строго по возрастанию или убыванию). Ошибочно введенные строки можно удалить.

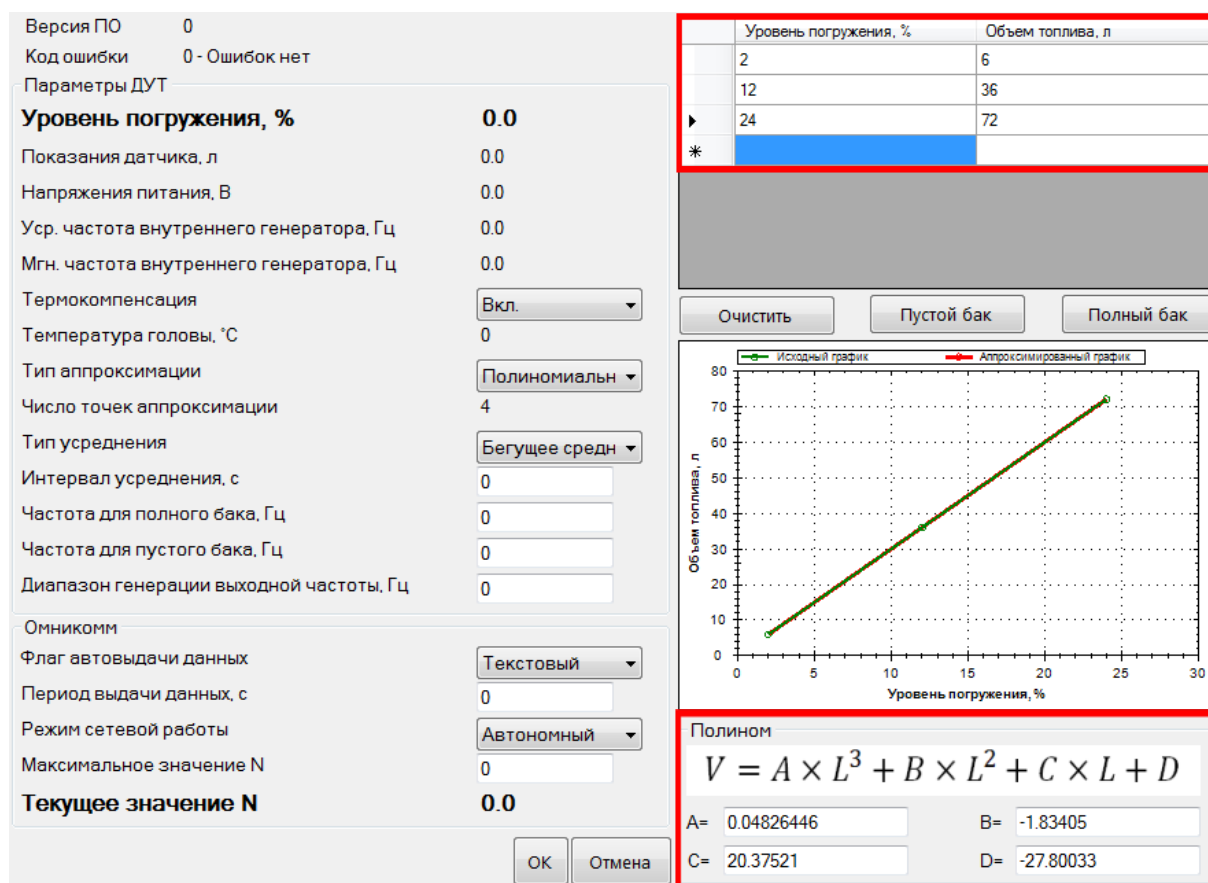


Рисунок 27 – Полиномиальная аппроксимация

- Для полиномиального типа аппроксимации (рис. 27) в тарифовочную таблицу также необходимо ввести в качестве исходных данных строки: уровень погружения в % и соответствующее ему значение объема топлива в литрах. Коэффициенты полинома А,В,С,Д будут автоматически рассчитаны и появятся в поле «Полином».

6.2.4. Настройка типа и интервала усреднения

Для настройки усреднения необходимо:

1. В поле «Тип усреднения» указать тип усреднения:
 - Экспоненциальное, интервал усреднения задается от 5 с.
 - Бегущее среднее, интервал усреднения задается в пределах от 0 до 90 с.
2. Задать интервал усреднения. Для этого в поле «Интервал усреднения, с» ввести значение времени усреднения в секундах.

⚠ ВНИМАНИЕ!!! Адаптивный тип усреднения находится в стадии тестирования и в настоящее время к использованию не рекомендуется.

6.2.5. Настройка параметров работы ДУТ по протоколу Omnicomm

Настройка параметров работы датчика по протоколу Omnicomm производится аналогично настройке в стандартном режиме (см. пункт 6.1.3). Дополнительно в Расширенном режиме можно настроить максимальное значение параметра N (от 0 до 65535). Для этого необходимо задать его в поле «Максимальное значение N».

6.2.6. Смена прошивки

Для смены прошивки необходимо:

1. В Расширенном режиме выбрать меню программы «Сменить прошивку» (рис. 28).

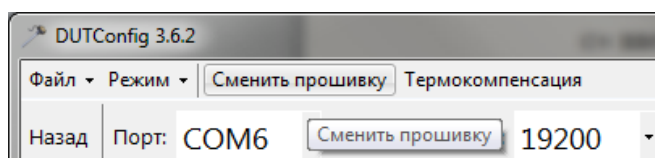


Рисунок 28 – Смена прошивки

2. В появившемся окне (рис. 29) нажать кнопку [Открыть файл прошивки].

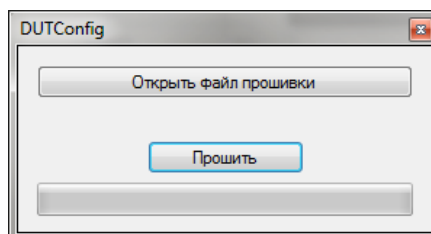


Рисунок 29 – Открыть файл прошивки

3. Указать файл с прошивкой и нажать кнопку [Прошить].

6.3. Описание протокола Omnicomm

ДУТ поддерживает команды открытой части протокола Omnicomm. Открытая часть поддерживает два типа протокола обмена: в бинарном (HEX) виде или в символьном виде (передачей ASCII-последовательностей).

6.3.1 Описание команд для символьного протокола обмена

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

Команда «DO» (0x44 0x4F) – чтение данных

Строка ответа: F=xxxx t =xx N=xxxx.0 (CR)(LF)

Команда предназначена для чтения текущих данных: F – текущее значение мгновенной (не усредненной) частоты измерительного генератора, t – текущее значение температуры в градусах по Цельсию или код ошибки (см. главу 4), N – значение уровня (объема) (см. главу 4). После получения команды «DO» программа выдаст ответ в виде последовательности ASCII символов, например:

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

Все значения передаются в шестнадцатеричном виде.

Команда «DP» (0x44 0x50) – периодическая выдача данных

Строка ответа: F=xxxx t =xx N=xxxx.0 (CR)(LF)

Команда предназначена для включения периодической выдачи данных. После обработки команды датчик производит периодическую выдачу в символьном виде (ASCII коды) параметров F, t, N (аналогично ответу на команду DO).

Данные выдаются периодически с интервалом, заданным при конфигурировании ДУТ в ПО DUTConfig.

- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** В случае установки интервала выдачи данных равным нулю выдача данных производиться не будет.
- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** Временное (до отключения питания) выключение периодической выдачи данных в символьном формате производится после получения любой достоверной команды протокола Omnicomm.
- ⚠ ВНИМАНИЕ!!!** Выключение периодической выдачи данных в символьном формате происходит после получения команды «DO» или после изменения настроек в программе DUTConfig.

6.3.2 Описание команд для бинарного протокола обмена

Данные, между датчиком и внешним устройством передаются в виде сообщений имеющих формат представленный таблице «Формат команд ДУТ»).

<i>Формат команд ДУТ</i>		
Поле	Размер поля, байт	Значение
Префикс	1	0x31 для запроса, 0x3E для ответа
Сетевой адрес	1	0x00...0xFF
Код операции	1	0x06, 0x07
Параметры	от 0 до 8 Зависит от кода операции	см. описание команды
Контрольная сумма	1	Рассчитывается для всех полей команды. Инициализация = 0. Полином: $a^8+a^5+a^4+1$.

Алгоритм CRC

Для расчета CRC полинома $a^8+a^5+a^4+1$ может быть использован следующий алгоритм (язык C):

```
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;
}
```

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;
}

```

6.3.3 Команда 0x06 (Однократное считывание данных)

Код функции	Описание
0x06	DATA_READ (получить текущие данные, один раз)

Команда предназначена для чтения текущих данных: F – текущее значение мгновенной (не усредненной) частоты измерительного генератора, t – текущее значение температуры в градусах по Цельсию или код ошибки (см. главу 4), N – значение уровня (объема) (см. главу 4).

Данные передаются младшим байтом вперед.

Пример – код функции по Omnicomm – 0x06 (DATA_READ).

Запрос		Ответ	
Поле	(HEX)	Поле	(HEX)
Префикс	31	Префикс	3E
Сетевой адрес	00...FF	Сетевой адрес	00...FF
Код операции	06	Код операции	06
Контрольная сумма	00...FF	t, °C	-128...127
		N	0000...FFFF
		F	0000...FFFF
		Контрольная сумма	00...FF

6.3.4 Команда 0x07 (Периодическая выдача данных)

Код функции	Описание
0x07	DATA_CONTIN (включить непрерывный вывод данных)

Команда предназначена для включения периодической выдачи данных.

После обработки команды датчик начнет производить периодическую выдачу данных: F, t, N (аналогично ответу на команду 0x06), с интервалом времени, заданным при конфигурировании ДУТ в ПО DUTConfig. При нулевом значении интервала выдачи данные не выдаются.

Отключение периодической выдачи данных производится после получения любой достоверной команды, сброса процессора или отключения напряжения питания, если при конфигурировании ДУТ в ПО DUTConfig не был установлен режим автовыдачи данных.

Данные передаются младшим байтом вперед.

Пример – код функции по Omnicomm – 0x07 (DATA_CONTIN).

Запрос		Ответ	
Поле	(HEX)	Поле	(HEX)
Префикс	31	Префикс	3E
Сетевой адрес	00...FF	Сетевой адрес	00...FF
Код операции	07	Код операции	07
Контрольная сумма	00...FF	Команда выполнена успешно	00
		Команда не может быть выполнена	01
		Контрольная сумма	00...FF

Формат периодически выдаваемых данных:

Ответ	
Поле	(HEX)
Префикс	3E
Сетевой адрес	00...FF
Код операции	07
Температура, °C	-128...127
Относительный уровень	0000...FFFF
Значение частоты	0000...FFFF
Контрольная сумма	00...FF

6.4. Описание протокола Modbus

ДУТ предназначен для использования с устройствами отображения и программируемыми контроллерами, которые поддерживают подключение по интерфейсам RS-232 (только один датчик на линии), RS-485 (наличие нескольких датчиков на линии + увеличение дальности связи) и работают по протоколу MODBUS (см www.modbus.org).

6.4.1 Поддерживаемые функции протокола MODBUS

Код функции	Описание
0x04	Read Input Registers (чтение значений регистров, начиная с определенного адреса)
0x06	Write Single Register (запись значения регистра)

6.4.2 Описание регистров используемых в ДУТ "СТРЕЛА".

Адресация в MODBUS происходит посредством 16-ти битных регистров. Для использования типа float применяется пара из двух регистров.

Наименование	Адрес	Размер/режим	Описание
liter	0 (0x00)	Float/ro	Показания датчика, л (если задан V - объем датчика)
prosent_L	2 (0x02)	Float/ro	Показания датчика, % от длины
DOT_frequency	4 (0x04)	Float/ro	Частота внутреннего генератора
DOT_frequency core	6 (0x06)	Float/ro	Частота внутреннего генератора не нормализованная
DOT_period	8 (0x08)	Float/ro	Период внутреннего генератора
DOT_period_core	10 (0x0A)	Float/ro	Период внутреннего генератора не нормализованный
U_t	12 (0x0C)	Float/ro	Напряжение с термодатчика
t	14 (0x0E)	signed short/ro	Температура головы
Fl_termo	15 (0x0F)	unsigned short/ro	Флаг наличия датчика температуры (0–нет)
type_appr	16 (0x10)	unsigned short/rw	Тип аппроксимации
deltaU_pow	17 (0x11)	unsigned short/rw	Перепад напряжения питания датчика – определение состояния двигателя включен/выключен, мВ
EngineState	18 (0x12)	unsigned short/rw	Состояние двигателя: 0 – заглушен, не 0 – запущен
version_po	19 (0x13)	unsigned long/ro	Версия ПО

type_average	21 (0x15)	unsigned short/rw	Тип усреднения: 0 - экспоненциальное, 1 - бегущее среднее
Time	22 (0x16)	unsigned short/rw	Время усреднения бегущего среднего, сек
Alfa	23 (0x17)	Float/rw	Коэффициент альфа экспоненциального усреднения
fl_auto_send	25 (0x19)	unsigned short/rw	Флаг автовыдачи данных по протоколу Omnicomm: 0 – нет выдачи, 1 – есть
period_auto	26 (0x1A)	unsigned short/rw	Период выдачи данных по протоколу Omnicomm в режиме автовыдачи
omni_net_mode	27 (0x1B)	unsigned short/rw	Режим сетевой работы Omnicomm
Omni_error	28 (0x1C)	unsigned short/ro	Код ошибки, который будет выдаваться в поле температуры, по протоколу Omnicomm
max_N	29 (0x1D)	unsigned short/rw	Максимальное значение, выдаваемое по протоколу Omnicomm
N_point	30 (0x1E)	unsigned short/ro	Число точек аппроксимации
dev_id	31 (0x1F)	unsigned short/rw	Адрес Modbus
Boudrate	32 (0x20)	unsigned long/rw	Скорость обмена по Uart
error	34 (0x22)	unsigned short/ro	Код ошибки
Password	35 (0x23)	unsigned short/rw	Пароль на изменение параметров
F_min	36 (0x24)	Float/rw	Частота полного датчика
F_max	38 (0x26)	Float/rw	Частота пустого датчика
*U_pow	40 (0x28)	unsigned short/ro	Напряжение питания датчика, мВ
*time_average_window_stop	41 (0x29)	unsigned short/rw	Время усреднения бегущего среднего при адаптивной фильтрации и выключенном двигателе, сек
*deltaFout	42 (0x2a)	unsigned short/rw	Диапазон генерации частоты на частотном выходе
reservID	43 (0x2b)	unsigned short/rw	Зарезервировано на будущее
fl_termo_correct	44 (0x2c)	unsigned short/ro	Флаг использования термокомпенсации
polinom_termo_correct	45 (0x2d)	Float[5]/rw	Полином термокоррекции
polinom_t	55 (0x37)	Float[4]/rw	Полином датчика температуры

* Данные регистры доступны только в версиях прошивок, выпущенных после 22.11.2012.

6.4.3 Формат передачи данных

Unsigned short (16 бит)

Число 0x1234 – первым посылается байт 0x12 затем 0x34.

Float inverse (32 бита)

Число 0x12345678 – состоит из двух 16-ти битных регистров 0x1234 и 0x5678. Первым адресуется регистр 0x1234, вторым 0x5678. Передача регистров осуществляется как unsigned short (см. выше).

Пример – считывание параметров датчика.

Код функции по MODBUS – 0x04 (READ_INPUT_REGISTERS).

Пример – считывание процента заполнения бака:

Запрос		Ответ	
Поле	(HEX)	Поле	(HEX)
Код функции	04	Код функции	04
Адрес Hi	00	Количество байт	02
Адрес Lo	02	Регистр 0 Hi	12
Количество регистров Hi	00	Регистр 0 Lo	34
Количество регистров Lo	02	Регистр 1 Hi	56
		Регистр 1 Lo	78

Пример - запись параметров датчика

Код функции по MODBUS – 0x06 (WRITE_SINGLE_REGISTER).

Пример – запись частоты сухого датчика (запись производится двумя пакетами):

Пакет №1

Запрос		Ответ	
Поле	(HEX)	Поле	(HEX)
Код функции	06	Код функции	06
Адрес Hi	00	Адрес Hi	00
Адрес Lo	26	Адрес Lo	26
Значение регистра Hi	12	Значение регистра Hi	12
Значение регистра Lo	34	Значение регистра Lo	34

Пакет №2

Запрос		Ответ	
Поле	(HEX)	Поле	(HEX)
Код функции	06	Код функции	06
Адрес Hi	00	Адрес Hi	00
Адрес Lo	27	Адрес Lo	27
Значение регистра Hi	56	Значение регистра Hi	56
Значение регистра Lo	78	Значение регистра Lo	78

6.5. Проверка функционирования

1. Подключить ДУТ к ПК.
2. Определить объем топлива, залитого в бак ТС.
3. В ПО BridgeToolBox нажать кнопку [Прочитать всё из устройства].
4. Суммарный объем, отображаемый в окне программы должен соответствовать залитому в баки объему топлива.

7. Техническое обслуживание

Изделие в техническом обслуживании не нуждается.

<i>Характерные неисправности и методы их устранения</i>		
Ошибка	Описание неисправности	Метод устранения
<p>Частота генератора равна 0 Код: -102; 154 (-3; 253)</p>	<p>Описание: генератор остановлен – датчик не производит измерение уровня топлива. Характер: ошибка имеет спорадический* (замыкание водой при движении) или постоянный (при механической закоротке) характер. При устранении причины возникновения датчик переходит в рабочий режим. Причина: закорочены трубки чувствительного элемента датчика – вода в топливе, механическая закоротка.</p>	<p>1. Просушить датчик, слить воду из бака; 2. Извлечь механическую закоротку. Измерить тестером на выключенном датчике сопротивление между трубками чувствительного элемента. Значение сопротивления должно быть более 460 кОм.</p>
<p>Ошибка чтения EEPROM Код: -104; 152 (-5; 251)</p>	<p>Описание: сбились прошитые при калибровке параметры датчика. . Причина: возможное повреждение статическим электричеством при обрезке датчика.</p>	<p>1. Произвести повторное конфигурирование ДУТ (см. главу 6). Выключить-включить питание. 2. Обратится к производителю.</p>
<p>Выход за диапазон сверху $F > F_{max} + 10\%$ Код: -105; 151 (-6; 250)</p>	<p>Описание: при низком уровне топлива датчик зависает в нуле, а потом выставляет ошибку. Характер: ошибка проявляется на «сухом» датчике. При погружении датчика в топливо, после прохождения мертвой зоны датчик работает нормально. Причина: датчик неверно откалиброван. Также может быть вызвана повреждением обкладок чувствительного элемента.</p>	<p>1. Откалибровать датчик, если неисправность не устранилась необходимо обратится к производителю.</p>

<p>Выход за диапазон снизу $F < F_{min} - 10\%$ Код: -106; 150 (-7; 249)</p>	<p>Описание: уровень топлива выше действительного, датчик периодически выставляет ошибку. Характер: ошибка проявляется при погружении датчика на уровень близкого к максимальному или на любом уровне при замыкании водой. Если ошибка сменяется ошибкой «Частота генератора равна 0», то причина в наличии воды в топливе. Причина: датчик неверно откалиброван; замыкание измерительного элемента водой или грязью в баке.</p>	<p>1. Ошибка появляется на любом уровне и периодически код ошибки сменяется на -102; 154 (-3; 253) (Частота генератора равна 0) необходимо выполнить рекомендации приведенные для ошибки с кодом -102; 154 (-3; 253). 2. Ошибка проявляется на одном и том же уровне, то необходимо откалибровать датчик. Если неисправность не устранилась необходимо обратиться к производителю.</p>
---	---	---

*Спорадический – от случая к случаю.

8. Транспортирование и хранение

Транспортирование

Транспортирование прибора в упаковке допускается при следующих условиях:

- температура воздуха от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха не более 95% при температуре 40°C ;
- транспортирование допускается всеми видами закрытого транспорта.

Хранение

Хранение прибора в упаковке допускается при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха не более 95 % при температуре 40°C .