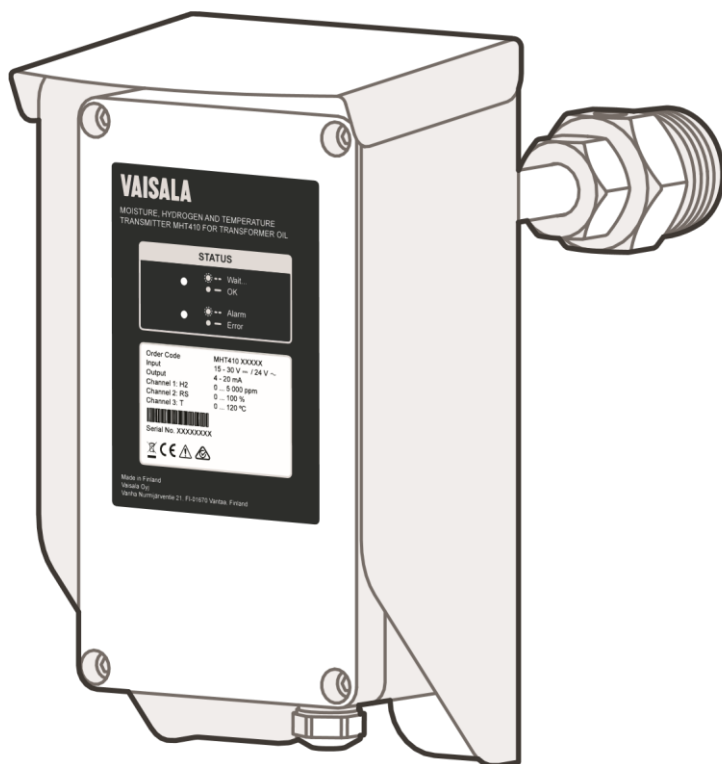


# Руководство пользователя

Датчик влажности, водорода и температуры  
марки Vaisala для трансформаторного масла

MHT410



**VAISALA**

ОПУБЛИКОВАНО

Компанией Vaisala Oyj  
Vanha Nurmijärventie 21, FI-01670 Вантаа, Финляндия  
P. O. Box 26, FI-00421 Хельсинки, Финляндия  
+358 9 8949 1

Зайдите на нашу страницу в Интернет по адресу [www.vaisala.com](http://www.vaisala.com).

© Vaisala Oyj 2018

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена, опубликована или публично показана в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими (включая фотокопирование), а также его содержание не может быть изменено, переведено, адаптировано, продано или раскрыто третьим лицам без предварительного письменного разрешения владельца авторского права. Переведенные документы и части многоязычных документов основаны на оригинальных английских версиях. В неоднозначных ситуациях следует применять английские версии, а не переводы.

Содержание настоящего документа может быть изменено без предварительного уведомления.

Местные правила и нормы могут отличаться, но они имеют приоритет над информацией, содержащейся в настоящем документе. Компания Vaisala не делает никаких заявлений о соответствии настоящего документа

местным правилам и нормам, применимым в любой ситуации, и настоящим отказывается от любых, связанных с этим обязательств.

Настоящий документ не устанавливает никаких имеющих юридическую силу обязательств для компании Vaisala по отношению к клиентам или конечным пользователям. Все имеющие юридическую силу обязательства и соглашения полностью включены в соответствующий договор поставки или Общие условия продажи и Общие условия обслуживания компании Vaisala.

Настоящий продукт содержит программное обеспечение, разработанное компанией Vaisala или третьими лицами. Использование программного обеспечения регулируется лицензионными условиями, включенными в соответствующий договор поставки, или, при отсутствии отдельных лицензионных условий, Общими лицензионными условиями группы Vaisala.

## Содержание

<b>1.</b>	<b>Безопасность</b> .....	<b>8</b>
1.1	Защита от электростатического разряда .....	9
<b>2.</b>	<b>О настоящем документе</b> .....	<b>10</b>
2.1	Условные обозначения, принятые в документации .....	10
2.2	Соответствие нормативным требованиям .....	11
2.3	Товарные знаки .....	11
<b>3.</b>	<b>Обзор продукта</b> .....	<b>12</b>
3.1	Основные характеристики .....	12
3.2	Элементы продукта и содержимое упаковки .....	13
3.3	Измеряемые параметры и единицы измерения .....	15
3.4	Типы масел .....	16
3.4.1	Информация о типе масла в коде заказа .....	16
3.4.2	Специальные коэффициенты для измерения содержания влаги в масле в $\rho_{рт\omega}$ .....	16
3.5	Регистрация данных .....	17
3.6	Светодиодные индикаторы состояния .....	17
<b>4.</b>	<b>Установка</b> .....	<b>19</b>
4.1	Подготовка к установке .....	19
4.1.1	Рекомендуемые места установки .....	20
4.2	Механический монтаж .....	21
4.3	Электрический монтаж .....	28
4.4	Дисплей с питанием от контура .....	31
4.4.1	Подключение дисплея с питанием от контура .....	32
4.5	Контрольный перечень параметров после установки .....	33
4.6	Проверка фитингов маслопровода после установки .....	33
4.7	Снятие датчика .....	33
4.8	Повторная установка датчика на новом месте .....	34
<b>5.</b>	<b>Аналоговый выход</b> .....	<b>37</b>
5.1	Работа аналогового выхода за пределами диапазона измерений .....	37

<b>6.</b>	<b>Протокол Modbus .....</b>	<b>39</b>
6.1	Общие сведения о поддержке протокола Modbus .....	39
<b>7.</b>	<b>Промышленный протокол Vaisala .....</b>	<b>40</b>
7.1	Подключение через служебный порт .....	41
7.1.1	Установка драйвера для служебного кабеля USB .....	41
7.1.2	Подключение кабеля USB .....	42
7.1.3	Настройка параметров приложения терминала .....	42
7.2	Сводная информация по последовательным командам .....	44
7.3	Информация об устройстве и команды состояния .....	46
7.4	Последовательный линейный выход и команды связи .....	52
7.4.1	Команды вывода измерений .....	52
7.4.2	Команды, определяющие формат вывода измерений .....	56
7.4.3	Команды последовательной линии передачи данных .....	59
7.5	Команды аналогового выхода .....	63
7.6	Команды калибровки и регулировки .....	67
7.7	Прочие команды .....	68
<b>8.</b>	<b>Протокол DNP3 .....</b>	<b>71</b>
8.1	Подключение через служебный порт .....	71
8.1.1	Установка драйвера для служебного кабеля USB .....	72
8.1.2	Подключение кабеля USB .....	72
8.1.3	Настройка параметров приложения терминала .....	73
8.2	Переход на использование протокола DNP3 .....	74
<b>9.</b>	<b>Переносной индикатор MI70 .....</b>	<b>76</b>
9.1	Общие сведения об индикаторе MI70 .....	76
9.1.1	Элементы индикатора MI70 .....	76
9.1.2	Основной дисплей .....	77
9.1.3	Графический дисплей .....	77
9.1.4	Главное меню .....	78
9.2	Установка и подзарядка аккумуляторных батарей MI70 .....	78
9.3	Подключение MI70 к служебному порту .....	79
9.4	Удержание и сохранение изображения на дисплее .....	79
9.5	Запись данных .....	80

9.5.1	Запуск и остановка записи .....	80
9.5.2	Просмотр записанных данных.....	81
9.5.3	Очистка памяти для хранения данных.....	81
9.6	Сравнение показаний с показаниями зонда ММ70.....	81
<b>10.</b>	<b>Калибровка и регулировка.....</b>	<b>84</b>
10.1	Калибровка и регулировка для измерения концентрации Н <sub>2</sub> .....	84
10.1.1	Взятие пробы для анализа растворенных газов и сохранение текущего показания концентрации Н <sub>2</sub> .....	84
10.1.2	Ввод показания концентрации Н <sub>2</sub> от газоанализатора в датчик .....	85
10.2	Калибровка и регулировка для измерения относительной насыщенности влагой и температуры .....	87
<b>11.</b>	<b>Устранение неполадок .....</b>	<b>88</b>
11.1	Состояния ошибки .....	88
11.2	Замена винта для стравливания давления .....	90
<b>12.</b>	<b>Технические данные .....</b>	<b>91</b>
12.1	Запасные детали и вспомогательное оборудование .....	95
12.2	Размеры.....	96
12.3	Электрические схемы .....	97
<b>Приложение А. Принцип работы.....</b>		<b>102</b>
<b>А.1 Способ, используемый для измерения содержания влаги в масле .....</b>		<b>103</b>
<b>А.2 Трансформаторное масло .....</b>		<b>103</b>
<b>Приложение В. Справочная информация по протоколу Modbus .....</b>		<b>105</b>
<b>В.1 Рабочие коды.....</b>		<b>105</b>
<b>В.2 Кодирование данных.....</b>		<b>105</b>
В.2.1	32-разрядный формат с плавающей точкой или целочисленный формат .....	105
В.2.2	16-разрядный целочисленный формат .....	106
<b>В.3 Карта регистров.....</b>		<b>106</b>
<b>В.4 Регистры Modbus .....</b>		<b>106</b>
В.4.1	Регистры данных измерений .....	107
В.4.2	Регистры состояния.....	108
<b>В.5 Объекты идентификации устройства .....</b>		<b>110</b>
<b>В.6 Ответы на исключения.....</b>		<b>110</b>
<b>Приложение С. Расчет влажности в <math>p_{рт_w}</math> для трансформаторных масел .....</b>		<b>111</b>

<b>C.1 Расчетная модель с усредненными коэффициентами .....</b>	<b>111</b>
<b>C.1 Расчетная модель с характерными для масла коэффициентами.....</b>	<b>111</b>
<b>Гарантия .....</b>	<b>112</b>
<b>Техническая поддержка .....</b>	<b>112</b>

## Список рисунков

Рисунок 1	Пример кода заказа МНТ410 (первая цифра 1 = минеральное масло).....	15
Рисунок 2	Рекомендуемые места установки.....	19
Рисунок 3	Дисплей с питанием от контура 242003.....	30
Рисунок 4	Работа аналогового выхода за пределами диапазона измерений.....	37
Рисунок 5	Работа аналогового выхода за пределами диапазона измерений.....	63
Рисунок 6	Элементы индикатора MI70.....	75
Рисунок 7	Основной дисплей MI70.....	76
Рисунок 8	Пример изображения на дисплее индикатора MI70 при подключении датчика МНТ410 к порту I и зонда MM70 к порту II. Отображаемые параметры: aw (I), aw (II), $\Delta$ aw.....	81
Рисунок 9	1 вариант подключения: электрическая схема с четырьмя источниками питания. Отдельный контур питания и гальваническая развязка для аналоговых выходов. В датчиках, которые заказаны вместе с кабелем CBL210392-5M марки Vaisala, кабель предварительно смонтирован согласно этому варианту.....	96
Рисунок 10	2 вариант подключения: электрическая схема с двумя источниками питания. Общий контур питания и гальваническая развязка для аналоговых выходов.....	97
Рисунок 11	3 вариант подключения: электрическая схема с одним источником питания. Неизолированная схема для совместного использования источника питания датчика для аналоговых выходов.....	97
Рисунок 12	4 вариант подключения: электрическая схема с одним источником питания. Альтернативная электрическая схема к варианту 3, обеспечивающая уменьшение площади токового контура для аналоговых выходов.....	98
Рисунок 13	Материалы для переработки.....	99
Рисунок 14	Измерение концентрации водорода и влаги в масле с помощью МНТ410.....	101
Рисунок 15	Растворимость воды в трансформаторных маслах в зависимости от температуры. Граничные значения показывают диапазон изменения растворимости воды, обнаруженной в минеральных маслах.....	103

## Список таблиц

Таблица 1	История версий документа.....	9
Таблица 2	Соответствующие руководства.....	9
Таблица 3	Значения на аналоговом выходе при различных состояниях датчика.....	36
Таблица 4	Настройки последовательного интерфейса по умолчанию.....	39
Таблица 5	Настройки последовательного интерфейса служебного порта.....	42
Таблица 6	Последовательные команды.....	43
Таблица 7	Команда ?.....	45
Таблица 8	Команда Alarm .....	46
Таблица 9	Команда Errlog.....	47
Таблица 10	Команда Errs.....	48
Таблица 11	Команда Help .....	49
Таблица 12	Команда System.....	49
Таблица 13	Команда Time .....	50
Таблица 14	Команда Vers .....	50
Таблица 15	Команда Intv .....	51
Таблица 16	Команда Log .....	51
Таблица 17	Команда R .....	54
Таблица 18	Команда Send.....	54
Таблица 19	Команда Form .....	55
Таблица 20	Параметры вывода для команды Form .....	56
Таблица 21	Модификаторы для команды Form.....	57
Таблица 22	Команда Unit .....	58
Таблица 23	Команда Addr.....	58
Таблица 24	Команда Close .....	59
Таблица 25	Команда Open.....	59
Таблица 26	Команда Sdelay .....	59
Таблица 27	Команда Seri .....	60
Таблица 28	Команда Smode .....	61
Таблица 29	Команда Aerr .....	62
Таблица 30	Команда Aover .....	62
Таблица 31	Команда Asel .....	63
Таблица 32	Команда Atest .....	65
Таблица 33	Команда Cdate .....	66



Таблица 34	Команда Ctext .....	66
Таблица 35	Команды H2 da и h2 db .....	67
Таблица 36	Команда Dnp3 Addr .....	67
Таблица 37	Команда Filt.....	68
Таблица 38	Команда Frestore .....	68
Таблица 39	Команда Reset.....	69
Таблица 40	Команда Oil.....	69
Таблица 41	Команда H2 .....	69
Таблица 42	Настройки связи по умолчанию.....	70
Таблица 43	Настройки последовательного интерфейса служебного порта.....	73
Таблица 44	Возможные сообщения об ошибках через промышленный протокол Vaisala.....	87
Таблица 45	Измерительные характеристики .....	90
Таблица 46	Условия эксплуатации.....	91
Таблица 47	Входы и выходы.....	91
Таблица 48	Механические характеристики.....	92
Таблица 49	Соответствие нормативным требованиям.....	92
Таблица 50	Дисплей с реле (внешняя опция).....	93
Таблица 51	Запасные детали и вспомогательное оборудование.....	94
Таблица 52	Цвета проводников кабеля CBL210392-5M марки Vaisala (при предварительном подключении).....	96
Таблица 53	Материалы для переработки.....	100
Таблица 54	Оптимальные места расположения датчиков.....	101
Таблица 55	Рабочие коды Modbus.....	104
Таблица 56	Подробная информация о 16-разрядном целочисленном формате со знаком.....	105
Таблица 57	Блоки регистра Modbus.....	105
Таблица 58	Регистры данных измерений Modbus (только для чтения).....	106
Таблица 59	Регистры состояния Modbus (только для чтения).....	107
Таблица 60	Биты состояния устройства Modbus.....	107
Таблица 61	Объекты идентификации устройства.....	108
Таблица 62	Ответы на исключения согласно протоколу Modbus.....	109

## 1. Безопасность

Датчик влаги, водорода и температуры MHT410 марки Vaisala для трансформаторного масла, поставленный вам, прошел испытания на соответствие требованиям безопасности и был допущен к использованию при отгрузке с завода. Обратите внимание на следующие меры предосторожности:



**ОСТОРОЖНО!** Внимательно прочитайте краткое руководство (включая инструкции по установке) перед установкой продукта.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Заземлите устройство и периодически проверяйте заземление установки, чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током.



**ОПАСНОСТЬ! Высокий риск смерти и повреждения трансформатора:** Обратите внимание на глубину установки датчика и детали внутри силового трансформатора, которые могут находиться под напряжением, чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током и повреждения оборудования.



**ОСТОРОЖНО!** Не модифицируйте устройство и не используйте его способами, не описанными в документации. Неправильная модификация может привести к угрозе безопасности, повреждению оборудования, невыполнению требований спецификации или сокращению срока службы оборудования.



**ОСТОРОЖНО!** Не пытайтесь закрыть шаровой клапан, когда датчик полностью установлен. Рабочая часть зонда входит через клапан в поток масла, и попытка закрыть клапан повредит корпус зонда и/или клапан. Если вам необходимо закрыть шаровой клапан, когда датчик находится на клапане, сначала открутите малую стопорную гайку и вытяните корпус зонда как можно дальше. Затем закройте клапан.



**ОСТОРОЖНО!** Чтобы избежать повреждения установочного клапана трансформатора, не наступайте на датчик, когда он установлен.



**ОСТОРОЖНО!** Соблюдайте правила техники безопасности, действующие на месте установки и использования датчика.

## 1.1 Защита от электростатического разряда

Электростатический разряд может привести к немедленному или скрытому повреждению электронных схем. Продукты Vaisala в достаточной мере защищены от электростатического разряда, если их использовать по назначению. Однако при прикосновении, снятии или вставке любых предметов внутрь корпуса оборудования можно повредить изделие, вызвав электростатический разряд.

При обращении с проводкой и разъемами под передней крышкой используйте соответствующие средства защиты от электростатического разряда. Не прикасайтесь ни к каким деталям под крышкой монтажной платы.

## 2. О настоящем документе

Таблица 1 История версий документа

Код документа	Дата	Описание
M211737EN-G	Ноябрь 2018 г	Настоящий документ. Добавлена информация о натуральных и синтетических эфирных маслах и инструкции по проверке типа масла, установленного на заводе, по товарной этикетке. Добавлены инструкции по учету содержания влаги в масле в расчетных коэффициентах для масла. Уточнена информация по температурному диапазону для точных измерений в разделе технических характеристик, где указана точность измерения концентрации водорода и температуры, и добавлен интервал допустимых температур головки датчика. Добавлены инструкции по использованию предохранительного стопорного штифта с предупреждающей надписью для фиксации ручки клапана в открытом положении после установки.
M211737EN-F	Май 2018 г	Предыдущая версия. Обновлено инструкции по установке в части использования тефлоновой ленты и глубины установки. Добавлена информация о протоколе DNP3. Добавлено уточнение по использованию линии RS-485, подключаемой к винтовым клеммам, с протоколом Modbus или промышленным протоколом Vaisala. Добавлены технические характеристики максимального энергопотребления. Добавлены новые опции параметров для аналоговых выходов: ежедневная, еженедельная и ежемесячная скорость изменения и среднее значение за 24 часа для H <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O. Добавлено уточнение о расчете скорости изменения (ROC) показаний. Изменены единицы измерения ppm на ppm <sub>v</sub> для H <sub>2</sub> и на ppm <sub>w</sub> для H <sub>2</sub> O.
M211737EN-E	Январь 2016 г	Добавлена настройка интервала регистрации, обновлены теги вывода журнала и журнала ошибок, добавлены описания тегов журнала. Обновлено электрические схемы.

Таблица 2 Соответствующие руководства

Код документа	Описание
M211736EN	Краткое руководство по МНТ410
M211784EN	Дисплей с питанием от контура 242003 для МНТ410. Техническая записка

### 2.1 Условные обозначения, принятые в документации



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Знак предупреждения предупреждает вас о серьезной опасности. Если вы не будете внимательно читать и следовать инструкциям на этом этапе, есть риск получения травмы или даже смерти.



**ОСТОРОЖНО!** Знак «Осторожно» предупреждает вас о потенциальной опасности. Если вы не будете внимательно читать и следовать инструкциям на этом этапе, продукт может быть поврежден или могут быть потеряны важные данные.



**Примечание** выделяет важную информацию об использовании продукта.



**Совет** дает информацию для более эффективного использования продукта.



Перечисляются инструменты, необходимые для выполнения задачи.



Дается указание, что вам нужно сделать некоторые заметки во время выполнения данной задачи.

## 2.2 Соответствие нормативным требованиям

По запросу компания Vaisala предоставляет актуальные декларации о соответствии нормативным требованиям ([www.vaisala.com](http://www.vaisala.com)).

Данный продукт соответствует следующим директивам ЕС:

- Директива по электромагнитной совместимости
- Директива, ограничивающая содержание вредных веществ

Под соответствием нормативным требованиям подразумевается соответствие стандартам, перечисленным в [Технических данных \(стр. 90\)](#).



## 2.3 Товарные знаки

HUMICAP® является зарегистрированным товарным знаком группы Vaisala Oyj.

Все другие названия продуктов или компаний, которые могут упоминаться в настоящем документе, являются торговыми марками, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками их владельцев.

## 3. Обзор продукта

Датчик влажности, водорода и температуры MHT410 марки Vaisala для трансформаторного масла предназначен для мониторинга изоляционного масла в силовых трансформаторах в режиме онлайн. Датчик в реальном времени выдает точные результаты измерений содержания влаги, концентрации водорода и температуры, измеряемых в масле, позволяя делать достоверные заключения о состоянии трансформатора без задержки по времени.

Датчик имеет цифровые и аналоговые выходы для всех измеряемых параметров.

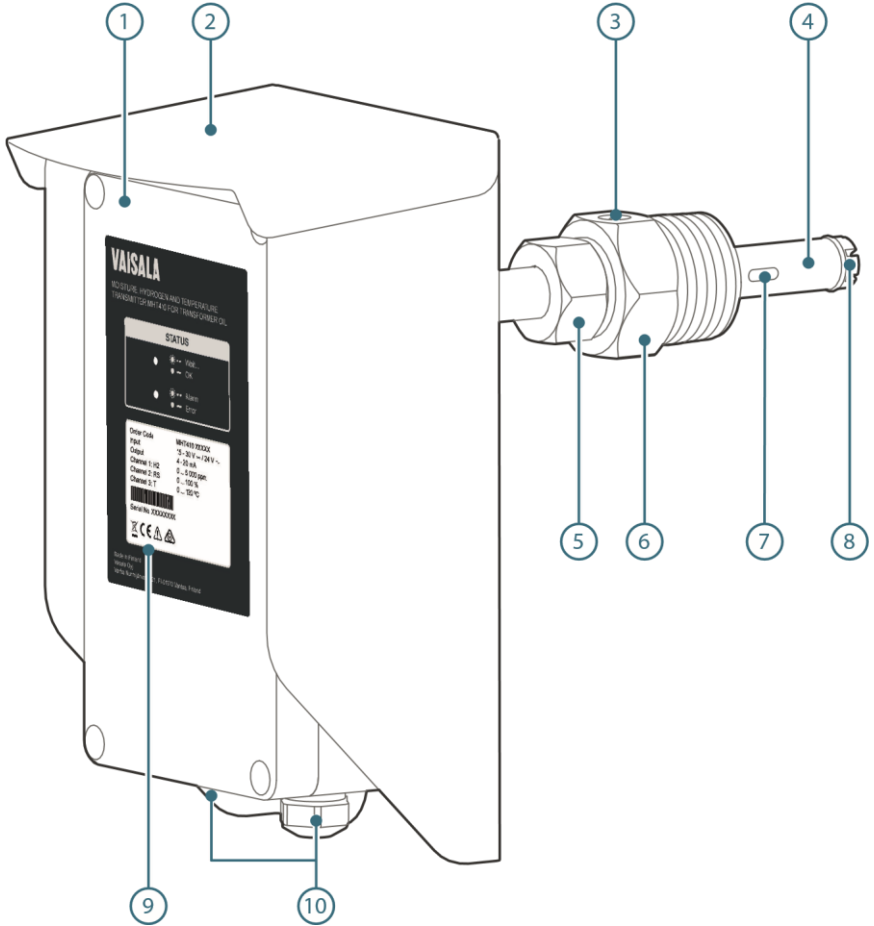
### 3.1 Основные характеристики

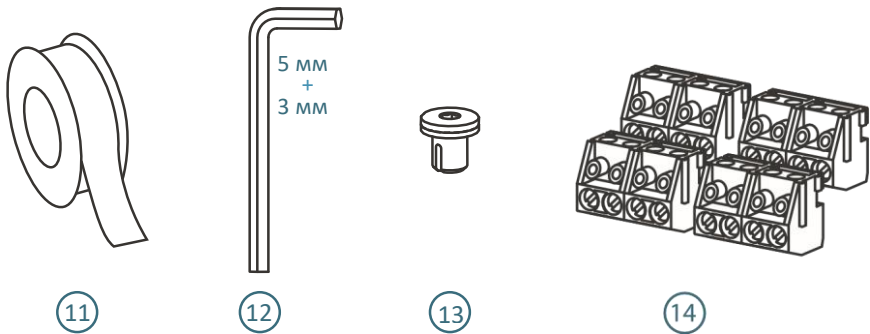
- Достоверные онлайн-измерения следующих параметров трансформаторного масла:
  - Влага: относительная насыщенность (%RS), активность воды и содержание воды (ppm<sub>w</sub>)
  - Концентрация водорода (ppm<sub>v</sub> в масле)
  - Температура (°C и °F)
- Совместим с минеральными маслами, натуральными эфирными маслами и синтетическими эфирными маслами
- Отсутствие необходимости брать пробы масла для измерений
- Устанавливается на шаровой клапан с возможностью замены (резьба шарового клапана: внутренняя 1,5" стандарта NPT)
- Низкие затраты на техническое обслуживание за счет высокой стабильности в течение длительного времени
- Выходы
  - Цифровые: Modbus, DNP3 и промышленный протокол Vaisala через RS-485
  - Аналоговые: три канала с масштабируемым токовым выходом
- Светодиодные индикаторы состояния на передней панели
- Встроенная регистрация данных
- Возможность соединения по USB-интерфейсу для сервисных подключений с помощью дополнительного USB-кабеля M8
- Опции дисплея:
  - Дисплей с питанием от контура для непрерывного использования
  - Переносной измеритель MI70 для временного использования

#### Дополнительная информация

- Типы масел (стр. 15)
- Светодиодные индикаторы состояния (стр. 16)
- Регистрация данных (стр. 16)
- Подключение через служебный порт (стр. 40)
- Дисплей с питанием от контура (стр. 30)
- Переносной индикатор MI70 (стр. 75)
- Технические данные (стр. 90)

### 3.2 Элементы продукта и содержимое упаковки





№	детали	
1	=	Корпус электроники. Передняя крышка дополнительно соединена с корпусом с помощью заземляющего провода.
2	=	Погодозащитный козырек
3	=	Винт стравливания давления
4	=	Корпус зонда
5	=	Малая стопорная гайка, используемая для того, чтобы отрегулировать и зафиксировать глубину установки датчика в клапане. Вы можете перемещать стопорную гайку и крепежную гайку вдоль корпуса зонда.
6	=	Крепежная гайка, используемая для крепления датчика в шаровом клапане. Вы можете перемещать стопорную гайку и крепежную гайку вдоль корпуса зонда.
7	=	Датчик водорода
8	=	Датчики влажности и температуры под фильтром
9	=	Товарная этикетка
10	=	Вводы (2 шт.) минимум с одним кабельным сальником (размером M20x1,5) или разъемом кабелепровода. На неиспользуемые вводы ставят заглушку.
Монтажный комплект:		
11	=	Рулон тефлоновой ленты
12	=	Шестигранные ключи (3 мм и 5 мм)
13	=	Дополнительный стравливающий винт и уплотнительное кольцо
14	=	Дополнительные клеммные колодки (4 x 4 винтовые клеммы)

Дополнительная информация • [Размеры \(стр. 95\)](#)



### 3.3 Измеряемые параметры и единицы измерения

Параметр	Аббревиатура	Единицы измерения
<b>Концентрация H<sub>2</sub> в масле</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усредненная за 1 час</li> <li>• Усредненная за 24 часа</li> </ul>	H2	ppm <sub>v</sub>
<b>Скорость изменения концентрации H<sub>2</sub></b>		
В день	Daily ROC (Ежедневная скорость изменения)	ppm <sub>v</sub> /день
В неделю	Weekly ROC (Еженедельная скорость изменения)	ppm <sub>v</sub> /неделю
В месяц	Monthly ROC (Ежемесячная скорость изменения)	ppm <sub>v</sub> /месяц
<b>Влага в масле</b>		
Относительная насыщенность	RS (относительная насыщенность)	%RS
Активность воды	a <sub>w</sub> (=RS/100)	(безразмерная)
Концентрация H <sub>2</sub> O в масле (текущая)	H2O	ppm <sub>w</sub>
Концентрация H <sub>2</sub> O в масле (усредненная за 24 ч)	H2O	ppm <sub>w</sub>
<b>Скорость изменения концентрации H<sub>2</sub>O в масле</b>		
В день	Daily ROC (Ежедневная скорость изменения)	ppm <sub>w</sub> /день
В неделю	Weekly ROC (Еженедельная скорость изменения)	ppm <sub>w</sub> /неделю
В месяц	Monthly ROC (Ежемесячная скорость изменения)	ppm <sub>w</sub> /месяц
<b>Температура</b>		
Температура масла	T	°C или °F

Скорость изменения (ROC) для H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O показывает разницу в ppm между последним усредненным значением за 24 часа и усредненным значением за 24 часа прошедших суток (ежедневная скорость изменения), прошедших 7 дней (еженедельная скорость изменения) или прошедших 30 дней (ежемесячная скорость изменения). Показания скорости изменения обновляются каждые 12 часов.

После запуска или сброса показаний датчика доступны следующие показания скорости изменения:

- Ежедневная скорость изменения: через 2 дня
- Еженедельная скорость изменения: через 8 дней
- Ежемесячная скорость изменения: через 31 день

До того, как показания скорости изменения станут доступны, регистры измерения скорости изменения цифровых выходов содержат значение «NaN (не число)», а для аналоговых выходов скорости изменения задано значение 3.0 мА (= измерение не готово).

## 3.4 Типы масел

Датчик MHT410 совместим со следующими типами масел:

- Минеральные масла
- Натуральные эфирные масла
- Синтетические эфирные масла



**ОСТОРОЖНО!** Никогда не используйте датчик MHT410 с другим типом масла, отличным от того, которое определено для данного устройства заводом-изготовителем. Использование датчика с другим типом масла требует отправки устройства в компанию Vaisala для перенастройки.

Тип масла, параметры которого измеряет датчик MHT410 (минеральные масла, натуральные эфирные масла или синтетические эфирные масла), выбирается при заказе датчика. Инструкции по проверке типа масла, установленного на заводе-изготовителе, см. в разделе [Информация о типе масла в коде заказа \(стр. 15\)](#).

### 3.4.1 Информация о типе масла в коде заказа

Датчик MHT410 был настроен для конкретного типа масла на основании выбора, сделанного при заказе датчика, и не должен использоваться с другими типами масел. Настройка типа масла, установленная на заводе, может быть проверена по первой цифре (1, 2 или 3) кода заказа на товарной этикетке датчика MHT410.

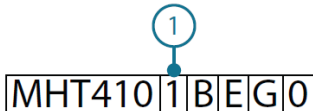


Рисунок 1 Пример кода заказа MHT410 (первая цифра 1 = минеральное масло)

1 Первая цифра кода заказа. Настройку типа масла можно определить по первой цифре: 1, 2 или 3:

- 1 = минеральные масла (показано)
- 2 = натуральные эфирные масла
- 3 = синтетические эфирные масла

### 3.4.2 Специальные коэффициенты для измерения содержания влаги в масле в $\text{ppm}_w$

Датчик MHT410 можно заказать с выводом информации о содержании влаги в  $\text{ppm}_w$  (средняя массовая концентрация воды в масле). Расчетная модель, которую MHT410 использует для измерения в  $\text{ppm}_w$ , основана на усредненной характеристике растворимости воды в трансформаторных маслах (см. [Расчетную модель с усредненными коэффициентами \(стр. 110\)](#)). Если требуется дополнительная точность, вы можете настроить коэффициенты для масла в MHT410 с помощью последовательных команд промышленного протокола Vaisala (см. [Таблицу 40 \(стр. 69\)](#)) или связаться с представителями компании Vaisala для настройки этих коэффициентов.

#### Дополнительная информация

- [Расчет влажности в ppm<sub>w</sub> для трансформаторных масел \(стр. 110\)](#)
- [Прочие команды \(стр. 67\)](#)

## 3.5 Регистрация данных

Датчик автоматически сохраняет показания измерений и другие события в журнале каждые 12 часов (настраиваемый интервал). Журнал может содержать приблизительно 32000 записей.

Регистрируются следующие события:

- Показания концентрации водорода (ppm<sub>v</sub>), усредненные значения за 1 ч или за 24 ч
- Показания концентрации влаги в масле (%RS и ppm<sub>w</sub>) и температуры (°C), мгновенные значения или усредненные значения за 24 ч
- Отключения электроэнергии
- Кратковременные отключения питания, которые не приводят к отключению питания датчика (помечаются как «UPS (Uninterruptible Power Supply)» – источник бесперебойного питания)
- Длительные отключения питания, которые приводят к отключению питания датчика (сначала помечаются как «UPS (ИБП)», а затем как «Reset (Сброс)»)
- Сбросы вручную (помечаются как «Reset (Сброс)»)
- Время безотказной работы и общее время работы
- Случаи превышения аварийного уровня водорода (в качестве опции)

Чтобы просмотреть журнал и изменить настройки регистрации, используйте промышленный протокол Vaisala.



Вы можете сохранить журнал в виде файла из приложения PuTTY, настроив следующие параметры в PuTTY перед началом соединения.

В разделе **Session (Сеанс) > Logging (Регистрация)**:

- **Session logging (Ведение журнала сеансов)**: выберите Printable output (Вывод для печати).
- **Log file name (Имя файла журнала)**: введите имя файла журнала (используйте расширение файла .txt) и укажите путь к месту сохранения.









Чтобы журнал не становился слишком длинным, рассмотрите возможность сохранения и последующей очистки журнала каждые несколько лет.

#### Дополнительная информация

- [Промышленный протокол Vaisala \(стр. 39\)](#)
- [Команды вывода измерений \(стр. 51\)](#)

## 3.6 Светодиодные индикаторы состояния

Когда датчик включен, один из светодиодов всегда горит (устойчиво или мигает). Если ни один из светодиодов не горит, передатчик выключен.

Цвет светодиодов и текст сообщения	Описание
Зеленый, мигает:   Ждите...	Идет подготовка датчика к измерению концентрации $H_2$ после запуска или сброса.
Зеленый, горит устойчиво:   ОК	Датчик выполняет измерения.
Красный, мигает:   Аварийный сигнал	Концентрация $H_2$ выше аварийного предела.
Красный, горит устойчиво:   Ошибка	Датчик находится в состоянии ошибки.

## 4. Установка



Перед установкой датчика:

- Просмотрите контрольный перечень в разделе [Подготовка к установке](#) (стр. 18).
- Внимательно прочитайте это руководство.



**ОСТОРОЖНО!** Убедитесь, что тип масла трансформатора соответствует типу масла, заданному для МНТ410. См. [Информацию о типе масла в коде заказа](#) (стр. 15).



Инструкции по установке в этом разделе такие же, как и в кратком руководстве по МНТ410.

### 4.1 Подготовка к установке

- Выберите место установки на трансформаторе (см. [Рекомендуемые места установки](#) (стр. 19)).



**ОСТОРОЖНО!** Убедитесь, что установочный клапан и резьба соответствуют спецификациям к клапану. Правильно выбранная резьба клапана – **внутренняя 1,5" стандарта NPT**. Не устанавливайте датчик в клапан с другой резьбой. Например, резьба типа R не подходит для установки. Если вы используете другую резьбу, отличную от внутренней 1,5" стандарта NPT, ваше оборудование может быть повреждено, и соединение не будет герметичным. Если вы не уверены, какую резьбу имеет ваш установочный клапан, проверьте резьбу с помощью резьбового калибра на 1,5" стандарта NPT.

- Убедитесь, что тип масла трансформатора соответствует типу масла, заданному для МНТ410 (минеральное масло, натуральное эфирное масло или синтетическое эфирное масло).
- Убедитесь, что у вас есть все необходимые инструменты для установки датчика. Необходимые инструменты перечислены в инструкциях по установке.
- Выберите выходные сигналы: аналоговые и/или цифровые.
- Выберите вариант подключения. Если датчик был заказан вместе с кабелем CBL210392-5M марки Vaisala, кабель будет предварительно подключен к датчику в соответствии с 1 вариантом подключения.

#### Дополнительная информация

- [Электрические схемы](#) (стр. 96)

### 4.1.1 Рекомендуемые места установки

Зонд всегда должен устанавливаться в клапан. Правильно выбранная резьба клапана – **внутренняя 1,5" стандарта NPT**. Не устанавливайте датчик в клапан с другой резьбой. Например, резьба типа R не подходит для установки. Если вы используете другую резьбу, отличную от внутренней 1,5" стандарта NPT, ваше оборудование может быть повреждено, и соединение не будет герметичным.

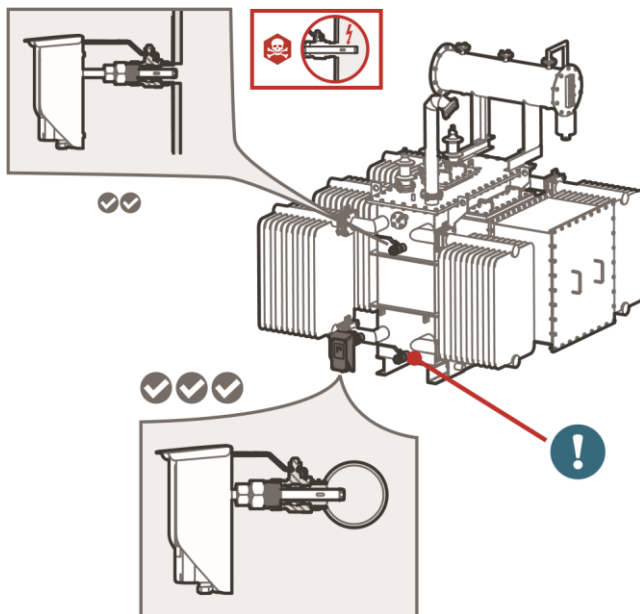





Рисунок 2 Рекомендуемые места установки

Рекомендация	Описание
 <p>Рекомендуется: Прямой участок в выпускной трубе радиатора.</p>	<p>Это лучшее место для установки датчика.</p> <p>Параметры масла измеряются в потоке, что делает пробу масла репрезентативной и мгновенной. Это особенно важно для правильного измерения содержания влаги в масле.</p> <p>По сравнению с впускной трубой радиатора, масло в выпускной трубе охлажденное, что предотвращает ненужный нагрев чувствительных элементов и самого датчика.</p>

Рекомендация	Описание
 <p>Возможный альтернативный вариант:</p> <p>Стенка масляного бака, на достаточной высоте от дна, для того чтобы обеспечить правильное движение масла.</p>	<p>Рекомендуется использовать измерительный клапан. Это стандартный клапан, который предназначен для анализа масла.</p> <p>Время отклика при измерении содержания влаги достаточно приемлемое и зависит от объема масла и места установки датчика.</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">  <p><b>ОПАСНОСТЬ! Высокий риск смерти и повреждения трансформатора:</b></p> <p>Обратите внимание на глубину установки датчика и части, которые могут находиться под напряжением, внутри силового трансформатора, чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током и повреждения оборудования.</p> </div>
 <p>Не рекомендуется:</p> <p>Сливной клапан масляного бака.</p>	<p>Реакция на содержание влаги может быть недостаточной из-за стационарного потока масла. Существует также риск выделения воды (что приводит к неправильным результатам) и риск появления осадка в масле (риск загрязнения датчика и засорения фильтров).</p>

## 4.2 Механический монтаж



**ОСТОРОЖНО!** Перед установкой датчика:

- Убедитесь, что в трансформаторе нет отрицательного давления. При отрицательном давлении, если вы открываете стравливающий винт во время установки, воздух будет поступать в масляный бак трансформатора.
- Не открывайте шаровой клапан на трансформаторе до тех пор, пока в настоящем руководстве не будет дано указание сделать это.
- Убедитесь, что стравливающий винт на крепежной гайке закрыт.



- 2 гаечных ключа (50 мм и 36 мм)
- Шестигранный ключ (3 мм, прилагается)
- Тефлоновая лента (прилагается)
- Перчатки
- Ведро и тряпка

- 1. Снимите защитный колпачок с пакетом сорбента с крепежной гайки. В случае дождя не допускайте попадания воды на фильтр.





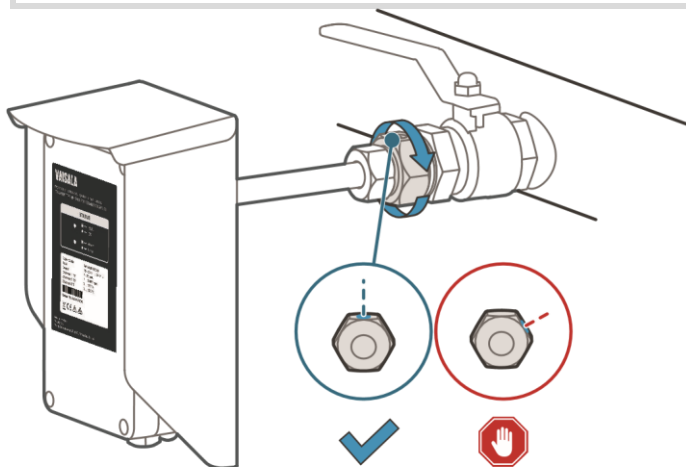


3. Убедитесь, что стравливающий винт закрыт. Закрепите крепежную гайку на шаровом клапане, **затянув ее пальцами**. Оставьте стравливающий винт непосредственно на верхней части гайки.

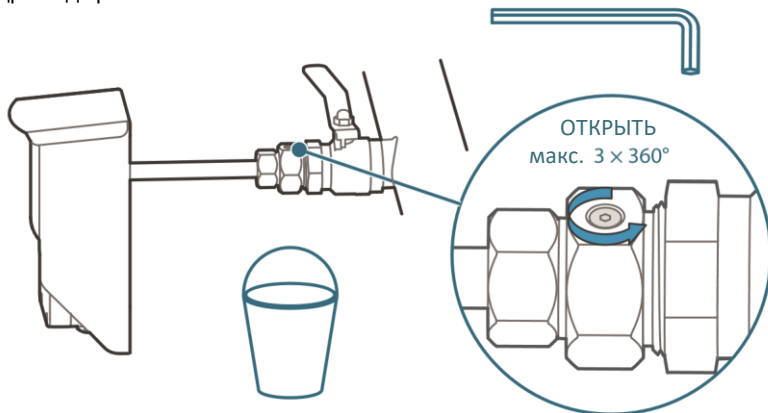
Если вы не можете установить стравливающий винт сверху крепежной гайки, просто затянув ее рукой, вы можете использовать гаечный ключ (50 мм), чтобы повернуть крепежную гайку **максимум на ½ оборота**.



**ОСТОРОЖНО!** Если вам нужно ослабить крепежную гайку после того, как вы закрепили ее на клапане, вы должны снять датчик с клапана, удалить тефлоновую ленту и затем начать заново со **2 шага** с новой тефлоновой лентой.



4. С помощью шестигранного ключа 3 мм ослабьте стравливающий винт. Разместите ведро под крепежной гайкой

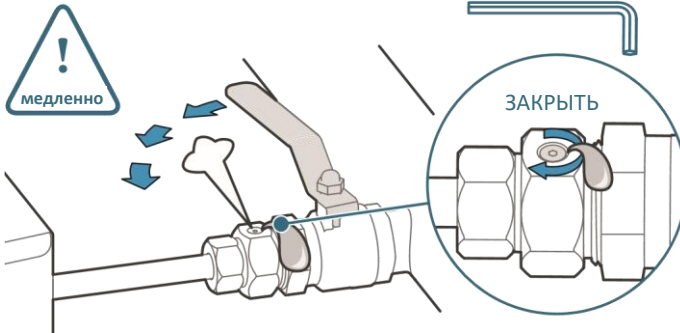


5. Начните открывать клапан очень осторожно, чтобы выпустить воздух через стравливающий винт.



**ОСТОРОЖНО!** Если вы откроете клапан слишком быстро, воздух внутри крепежной гайки, вместо того чтобы выйти наружу, попадет в трансформатор.

Когда потечет масло, закройте стравливающий винт. Очистите поверхность с помощью ткани и полностью откройте шаровый клапан.

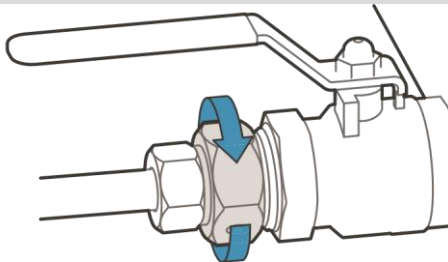


6. Продолжайте затягивать крепежную гайку с помощью гаечного ключа. Будьте очень осторожны, чтобы не перетянуть соединение. Приблизительно 5...8 мм резьбы крепежной гайки остаются снаружи клапана.



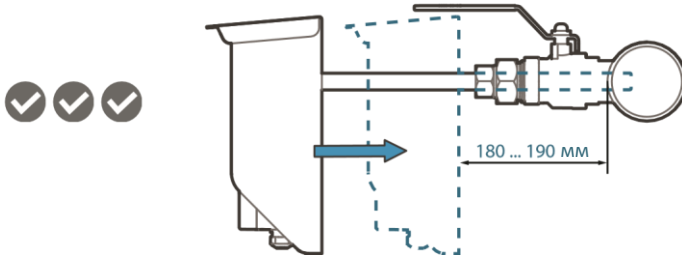
Если после того, как вы затянули крепежную гайку, соединение протекает, проверьте тип резьбы установочного клапана.

- Если резьба клапана **отличается от внутренней резьбы 1,5" стандарта NPT (т. е. не подходит)**, не устанавливайте датчик в этот клапан.
- Если резьба клапана **внутренняя 1,5" стандарта NPT (т. е. подходит для установки)**, закройте клапан, открутите крепежную гайку и снимите датчик, удалите старую тефлоновую ленту и оберните более толстым слоем новой тефлоновой ленты. Затем перейдите к **3 шагу**.

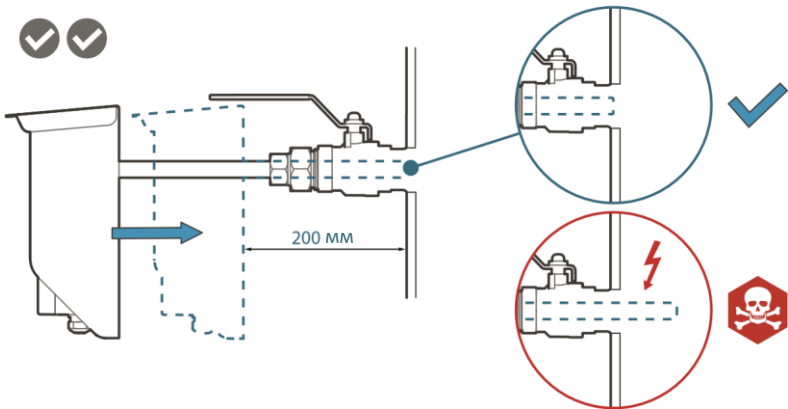


7. Протолкните зонд до нужной глубины. Правильная глубина зависит от того, где расположен установочный клапан: в трубе радиатора или на стенке трансформатора.

- **Клапан в трубе радиатора:** установите зонд так, чтобы задняя часть погодозащитного козырька отстояла на 180 ... 190 мм от поверхности трубы.



- **Клапан на стенке трансформатора:** установите зонд так, чтобы задняя часть погодозащитного козырька отстояла на 200 мм от стенки трансформатора.

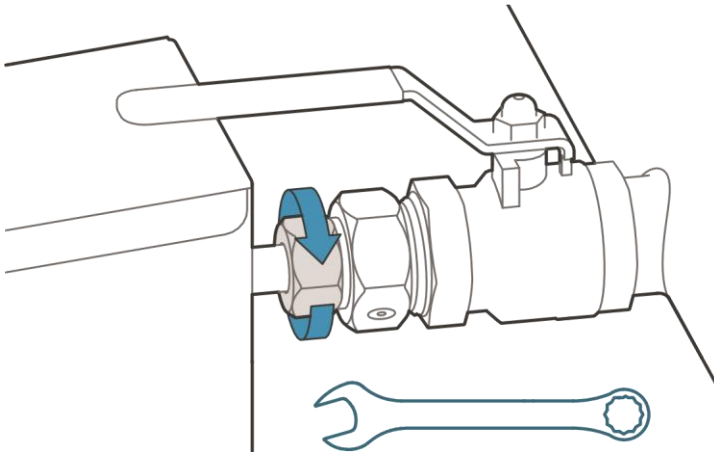


**ОПАСНОСТЬ! Высокий риск смерти и повреждения трансформатора:**

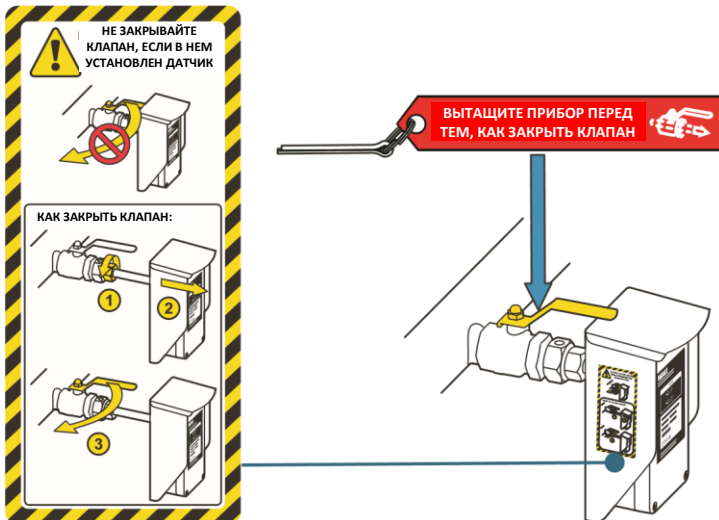
Обратите внимание на глубину установки датчика и детали внутри силового трансформатора, которые могут находиться под напряжением, чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током и повреждения оборудования.

Когда зонд будет располагаться на нужной глубине, поверните датчик на 90 градусов дважды, чтобы удалить все пузырьки воздуха с поверхности датчика.

- Затяните малую стопорную гайку гаечным ключом до тех пор, пока зонд не будет надежно зафиксирован.



- Надавите на наклейку с предупреждением на погодозащитном козырьке МНТ410 или на другое место поблизости и зафиксируйте ручку клапана в открытом положении с помощью предохранительного стопорного штифта.



Дополнительная информация

- Размеры (стр. 95)

## 4.3 Электрический монтаж



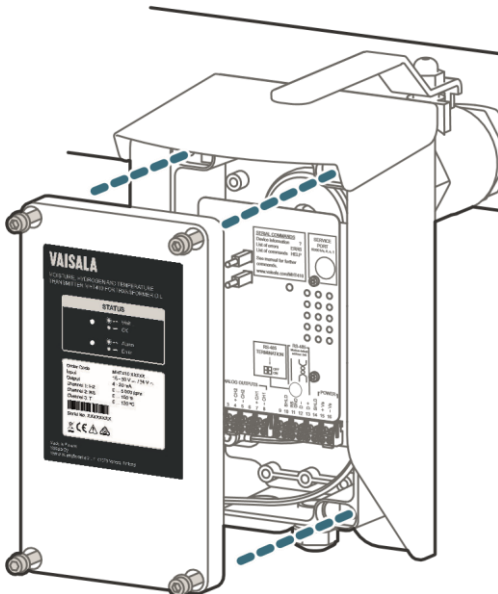
Если датчик был заказан вместе с кабелем CBL210392-5M марки Vaisala, кабель будет предварительно подключен к датчику в соответствии с 1 вариантом подключения.



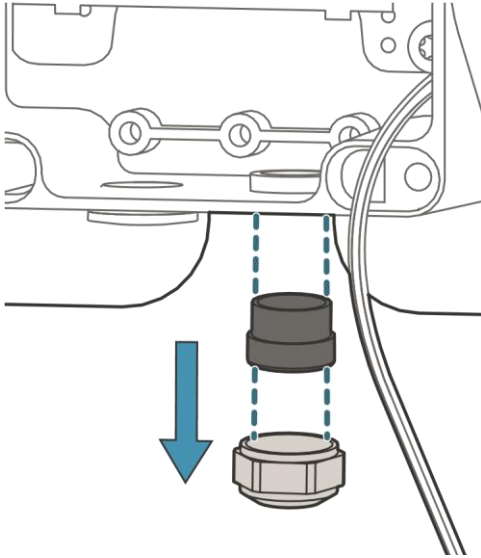
Если кабель не подключен предварительно, вам потребуется:

- Шестигранный ключ (5 мм, прилагается)
- 2 средних ключа (24 мм)
- Плоская отвертка (2,5 мм)
- Кусачки для резки проволоки
- Подходящий кабель. Вы можете заказать следующие кабели в компании Vaisala:
  - 5 м экранированный кабель PUR (код заказа: CBL210392-5MSP)
  - 10 м экранированный кабель PUR (код заказа: CBL210392-10MSP)

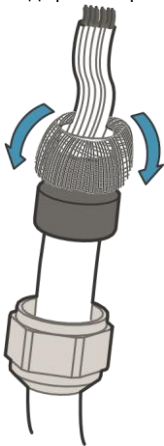
1. Откройте корпус электроники с помощью шестигранного ключа на 5 мм, чтобы получить доступ к винтовым клеммам.



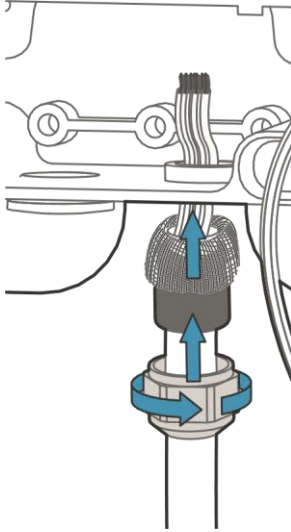
2. Удерживая верхнюю гайку кабельного сальника на месте с помощью гаечного ключа (24 мм), ослабьте герметизирующую гайку сальника другим ключом (24 мм).



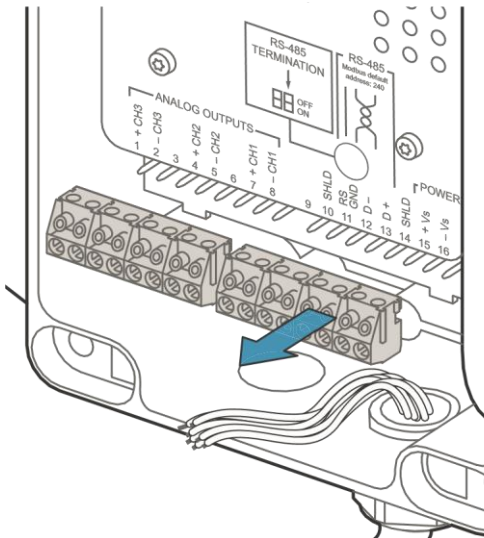
3. Пропустите кабель через герметизирующую гайку и резиновое уплотнение. Отогните экран над кромкой резинового уплотнения.



4. Пропустите кабель через кабельный сальник. Сдвиньте резиновое уплотнение на место с помощью экрана. Отрежьте лишнюю часть экрана. Затяните уплотнительную гайку гаечным ключом (24 мм).



5. Вытащите колодки с винтовыми клеммами (2шт) из монтажной платы.



6. Подсоедините проводку к разъемным винтовым клеммам в соответствии с выбранным вариантом подключения. Обратите внимание, что способ подключения цифрового выхода (RS-485) одинаковый во всех вариантах подключения.



7. Когда вы закончите подключение проводки, вставьте винтовые клеммы обратно и закройте корпус электроники.

#### Дополнительная информация

- [Электрические схемы \(стр. 96\)](#)

## 4.4 Дисплей с питанием от контура

Аналоговые выходы датчика могут быть подключены к внешнему светодиодному дисплею (код заказа 242003), получающему питание от контура. Дисплей представляет собой предварительно сконфигурированный дисплей Nokeval 302, предназначенный для вывода результатов измерений водорода по каналам датчика MHT410 марки Vaisala.

Дисплей также имеет два сигнальных реле для запуска внешнего предупредительного сигнала об уровне водорода и аварийной сигнализации.

Этот дисплей можно настроить для вывода других параметров (влажности/температуры масла). При необходимости вы можете установить до трех дисплеев, каждый из которых будет отображать различные параметры.

Настройки дисплея, заданные по умолчанию, представлены в Технической записке компании Vaisala, находящейся внутри упаковки дисплея. При необходимости настройте функции дисплея и масштабирование в соответствии с инструкциями производителя, поставляемыми вместе с дисплеем. Документация производителя также доступна на сайте <http://www.nokeval.com>.



Рисунок 3 Дисплей с питанием от контура 242003



Сопротивление контура дисплея должно быть включено в расчет сопротивления контура при оценке полного тока контура. Для определения сопротивления контура дисплея обратитесь к документации производителя.

#### Дополнительная информация

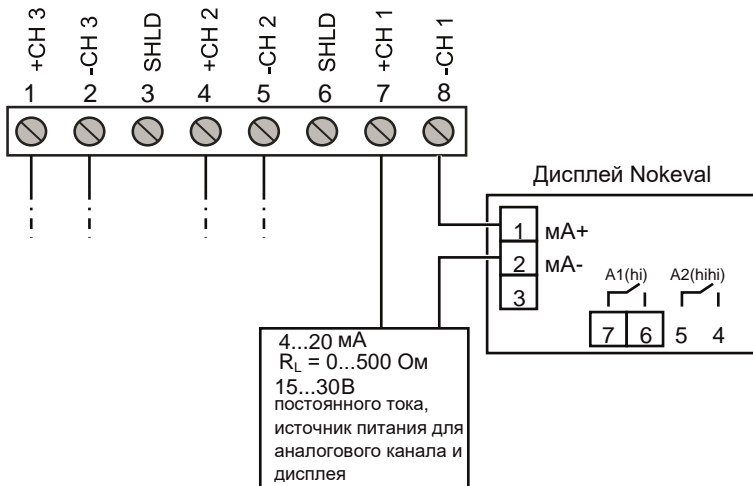
- Подключение дисплея с питанием от контура (стр. 31)

### 4.4.1 Подключение дисплея с питанием от контура



Если один из кабельных вводов на вашем датчике закрыт заглушкой, а вы хотите использовать этот вывод для подключения кабеля дисплея Nokeval, вы можете заказать кабельный сальник в компании Vaisala.

1. Подключите дисплей с питанием от контура к датчику, как показано на следующей электрической схеме. На схеме дисплей подсоединен к аналоговому выходному каналу 1 в соответствии с 1 вариантом подключения.



Все варианты подключения (1, 2, 3 и 4) предполагают один и тот же принцип подключения дисплея:

- Провод от порта 1 дисплея подключается к отрицательному порту выходного аналогового канала датчика (например, к «- CH1»).
- Провод от порта 2 дисплея подключается к той точке, куда подсоединялся бы провод отрицательного порта выходного аналогового канала без дисплея.

#### Дополнительная информация

- [Запасные детали и вспомогательное оборудование \(стр. 94\)](#)
- [Электрические схемы \(стр. 96\)](#)

## 4.5 Контрольный перечень параметров после установки

После установки проверьте следующие показатели, чтобы убедиться, что установка прошла успешно:

- Отсутствуют утечки масла из трансформатора и датчика.  
Если соединение протекает после того, как вы затянули крепежную гайку, вероятно, причина заключается в том, что была неправильно намотана тефлоновая лента или резьба клапана отличается от внутренней резьбы 1,5" NPT.
- Светодиодный индикатор уровня  $H_2$  горит устойчиво зеленым цветом. Обратите внимание, что измерение уровня  $H_2$  может занять до 30 минут после запуска или сброса.
  - Устойчивый **зеленый цвет** указывает на то, что уровень  $H_2$  ниже аварийного предела.
  - Мигание **красным цветом** указывает на то, что уровень  $H_2$  превышает аварийный предел (по умолчанию аварийная сигнализация отключена).
- После начального периода стабилизации (приблизительно 24 ч после включения питания) показания считаются правильными.

## 4.6 Проверка фитингов маслопровода после установки

После первого месяца непрерывного использования все фитинги маслопровода должны быть проверены на герметичность.

После этого рекомендуется проводить ежегодную проверку.

## 4.7 Снятие датчика



Для отключения проводки требуется:

- Шестигранный ключ (5 мм, прилагается)
- 2 средних ключа (24 мм)
- Плоская отвертка (2,5 мм)

Для снятия датчика:

- Большой ключ (50 мм)
- Средний ключ (36 мм)
- Перчатки
- Ведро и тряпка



**ОСТОРОЖНО!** Не пытайтесь закрыть шаровой клапан, когда датчик полностью установлен. Рабочая часть зонда входит через клапан в поток масла, и попытка закрыть клапан повредит корпус зонда и/или клапан.

- ▶ 1. При необходимости отсоедините проводку:
  - a. Откройте переднюю крышку и отсоедините провода от разъемных винтовых клемм.
  - b. Удерживая верхнюю гайку кабельного сальника на месте с помощью гаечного ключа (24 мм), ослабьте герметизирующую гайку сальника другим ключом (24 мм).
  - c. Вытяните кабель из кабельного сальника.
  - d. Установите кабельный сальник на место.
2. Разместите ведро под шаровым клапаном, чтобы собрать все масло, вытекающее из клапана.
3. Ослабьте небольшую стопорную гайку с помощью гаечного ключа.



Чтобы большая крепежная гайка не откручивалась, удерживайте ее на месте с помощью гаечного ключа, когда вы откручиваете меньшую стопорную гайку.

4. Вытяните датчик наружу так, чтобы корпус зонда вышел из шарового клапана.
5. Закройте шаровой клапан.
6. Открутите крепежную гайку с помощью гаечного ключа и вытащите датчик наружу. Используйте ткань для удаления разлитого масла.



Перед закручиванием крепежной гайки с помощью гаечного ключа всегда проверяйте, что стравливающий винт закрыт.

## 4.8 Повторная установка датчика на новом месте

Если вы повторно устанавливаете датчик на новом месте, вы должны инициализировать датчик после повторной установки путем подключения к служебному порту и выдачи команды инициализации, используя промышленный протокол Vaisala.

- ▶ 1. Снимите датчик. См. [Снятие датчика \(стр. 32\)](#).
2. Установите датчик на новом месте, как описано в разделе [Установка \(стр. 18\)](#) и в его подразделах.

3. Подключитесь к датчику через служебный порт и запустите коммуникационное взаимодействие по промышленному протоколу Vaisala.
  - a. Подключитесь к служебному порту ([Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#)).
  - b. При необходимости установите драйвер USB ([Установка драйвера для служебного кабеля USB \(стр. 40\)](#)).
  - c. Подключите кабель USB ([Подключение кабеля USB \(стр. 41\)](#)).
  - d. Настройте параметры приложения терминала ([Настройка параметров приложения терминала \(стр. 41\)](#)).
4. Запустите последовательность инициализации, выполнив команду `h2`. Датчик начнет вывод данных измерений концентрации  $H_2$ .

```
> h2
Start hydrogen measurement module command line operation, quit by pressing
+

15832291.00 33.5719 50.06586 209.87 8413520 8410294 106 0.0 0 28.7938 0
15832292.00 33.5852 50.06617 209.82 8413484 8410254 106 0.0 0 28.7938 0 ...
```

5. Остановите вывод, нажав на клавишу **Esc**:

```
...
15832292.00 33.5852 50.06617 209.82 8413484 8410254 106 0.0 0 28.7938 0
<"Esc key">
H2scan:
```

6. Задайте команду инициализации `is`, и когда вас спросят, очистить ли журнал данных, подтвердите, нажав клавишу `y`.

```
H2scan: is

Clearing old data:
...wait...Erase the Data Log (Y/N)? y
Clearing log

; SSN=B13.21L.10306TN1X, FW=3.85F , MDN=104400-FF02-P1, DF=0xB4B4s, L
TimeSec PcbTemp SnsrTemp HCurrent Res1Adc AdjRes1 H2Res.ppm
H2.ppm H2_DG.ppm OilTemp H2_G.ppm H2_SldAv Messages
```

7. Снова запустите вывод измерений концентрации  $H_2$ , нажав на клавишу `v`.

```
v
15832363.00 31.9850 30.88629 0.00 8087342 8087342 641 - - - - htr_off
wait
15832364.00 31.9565 30.84680 0.00 8086663 8086663 582 - - - - htr_off
wait
...
```

8. Завершите последовательность инициализации, нажав на клавишу **+**.

```
...  
15832364.00 31.9565 30.84680 0.00 8086663 8086663 582 - - - - htr_off  
wait  
<"+ key">  
Quit hydrogen measurement module command line operation
```

9. Закройте приложение терминала PuTTY.
10. Отключитесь от служебного порта и закройте крышку датчика.

## 5. Аналоговый выход

Предусмотрено три аналоговых выходных канала, доступных для измерения концентрации  $H_2$ , влаги в масле и температуры с использованием токовых выходных сигналов 4 ... 20 мА.

Параметр для каждого выхода настраивается на заводе-изготовителе в соответствии с заказом. При необходимости вы можете изменить параметры с помощью команды `ase1` по промышленному протоколу Vaisala.

Таблица 3 Значения на аналоговом выходе при различных состояниях датчика

Состояние датчика	Значение на аналоговом выходе
Нормальное	4 ... 20 мА
Ошибка	3,5 мА (по умолчанию)
Измерение не готово	3,0 мА

Дополнительная информация

- Команды аналогового выхода (стр. 62)

### 5.1 Работа аналогового выхода за пределами диапазона измерений

Если измеренные уровни водорода, влаги и температуры лежат ниже или выше диапазона измерений, аналоговый выходной сигнал срезается на нижнем (4 мА) или верхнем (20 мА) пределе выходного диапазона. Это означает, что аналоговый выход не будет выдавать показания измерений, находящиеся за пределами диапазона измерений.

При необходимости вы можете расширить диапазон измерения аналоговых выходов на 10 % свыше 20 мА, используя команду `aover` промышленного протокола Vaisala. С учетом этого расширения допустимый диапазон аналоговых выходов составляет 4 ... 21,6 мА. Команда `aover` не влияет на масштабирование выходных сигналов.

Также вы можете изменить масштабирование выходных сигналов для каждого канала с помощью команды `ase1` по промышленному протоколу Vaisala.

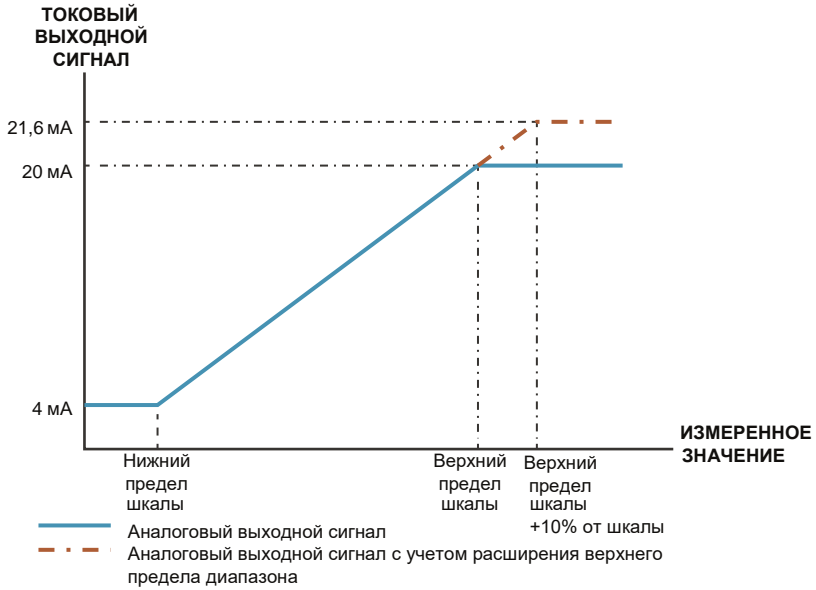


Рисунок 4 Работа аналогового выхода за пределами диапазона измерений

Дополнительная информация

- Команды аналогового выхода (стр. 62)



## 6. Протокол Modbus

### 6.1 Общие сведения о поддержке протокола Modbus

Доступ к датчику МНТ410 может осуществляться с использованием протокола последовательной передачи данных Modbus по линии связи RS-485, подключенной к винтовым клеммам. Поддерживаемый вариант Modbus – это Modbus RTU (последовательный Modbus).

Поддерживаемые функции и регистры протокола Modbus описаны в [Справочной информации по протоколу Modbus \(стр. 104\)](#).

По умолчанию линия RS-485, подключенная к винтовым клеммам, находится в режиме Modbus. Предварительно настроенные по умолчанию параметры программного обеспечения представлены в следующей таблице.

Описание	Значение по умолчанию
Скорость последовательной передачи данных	19200
Контроль четности	Отсутствует
Количество битов данных	8 (только для чтения)
Количество стоповых битов	1
Адрес устройства Modbus	240

Вы можете изменить настройки линии последовательной передачи данных, используя промышленный протокол Vaisala.



Минимальное время между запросами от Modbus составляет 1 секунду.

#### Дополнительная информация

- [Справочная информация по протоколу Modbus \(стр. 104\)](#)
- [Команды линии последовательной передачи данных \(стр. 58\)](#)
- [Промышленный протокол Vaisala \(стр. 39\)](#)

## 7. Промышленный протокол Vaisala

Датчик предусматривает работу по промышленному протоколу Vaisala, который можно использовать для обслуживания и настройки, или для коммуникационного взаимодействия с системой, в которую интегрирован датчик. Данный протокол является протоколом с открытым текстом, который подходит для использования как операторами, так и автоматизированными системами.

Вы можете получить доступ к промышленному протоколу Vaisala двумя способами:

- Для временного подключения к компьютеру используйте служебный порт. См. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#).
- Для постоянного соединения используйте линию RS-485, подключаемую к винтовым клеммам.



По умолчанию линия RS-485, подключенная к винтовым клеммам, находится в режиме Modbus. Чтобы использовать промышленный протокол Vaisala для линии RS-485, вам необходимо сначала изменить режим связи для этой линии:

1. Подключитесь к служебному порту (см. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#)).
2. Измените режим с помощью команды `smode` (см. [Таблицу 28 \(стр. 61\)](#)).



Вы можете использовать промышленный протокол Vaisala для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам, и для служебного порта одновременно. Однако датчик отвечает на команды, передаваемые по линиям, поочередно, что может привести к задержке ответов, если по одной из линий осуществляется ввод команды в то время, когда по другой линии выполняется другая команда.

Таблица 4 Настройки последовательного интерфейса по умолчанию

Характеристика	Описание/значение
Скорость передачи данных в бодах	19200
Контроль четности	Отсутствует
Количество битов данных	8
Количество стоповых битов	1
Управление потоком	Отсутствует

### Дополнительная информация

- [Перечень последовательных команд \(стр. 43\)](#)

## 7.1 Подключение через служебный порт



- Служебный USB-кабель Vaisala (219690)
- Компьютер с:
  - операционной системой Windows
  - свободным портом USB
  - приложением для терминала (например, приложение PuTTY, доступ к которому можно получить на сайте <http://www.vaisala.com/software>)
  - драйвером для устанавливаемого служебного USB-кабеля Vaisala (доступен на установочном носителе, который прилагается к кабелю, и на сайте <http://www.vaisala.com/software>)

Вы можете подключиться к датчику по промышленному протоколу Vaisala с компьютера, используя служебный порт, расположенный под крышкой датчика.

Если вы раньше не использовали USB-кабель Vaisala, установите драйвер, прежде чем пытаться использовать кабель.

### 7.1.1 Установка драйвера для служебного кабеля USB



Драйвер служебного кабеля USB поддерживает только операционные системы Windows®.

- ▶ 1. Подключите служебный кабель USB к USB-порту на вашем компьютере. Windows® обнаружит новое устройство и установит соответствующий драйвер.
2. Откройте папку **Devices and Printers (Устройства и принтеры)** в меню Пуск Windows®. Используйте поиск, чтобы найти ее, если это необходимо (поиск по слову «devices (устройства)»).

## 3. Найдите кабель в списке устройств:

- Если устройство указано как **Vaisala USB Device (USB-устройство Vaisala)** с номером COM-порта в скобках, кабель готов к использованию. **Обратите внимание на номер COM-порта, он вам понадобится позже.**
- Если устройство указано как **Vaisala USB Instrument Cable (Измерительный USB-кабель Vaisala)** без номера COM-порта, вам необходимо установить драйвер вручную.



## 4. Чтобы установить драйвер вручную:

- а. Отсоедините служебный кабель USB от компьютера.
- б. Загрузите драйвер Vaisala USB с сайта <http://www.vaisala.com/software> (выберите соответствующую программу установки драйвера USB-устройства для вашего кабеля).
- в. Запустите программу установки драйвера USB *Vaisala USB Device Driver Setup.exe*. Примите параметры установки, заданные по умолчанию.
- д. Вернитесь к шагу 1 и убедитесь, что установленный драйвер работает должным образом.

### 7.1.2 Подключение кабеля USB

Чтобы подключить служебный кабель USB к служебному порту:

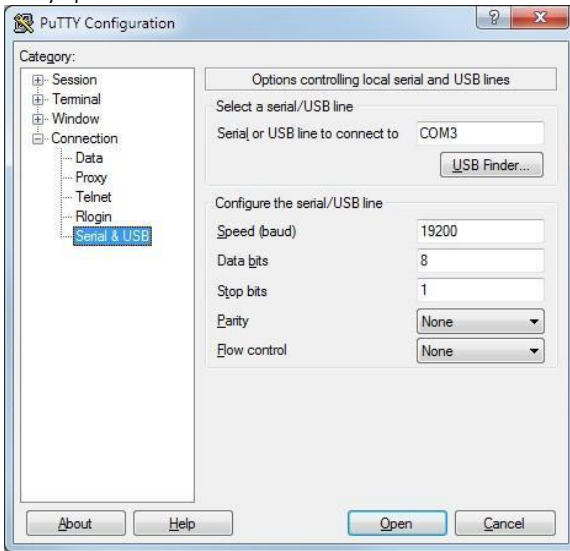
- ▶ 1. Убедитесь, что кабель USB подключен к вашему компьютеру.
2. Открутите винты на крышке датчика и откройте крышку.
3. Подключите служебный кабель USB к разъему служебного порта на датчике.
4. Настройте параметры приложения терминала.

### 7.1.3 Настройка параметров приложения терминала

Ниже описано, как подключиться к датчику с помощью приложения терминала PuTTY для Windows (доступно для загрузки на странице <http://www.vaisala.com/software>) и служебного кабеля USB:

- ▶ 1. Убедитесь, что служебный кабель USB подключен к вашему ПК и служебному порту датчика.

- Запустите приложение PuTTY.
- Выберите **Connection (Соединение) > Serial & USB (Последовательное и USB)** и проверьте, что в поле **Serial or USB line to connect to (Последовательная линия или USB-линия для подключения)** выбран правильный COM-порт. Если вы используете приложение PuTTY для терминала, поставляемое компанией Vaisala, вы можете нажать на кнопку **USB Finder (Поисковая программа для USB)**, чтобы открыть программу поиска USB-устройства Vaisala.



- Проверьте правильность других настроек последовательного соединения и при необходимости измените их.

Таблица 5 Настройки последовательного интерфейса служебного порта

Характеристика	Значение
Скорость передачи данных в бодах	19200
Контроль четности	Отсутствует
Биты данных	8
Стоповые биты	1
Управление потоком	Отсутствует

- Выберите **Terminal (Терминал)**. Используйте следующие настройки:
  - Local Echo (Локальный эхо-сигнал):** Force on (Усилить). Этот параметр обеспечивает отображение вводимого вами текста в окне сеанса.
  - Send line ends with line feeds (CR+LF) (Отправлять концы строк с переходами на новую строку):** Selected (Выбрано). Этот параметр гарантирует, что все текстовые строки будут видимыми в окне сеанса.

6. Нажмите кнопку **Open (Открыть)**, чтобы открыть окно соединения и начать использовать линию последовательной передачи данных.



Если приложение PuTTY не сможет открыть выбранный последовательный порт, вместо этого появится сообщение об ошибке. Если это произойдет, перезапустите приложение PuTTY и проверьте настройки.

## 7.2 Сводная информация по последовательным командам

Обозначение **<cr>** относится к символу управления возвратом каретки, который можно отправить из приложения терминала, нажав на клавишу Enter на клавиатуре. Перед вводом команд отправьте символ **<cr>**, чтобы очистить буфер команд.

Команды можно вводить в верхнем или нижнем регистре. В примерах команд текст, вводимый с клавиатуры пользователем, показан **жирным** шрифтом.

Таблица 6 Последовательные команды

Команда	Описание	Дополнительная информация
<b>Информация об устройстве и его состоянии:</b>		
<b>?</b>	Показать информацию об устройстве.	Таблица 7 (стр. 45)
<b>??</b>	Показать информацию об устройстве (ответ будет получен в режиме опроса).	
<b>alarm</b>	Показать или установить аварийный уровень H <sub>2</sub> .	Таблица 8 (стр. 46)
<b>errlog</b>	Показать записи журнала ошибок.	Таблица 9 (стр. 47)
<b>errs</b>	Показать активные ошибки.	Таблица 10 (стр. 48)
<b>help</b>	Показать список последовательных команд.	Таблица 11 (стр. 49)
<b>system</b>	Показать информацию о микропрограммном обеспечении.	Таблица 12 (стр. 49)
<b>time</b>	Показать время безотказной работы датчика (время с момента последнего сброса).	Таблица 13 (стр. 50)
<b>vers</b>	Показать информацию о версии программного обеспечения.	Таблица 14 (стр. 50)
<b>Последовательный линейный выход и связь:</b>		
<b>addr</b>	Показать или задать адрес устройства, используемого для связи по протоколу Modbus и по промышленному протоколу Vaisala, когда устройство находится в режиме ОПРОСА.	Таблица 23 (стр. 58)

Команда	Описание	Дополнительная информация
<b>close</b>	Завершить соединение с устройством в режиме ОПРОСА. Эта команда не может использоваться через служебный порт.	Таблица 24 (стр. 59)
<b>form</b>	Задать формат вывода сообщений об измерениях.	Таблица 19 (стр. 55)
<b>intv</b>	Задать интервал вывода измерений.	Таблица 15 (стр. 51)
<b>log</b>	Показать записи журнала измерений и настроить параметры ведения журнала.	Таблица 16 (стр. 51)
<b>open</b>	Начать соединение с устройством в режиме ОПРОСА. Эта команда не может использоваться через служебный порт.	Таблица 25 (стр. 59)
<b>r</b>	Запустить непрерывный вывод сообщений об измерениях.	Таблица 17 (стр. 54)
<b>sdelay</b>	Показать или установить задержку передачи по линии последовательной передачи данных.	Таблица 26 (стр. 59)
<b>send</b>	Вывести одно сообщение об измерениях.	Таблица 18 (стр. 54)
<b>seri</b>	Задать настройки линии последовательной передачи данных для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам. По умолчанию установлено 19200 N 8 1. Эта команда не влияет на параметры служебного порта.	Таблица 27 (стр. 60)
<b>smode</b>	Задать режим работы линии последовательной передачи данных для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам. Эта команда не влияет на параметры служебного порта. Служебный порт всегда находится в режиме останова.	Таблица 28 (стр. 61)
<b>unit</b>	Задать метрические (°C) или неметрические (°F) единицы измерения температуры.	Таблица 22 (стр. 58)
<b>Аналоговый выход:</b>		
<b>aerr</b>	Показать или задать уровень ошибки для аналогового выхода.	Таблица 29 (стр. 62)
<b>aover</b>	Включить или отключить расширение диапазона измерения для аналогового выхода на 10 %.	Таблица 30 (стр. 62)
<b>asel</b>	Показать или задать параметры вывода и масштабирования для аналогового выхода.	Таблица 31 (стр. 63)
<b>atest</b>	Проверить аналоговые выходы, получив на них заданное значение.	Таблица 32 (стр. 65)
<b>Калибровка и регулировка:</b>		
<b>cdate</b>	Показать или установить дату регулировки.	Таблица 33 (стр. 66)

Команда	Описание	Дополнительная информация
<code>ctest</code>	Показать или ввести информацию о регулировке.	Таблица 34 (стр. 66)
<code>h2 da</code> <code>h2 db</code>	Начать или продолжить цикл калибровки и регулировки измерений концентрации водорода.	Таблица 35 (стр. 67)
<b>Прочие команды:</b>		
<code>dnp3 addr</code>	Изменить адрес канала передачи данных датчика при взаимодействии по протоколу DNP3.	Таблица 36 (стр. 67)
<code>filt</code>	Показать или установить фильтрацию измерений.	Таблица 37 (стр. 68)
<code>frestore</code>	Восстановить заводские настройки. Очищает все пользовательские настройки, остается заводская калибровка.	Таблица 38 (стр. 68)
<code>oil</code>	Показать или задать специальные коэффициенты для вычисления содержания влаги в масле в ppm.	Таблица 40 (стр. 69)
<code>reset</code>	Перезагрузка устройства.	Таблица 39 (стр. 69)
<code>h2 is</code>	Инициализировать устройство после его повторной установки в новом месте.	Таблица 41 (стр. 69)

## 7.3 Информация об устройстве и команды состояния

Таблица 7 Команда ?

Синтаксис	Описание
<code>?&lt;cr&gt;</code>	Показать листинг с информацией об устройстве.
<code>??&lt;cr&gt;</code>	Показать листинг с информацией об устройстве, когда устройство находится в режиме опроса, и соединение не было начато с помощью команды <b>open</b> (открыть).





Синтаксис	Описание
<b>Пример:</b>	
<pre> ? MHT410 / 0.1.20 Serial number   : L2110001 Batch number    : L1940010 Sensor number   : L102 Sensor model    : Humicap L2 Order code     : MHT410 1CXEO Cal. date      : 20150414 Cal. info      : Vaisala Uptime         : 0000d 04:04:41 Total time     : 0000d 04:04:41 Serial mode    : STOP Baud P D S    : 19200 N 8 1 Output interval : 1 S Serial delay   : 25 Address        : 0 Filter         : 1,000 Ch1 output     : 4 ... 20 mA Ch2 output     : 4 ... 20 mA Ch3 output     : 4 ... 20 mA Ch1 RS lo     : 0.00 % Ch1 RS hi     : 100.00 % Ch2 T lo      : -40.00 'C Ch2 T hi      : 100.00 'C Ch3 H2 lo     : 0.00 ppm Ch3 H2 hi     : 5000.00 ppm </pre>	

Таблица 8 Команда Alarm

Синтаксис	Описание
<b>alarm</b> <cr>	<p>Проверить состояние и уставку (ppm) аварийной сигнализации по уровню концентрации водорода.</p> <p>Аварийная сигнализация срабатывает, когда среднее значение уровня водорода за 1 час превышает уставку.</p>
<b>alarm [on   off]</b> <b>[setpoint]</b> <cr>	<p>Установите состояние аварийной сигнализации по уровню водорода.</p> <p>on = аварийная сигнализация включена.</p> <p>off = аварийная сигнализация отключена.</p> <p>setpoint = уровень водорода, превышение которого приводит к срабатыванию аварийной сигнализации.</p>
<p>Пример (проверка состояния аварийной сигнализации по уровню водорода, сигнализация отключена):</p> <pre> <b>alarm</b> Alarm display : OFF ? Setpoint (ppm) : 300 ? </pre>	

Синтаксис	Описание
<p>Пример (включение сигнализации по уровню водорода и задание предельного значения концентрации водорода для срабатывания аварийной сигнализации равным 200 ppm):</p> <pre>alarm on 200 Alarm display : ON Setpoint (ppm) : 200</pre>	

Таблица 9 Команда Errlog

Синтаксис	Описание
<code>errlog print&lt;cr&gt;</code>	<p>Показать журнал ошибок с максимальным количеством последних записей в журнале равным 25.</p> <p>Журнал ошибок сохраняет информацию о статусе ошибки при каждом изменении состояния.</p> <p> Вы можете сохранить журнал ошибок в виде файла из приложения PuTTY, настроив следующие параметры в приложении PuTTY перед началом соединения:</p> <p>В разделе <b>Session (Сеанс) &gt; Logging (Ведение журнала)</b> окно:</p> <p><b>Session logging (Ведение журнала сеансов):</b> Выберите Printable output (Вывод для печати).</p> <p><b>Log file name (Имя файла журнала):</b> Введите имя файла журнала (используйте расширение .txt) и укажите место, где сохранить файл.</p>
<code>errlog print [n] [i]&lt;cr&gt;</code>	<p>Показать журнал ошибок с выбранным количеством записей.</p> <p><i>n</i> = количество отображаемых записей (максимально 9999).</p> <p><i>i</i> = указывать необязательно: порядковый номер первой отображаемой записи. Если этот параметр не используется, в листинге будет отображаться последнее количество <i>n</i> записей.</p>
<code>errlog save&lt;cr&gt;</code>	<p>Сохранить текущее состояние ошибки для устранения неполадок.</p>
<code>errlog clear&lt;cr&gt;</code>	<p>Удалить все записи из журнала ошибок.</p> <p> Очистка журнала ошибок может впоследствии усложнить устранение неполадок, если возникнет какая-то проблема.</p>

Синтаксис	Описание
<b>Пример (отображение журнала ошибок):</b>	
<pre>errlog print index RecNum Reset Days Time ERRS H2err Y(T) Y(RH) fm_cnt 1 1 1 0 00:00:00 8 0 1.0947 4.7467 0 2 2 2 0 00:37:29 8 0 1.0984 0.5565 6 3 3 2 0 00:37:14 8 0 1.1004 2.4597 0 4 4 2 0 00:38:46 8 0 1.1027 0.5147 7 5 5 2 0 01:10:02 8 0 1.1146 2.5202 0 6 6 2 0 01:15:57 8 0 1.1156 0.5876 6 7 7 3 0 00:36:21 8 0 1.1160 -3.9274 1</pre>	
<b>Пример (отображение последних 5 записей):</b>	
<pre>errlog print 5 index RecNum Reset Days Time ERRS H2err Y(T) Y(RH) fm_cnt 27 27 19 0 04:59:27 8 0 1.1160 -3.9274 1 28 28 19 0 05:11:40 0 0 1.1167 0.5479 6 29 29 19 0 05:18:53 8 0 0.7497 0.3019 6 30 30 19 0 05:21:12 0 0 0.2000 -0.1030 6 31 31 19 0 05:22:36 8 0 1.1187 0.5538 7</pre>	
<b>Пример (сохранение текущего состояния ошибки):</b>	
<pre>errlog save New value stored.</pre>	
<b>Пример (удаление всех записей из журнала ошибок):</b>	
<pre>errlog clear Erase all Error Log data? (Y/N) y Erasing... Error Log cleared.</pre>	

Таблица 10 Команда Errs

Синтаксис	Описание
<b>errsc&lt;cr&gt;</b>	Показать текущие активные ошибки. Возможные ошибки и способы их устранения приведены в <a href="#">таблице 44 (стр. 87)</a> .

Синтаксис	Описание
Пример (нет активных ошибок):	
<pre>errs No errors</pre>	
Пример (есть активная ошибка):	
<pre>errs 0008 Ошибка связи с модулем H2 H2scan message: wait</pre>	

Таблица 11 Команда Help

Синтаксис	Описание
<b>help</b> <cr>	Показать список доступных команд.
Пример:	
<pre>help Stop mode commands: ADDR  AERR  ALARM  AOVER  ASEL  ATEST  CDATE  CLOSE СТЕХТ  DNP3  ERRLOG  ERRS  FILT  FORM  FRESTORE  H2 HELP  INTV  LOG     R      RESET  SDELAY  SEND    SERI SMODE  SYSTEM  TIME    UNIT  VERS  ?  Poll mode commands: OPEN  SEND  ??</pre>	

Таблица 12 Команда System

Синтаксис	Описание
<b>system</b> <cr>	Показать информацию о микропрограммном обеспечении.
Пример:	
<pre>system Device Name : MHT410 Copyright   : Copyright (c) Vaisala Oyj 2015. All rights reserved. SW Name     : MHP410 SW date     : 2015-05-05 SW version  : 1.0.0 OS version  : TSF 1.0</pre>	

Таблица 13 Команда Time

Синтаксис	Описание
<b>time [mode]&lt;cr&gt;</b>	<p>Показать время безотказной работы датчика (время с момента последнего сброса). Выходной сигнал по умолчанию имеет формат чч:мм:сс.</p> <p><b>mode (режим)</b> = альтернативный вариант выходного сигнала (в качестве опции)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 = включить дни (дддд чч:мм:сс)</li> <li>• 2 = включить десятичные доли секунд (чч: мм:сс.ссс)</li> <li>• 3 = включить дни и десятичные доли секунд</li> <li>• 4 = включить общее время работы</li> </ul>
Пример (отображение времени безотказной работы датчика в формате чч:мм:сс):	
<pre><b>time</b> Uptime   : 0:50:04</pre>	
Пример (отображение времени безотказной работы датчика с указанием дней):	
<pre><b>time 1</b> Uptime   : 2d 1:50:39</pre>	

Таблица 14 Команда Vers

Синтаксис	Описание
<b>vers&lt;cr&gt;</b>	Показать версию программного обеспечения.
Пример:	
<pre><b>vers</b> MHT410 / 1.0.0</pre>	


## 7.4 Последовательный линейный выход и команды связи

### 7.4.1 Команды вывода измерений

Таблица 15 Команда Intv

Синтаксис	Описание
<code>intv&lt;cr&gt;</code>	Показать интервал вывода автоматически повторяющихся сообщений об измерениях (команда <code>r</code> и рабочий режим). Эта команда не влияет на работу аналогового выхода.
<code>intv [iii uuu]&lt;cr&gt;</code>	Задать интервал вывода. <code>iii</code> = интервал, диапазон 1 ... 255 <code>uuu</code> = единицы измерения для заданного значения интервала: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <code>s</code> = секунды</li> <li>• <code>min</code> = минуты</li> <li>• <code>h</code> = часы</li> </ul>
Пример (задание интервала вывода равным 1 секунде):	
<pre>intv 1 s Output interval: 1 S</pre>	

Таблица 16 Команда Log

Синтаксис	Описание
<code>log print&lt;cr&gt;</code>	Показать журнал измерений с максимальным количеством последних записей в журнале равным 100. <div style="background-color: #f0f0f0; padding: 10px; margin-top: 10px;">  <p>Вы можете сохранить журнал в виде файла из терминала PuTTY, настроив следующие параметры в терминале PuTTY перед началом соединения:</p> <p>В разделе <b>Session (Сеанс) &gt; Logging (Ведение журнала)</b> окно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Session logging (Ведение журнала сеансов):</b> Выберите Printable output (Вывод для печати).</li> <li>• <b>Log file name (Имя файла журнала):</b> Введите имя файла журнала (используйте расширение .txt) и укажите место, где сохранить файл.</li> </ul> <p>Чтобы журнал не становился слишком длинным, рассмотрите возможность сохранения и последующей очистки журнала каждые несколько лет.</p> </div>

Синтаксис	Описание
<code>log print [n] [i]&lt;cr&gt;</code>	Показать журнал измерений с выбранным количеством записей. <b>n</b> = количество отображаемых записей (максимально 32767). <b>i</b> = указывать необязательно: порядковый номер первой отображаемой записи. Если этот параметр не используется, в листинге будет отображаться последнее количество <b>n</b> записей.
<code>log alarm [on off]&lt;cr&gt;</code>	Включить или отключить сохранение той части журнала, где концентрация H <sub>2</sub> (усредненная за 1 час) превышает аварийный уровень. Регистрация продолжается с периодичностью один раз в час до тех пор, пока уровень H <sub>2</sub> не опустится ниже аварийного предела или пока не будет отключена аварийная регистрация. Записи журнала содержат дополнительный тег H2alarm. Вы можете задать аварийный уровень H <sub>2</sub> с помощью команды <b>alarm</b> (см. <a href="#">таблицу 8 (стр. 46)</a> ).
<code>log filt [on off]&lt;cr&gt;</code>	Включить или отключить фильтрацию измеренных значений в журнале. <b>on</b> = для каждого параметра сохраняется среднее значение за 24 часа. Записи журнала содержат дополнительный тег F. <b>off</b> = для H <sub>2</sub> сохраняется среднее значение за 1 час. Для относительной насыщенности влагой (RS) и температуры (T) сохраняются мгновенные значения.
<code>log save&lt;cr&gt;</code>	Сохранить текущие значения измерений в журнале. Записи журнала содержат дополнительный тег Tst.
<code>log clear&lt;cr&gt;</code>	Удалить все записи из журнала измерений.
<code>log intv [interval]&lt;cr&gt;</code>	Задать интервал регистрации в минутах (диапазон: 15 ... 1440). По умолчанию интервал составляет 720 минут (12 часов).

Пример (отображение до 100 последних записей в журнале):

```
log print
index Reset Days Uptime Total Time RS(%) H2O(ppm) Temp('C) H2(ppm) Flags
1 2 0 00:08:23 0 00:17 10.000 13.900 45.406 18.0 N Tst
2 2 0 00:13:02 0 00:22 10.000 13.900 45.467 18.0 N Tst
3 5 0 00:37:17 0 00:59 10.000 13.900 45.303 18.0 N Tst
4 5 0 00:52:54 0 01:14 10.000 13.900 45.278 18.0 N Tst
5 7 0 12:00:43 0 13:14 10.000 13.900 45.887 18.0 N
6 11 0 00:04:31 0 13:18 10.000 13.900 45.495 18.0 N
7 11 0 00:12:08 0 13:26 10.000 12.900 45.716 18.1 N
8 12 0 00:03:15 0 13:29 10.000 13.900 45.531 18.2 N
```

Пример (отображение последних 5 записей):

```
log print 5
index Reset Days Uptime Total Time RS(%) H2O(ppm) Temp('C) H2(ppm) Flags
4 5 0 00:52:05 0 01:14 10.000 13.900 45.278 18.0 N Tst
5 7 0 12:00:24 0 13:14 10.000 13.900 45.887 18.0 N
6 11 0 00:04:41 0 13:18 10.000 13.900 45.495 18.0 N
7 11 0 00:12:16 0 13:26 10.000 12.900 45.716 18.1 N
8 12 0 00:03:43 0 13:29 10.000 13.900 45.531 18.2 N
```

Синтаксис	Описание
<b>Пример (отображение 5 записей, начиная с 3-й записи):</b>	
<pre>log print 5 3 index Reset Days Uptime Total Time RS (%) H2O (ppm) Temp (°C) H2 (ppm) Flags 3 3 5 0 00:37:23 0 00:59 10.000 13.900 45.303 18.0 N Tst 4 5 0 00:52:31 0 01:14 10.000 13.900 45.278 18.0 N Tst 5 7 0 12:00:12 0 13:14 10.000 13.900 45.887 18.0 N 6 11 0 00:04:57 0 13:18 10.000 13.900 45.495 18.0 N 7 11 0 00:12:48 0 13:26 10.000 12.900 45.716 18.1 N</pre>	
<b>Пример (включение функции сохранения той части журнала, где наблюдается превышение аварийного уровня H<sub>2</sub>):</b>	
<pre>log alarm on Alarm loggings: OFF -&gt; ON</pre>	
<b>Пример (отключение фильтрации измеренных значений в журнале):</b>	
<pre>log filt off 24h rolling average filter: ON -&gt; OFF</pre>	
<b>Данные, содержащиеся в столбцах журнала измерений</b>	
Столбец	Описание
index	Номер записи журнала (от 1 до 32767)
Reset	Отсчет сбросов
Days	Количество дней с момента последнего сброса (время безотказной работы)
Uptime	Часы, минуты и секунды безотказной работы
Total Time	Общее время работы (дни, часы, минуты)
RS (%)	Относительная насыщенность H <sub>2</sub> O в масле
H <sub>2</sub> O (ppm)	Концентрация H <sub>2</sub> O, абсолютная (ppm по массе)
Temp (°C)	Температура масла
H <sub>2</sub> (ppm)	Концентрация водорода в масле (ppm в объеме)
Flags	См. описание флагов ниже.
<b>Указатели типа записи в журнале в столбце Flags (Флаги)</b>	
ID	Описание
N	Часть журнала, сохраняемая каждые 12 часов (или с выбранной периодичностью)
H2alarm	Значение уровня H <sub>2</sub> (усредненное за 1 час) превысило аварийный предел



Синтаксис	Описание
RESET	Произошло включение питания или сброс. В записи журнала RESET в столбце H2 (ppm) указана причина сброса, а в столбцах измерений вместо информации об измерениях отображается прочерк (-.-.-).
UPS	Обнаружено отключение питания, работает ИБП
Tst	Элемент журнала был сохранен с помощью команды <b>log save</b> .
F	При сохранении записи журнала был включен фильтр
*ERR*	При сохранении записи журнала возникла ошибка
**CRC ERR**	Ошибка контрольной суммы в записи журнала

Таблица 17 Команда R

Синтаксис	Описание
<b>r&lt;cr&gt;</b>	Начать непрерывный вывод значений измерений в виде текстовой строки ASCII в последовательную строку.  Датчик продолжает выводить сообщения об измерениях с интервалом, заданным с помощью команды <b>intv</b> , пока он не будет остановлен командой <b>s</b> .
Пример:	
<b>r</b>	
T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm	
T= 45.0 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm	
T= 45.0 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm	
T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm	
T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm	
T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm	
T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm	
T= 45.2 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm	
...	

Таблица 18 Команда Send

Синтаксис	Описание
<b>send&lt;cr&gt;</b>	Вывести одно сообщение об измерениях. При выводе используется формат, заданный с помощью команды <b>form</b> .
<b>send [yyy] &lt;cr&gt;</b>	Вывести одно сообщение об измерениях, когда датчик находится в режиме опроса, и соединение не было начато с помощью команды <b>open</b> ( <b>открыть</b> ).  <b>yyy</b> = адрес датчика в диапазоне 0 ... 255. Адрес задают с помощью команды <b>addr</b> .

Синтаксис	Описание
<b>send ROC&lt;cr&gt;</b>	Выводить показания скорости изменения для H <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O (ежедневная, еженедельная и ежемесячная скорость изменения (ROC) для каждого параметра).
<b>send a&lt;cr&gt;</b>	Вывести одно сообщение об измерениях, содержащее следующие параметры: <ul style="list-style-type: none"> <li>• T (температура)</li> <li>• RS (относительная насыщенность)</li> <li>• aw (активность воды)</li> <li>• H<sub>2</sub>O</li> <li>• H<sub>2</sub></li> </ul>
Пример (датчик в режиме останова, адрес не требуется):	
<pre>send T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm</pre>	
Пример (датчик в режиме опроса с адресом 10):	
<pre>send 10 T= 45.1 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 17 ppm</pre>	
Пример (датчик в режиме останова, вывод показаний скорость изменения):	
<pre>&gt; send roc ROCs: 61 H2: 0.7 1.6 3.7 H2O: -0.362 1.262 2.458 &gt;</pre>	

## 7.4.2 Команды, определяющие формат вывода измерений

Таблица 19 Команда Form

Синтаксис	Описание
<b>form&lt;cr&gt;</b>	Показать текущий формат измерений.
<b>form /&lt;cr&gt;</b>	Сброс формата измерений на установленный по умолчанию.
<b>form [sss]&lt;cr&gt;</b>	Задать новый формат измерений. <b>sss</b> = строка, состоящая из модификаторов и сокращений измеряемых параметров. См. <a href="#">таблицу 20 (стр. 56)</a> и <a href="#">таблицу 21 (стр. 57)</a> . Максимальная длина 150 символов. Максимальная длина может быть короче, когда используются текстовые строки.

Синтаксис	Описание
Пример (отображение текущего формата измерений, здесь показан формат, заданный по умолчанию):	<pre>form 3.1 "T=" t " " U3 3.1 "RS=" rs " " U4 6.1 "H2O=" h2o " " U5 4.3 "aw=" aw " " 6.0 "H2=" h2 " " U5 \r \n</pre>
Пример вывода (непрерывный вывод в РАБОЧЕМ режиме):	<pre>T= 45.0 °C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm</pre>
Пример (изменения порядка вывода таким образом, чтобы сначала отображать H <sub>2</sub> , с контрольной суммой модуля 65536 в конце):	<pre>form 6.0 "H2=" h2 " " U5 3.1 "T=" t " " U3 3.1 "RS=" rs " " U4 6.1 "H2O=" h2o " " U5 4.3 "aw=" aw " " cs4 #r #n OK</pre>
Пример вывода (непрерывный вывод в РАБОЧЕМ режиме):	<pre>H2= 18 ppm T= 45.0 °C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.1 0E22</pre>
Пример (отображение H <sub>2</sub> O в ppm <sub>w</sub> без десятичных знаков с помощью символов ASCII, обозначающих <b>начало текста</b> (символ ASCII 002) и <b>конец текста</b> (символ ASCII 003), без перевода строки и возврата каретки в конце):	<pre>form #002 6.0 "H2=" h2 " " U5 3.1 "T=" t " " U3 3.1 "RS=" rs " " U4 6.0 "H2O=" h2o " " U5 4.3 "aw=" aw " " #003 OK</pre>
Пример вывода (непрерывный вывод в РАБОЧЕМ режиме):	<pre>H2= 18 ppm T= 45.0 °C RS= 10.0 % H2O= 14 ppm aw= 0.100</pre>

Таблица 20 Параметры вывода для команды Form

Измеряемый параметр	Аббревиатура в команде Form
Относительная насыщенность масла водой, %RS	<b>rs</b>
Активность воды в масле, aw (диапазон 0,0 ... 1,0)	<b>aw</b>
Содержание воды в масле, ppm <sub>w</sub>	<b>h2o</b>
Содержание воды в масле, ppm <sub>w</sub> . Среднее значение за 24 часа.	<b>h2oa</b>
Ежедневная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> O, ppm <sub>w</sub> .	<b>h2od</b>
Еженедельная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> O, ppm <sub>w</sub> .	<b>h2ow</b>
Ежемесячная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> O, ppm <sub>w</sub> .	<b>h2om</b>

Измеряемый параметр	Аббревиатура в команде Form
Содержание водорода в масле, ppm <sub>v</sub> . Среднее значение за 1 час.	<b>h2</b>
Содержание водорода в масле, ppm <sub>v</sub> . Среднее значение за 24 ч.	<b>h2a</b>
Ежедневная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> , ppm <sub>v</sub> .	<b>h2d</b>
Еженедельная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> , ppm <sub>v</sub> .	<b>h2w</b>
Ежемесячная скорость изменения содержания H <sub>2</sub> , ppm <sub>v</sub> .	<b>h2m</b>
Температура масла, °C или °F	<b>t (температура)</b>

Таблица 21 Модификаторы для команды Form

Модификатор	Описание
<b>x.y</b>	Модификатор длины (количество цифр и десятичных знаков).
<b>#t</b>	Табулятор.
<b>#r</b>	Возврат каретки.
<b>#n</b>	Перевод строки.
<b>" "</b>	Строковая константа, длина 1 ... 15 символов.
<b>#xxx</b>	Кодовое значение ASCII (десятичное) специального символа; например, #027 для ESC.
<b>addr</b>	Адрес датчика (0 ... 254).
<b>data</b>	Время безотказной работы в днях.
<b>err</b>	Код ошибки с кодировкой ASCII в шестнадцатеричной системе счисления.
<b>sn</b>	Серийный номер датчика.
<b>time</b>	Время безотказной работы (чч:мм:сс).
<b>ux</b>	Наименование единиц измерения с использованием <b>x</b> символов (1 ... 9). Например, u3 показывает наименование единиц измерения с тремя символами.
<b>cs2</b>	Контрольная сумма последнего отправленного сообщения по модулю 256 с кодировкой ASCII в шестнадцатеричной системе счисления.
<b>cs4</b>	Контрольная сумма последнего отправленного сообщения по модулю 65536 с кодировкой ASCII в шестнадцатеричной системе счисления.
<b>csx</b>	Контрольная сумма последнего отправленного сообщения по методу XOR (сложение по модулю 2) согласно протоколу NMEA с кодировкой ASCII в шестнадцатеричной системе счисления.




Вы также можете использовать символ обратной косой черты \ вместо хеш-символа #.

Таблица 22 Команда Unit

Синтаксис	Описание
<b>unit&lt;cr&gt;</b>	Показать текущую систему единиц измерения температуры (метрическая °C или неметрическая °F).
<b>unit [m n]&lt;cr&gt;</b>	Изменить единицы измерения температуры. <b>m</b> = метрические единицы измерения, °C <b>n</b> = неметрические единицы измерения, °F
Пример (отображение текущих единиц измерения и проверка выхода):	
<pre>unit Units : Metric send T= 45.0 'C RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm</pre>	
Пример (изменение единиц измерения температуры с °C на °F и проверка выхода):	
<pre>unit n Units : Non metric send T=113.0 'F RS= 10.0 % H2O= 13.9 ppm aw= 0.100 H2= 18 ppm</pre>	

### 7.4.3 Команды последовательной линии передачи данных

Таблица 23 Команда Addr

Синтаксис	Описание
<b>addr&lt;cr&gt;</b>	Показать текущий адрес устройства и запросить новый адрес. Этот адрес устройства используется при передаче данных по протоколу Modbus и по промышленному протоколу Vaisala в режиме ОПРОСА.   Адрес канала передачи данных датчика для связи по протоколу DNP3 настраивается с помощью команды <b>dnp addr3</b> , см. <a href="#">таблицу 36 (стр. 67)</a> .
<b>addr [aaa]&lt;cr&gt;</b>	Задать новый адрес устройства. <b>aaa</b> = адрес, 0 ... 255

Синтаксис	Описание
Пример (отображение текущего адреса 0, ввод 5 в качестве нового адреса):	
<pre>addr Address      : 0  ?  5</pre>	

Таблица 24 Команда Close

Синтаксис	Описание
<b>close&lt;cr&gt;</b>	Закройте соединение, которое было открыто с помощью команды <b>open</b> ( <b>открыть</b> ). Эта команда не может использоваться через служебный порт.
Пример:	
<pre>close line closed</pre>	

Таблица 25 Команда Open

Синтаксис	Описание
<b>open [aaa]</b>	Подключиться к датчику, который находится в режиме опроса. <b>aaa</b> = адрес датчика, 0 ... 255 Если вы не знаете адрес датчика, используйте команду ?? для просмотра информации о датчике. Эта команда не может использоваться через служебный порт.
Пример (интересующий датчик находится в режиме опроса с адресом 3):	
<pre>open 5 МНТ410 5 line opened for operator commands</pre>	

Таблица 26 Команда Sdelay

Синтаксис	Описание
<b>sdelay&lt;cr&gt;</b>	Показать задержку передачи по линии последовательной передачи данных.
<b>sdelay [delay]&lt;cr&gt;</b>	Задать новую задержку по линии последовательной передачи. <b>delay</b> = 0 ... 255. Значение соответствует четырем миллисекундам (например, 5 = 0,020 секунды задержки передачи) Обратите внимание, что установка слишком короткой задержки может привести к отсутствию символов в начале передачи (требования зависят от варианта использования).

Синтаксис	Описание
Пример (задание последовательной задержки на 0,1 секунды, используя значение задержки 25):	
<pre>sdelay 25 Serial delay :      25</pre>	

Таблица 27 Команда Seri

Синтаксис	Описание
<b>seri&lt;cr&gt;</b>	Показать текущие настройки линии последовательной передачи данных для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам.  Эта команда не влияет на параметры служебного порта.
<b>seri [p b d s] &lt;cr&gt;</b>	Задать новые настройки линии последовательной передачи данных. Новые настройки будут приняты к использованию при сбросе или включении питания датчика.  <b>b</b> = скорость передачи данных в бодах (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600) <b>p</b> = контроль четности <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>n</b> = отсутствует</li> <li>• <b>e</b> = четность</li> <li>• <b>o</b> = нечетность</li> </ul> <b>d</b> = биты данных (7 или 8) <b>s</b> = стоповые биты (1 или 2)  Для Modbus скорость передачи данных должна быть 9600 ... 57600, и контроля четности быть не должно.
Пример (отображение текущих настроек):	
<pre>seri Baud P D S : 19200 N 8 1</pre>	
Пример (задание скорости передачи данных равной 9600 и сброс параметров датчика, чтобы использовать новую скорость передачи данных):	
<pre>seri 9600 N 8 1 Baud P D S : 9600 N 8 1 reset MHT410 / 1.2.0</pre>	

Таблица 28 Команда Smode

Синтаксис	Описание
<b>smode&lt;cr&gt;</b>	<p>Показать текущий режим работы при запуске для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам, и запросить переход в новый режим.</p> <p>Эта команда не влияет на параметры служебного порта. Служебный порт всегда находится в режиме <b>stop (останов)</b>.</p>
<b>smode [mode]&lt;cr&gt;</b>	<p>Задать режим работы последовательной линии при запуске для линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам. Новый режим будет принят к использованию при сбросе или включении питания датчика.</p> <p>Эта команда не влияет на параметры служебного порта. Служебный порт всегда находится в режиме <b>stop (останов)</b>.</p> <p>Доступные режимы:</p> <p><b>modbus</b> = режим, установленный по умолчанию. Протокол Modbus используется для передачи данных по линии RS-485, подключенной к винтовым клеммам, включая вывод измерений. См. <a href="#">Общие сведения о поддержке протокола Modbus (стр. 38)</a>.</p> <p><b>dnp3</b> = протокол DNP3. См. <a href="#">Протокол DNP3 (стр. 70)</a>.</p> <p><b>stop</b> = промышленный протокол Vaisala: нет автоматического вывода. Доступны все команды.</p> <p><b>run</b> = промышленный протокол Vaisala: автоматический вывод сообщений об измерениях. Вы можете остановить вывод с помощью команды <b>s</b> и продолжить с помощью команды <b>r</b>.</p> <p><b>poll</b> = промышленный протокол Vaisala: нет автоматического вывода. Ответит на адресную команду <b>send [aaa]</b> и команду <b>??</b>. Вы можете использовать другие команды после начала соединения с помощью адресной команды <b>open [aaa]</b>. Используйте режим <b>опроса</b> для шин RS-485, где несколько датчиков могут использовать одну и ту же линию.</p>
<p>Пример (проверка текущего последовательного режима работы (по умолчанию используется режим Modbus)):</p> <pre>smode Serial mode : MODBUS</pre>	
<p>Пример (установка режима опроса в качестве последовательного режима работы и сброс параметров датчика для запуска в этом режиме):</p> <pre>smode poll Serial mode : POLL reset MHT410 / 1.2.0</pre>	



## 7.5 Команды аналогового выхода

Таблица 29 Команда Aerr

Синтаксис	Описание
<b>aerr&lt;cr&gt;</b>	Показать уровни ошибок для аналоговых выходов по каждому каналу и запросить ввод нового значения.
<b>aerr [ch1 ch2 ch3]&lt;cr&gt;</b>	Установите новые уровни ошибок для аналоговых выходов. <b>ch1</b> = уровень ошибки аналогового выхода для канала 1. <b>ch2</b> = уровень ошибки аналогового выхода для канала 2. <b>ch3</b> = уровень ошибки аналогового выхода для канала 3.  При установке новых уровней ошибок убедитесь, что они находятся за пределами выходного диапазона измерений 4 ... 20 мА (или 4,0 ... 21,6 мА, если выдана команда на расширение диапазона измерений <b>aover</b> , см. таблицу 30 (стр. 62)).
Пример (отображение текущих уровней ошибок, здесь показаны уровни, заданные по умолчанию):	
<pre>aerr Ch1 error out : 3.500 mA ? Ch2 error out : 3.500 mA ? Ch3 error out : 3.500 mA ?</pre>	
Пример (установка уровня ошибки равным 21 мА на всех каналах):	
<pre>aerr 21 21 21 Ch1 error out : 21.000 mA Ch2 error out : 21.000 mA Ch3 error out : 21.000 mA</pre>	

Таблица 30 Команда Aover

Синтаксис	Описание
<b>aover&lt;cr&gt;</b>	Проверить, увеличен ли верхний предел измерения для аналоговых выходов на 10 процентов от диапазона измерений (с 20 мА до 21,6 мА).
<b>aover [off on]&lt;cr&gt;</b>	Включить или отключить расширение диапазона измерений аналогового выхода. <b>off</b> = диапазон аналоговых выходов составляет 4 ... 20 мА. <b>on</b> = диапазон аналоговых выходов составляет 4 ... 21,6 мА. На масштабирование выходных данных это не влияет.

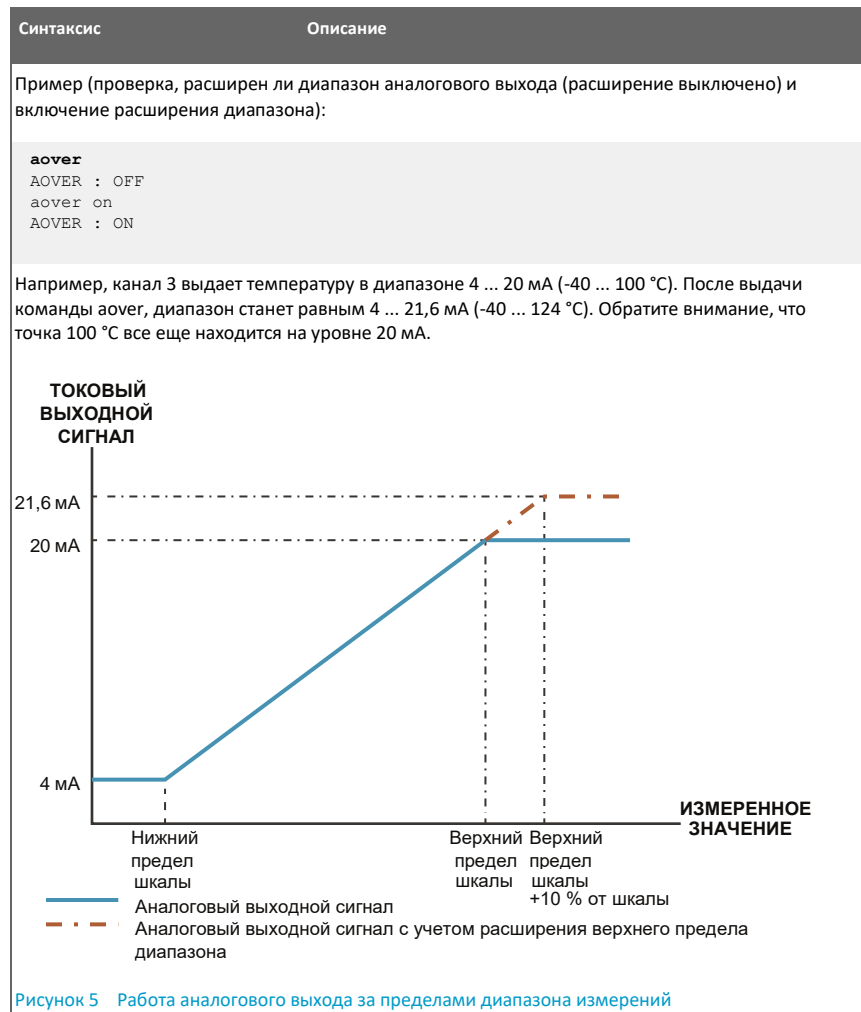


Таблица 31 Команда AseI

Синтаксис	Описание
<code>asel&lt;cr&gt;</code>	Показать параметры аналогового выхода и масштабирования и запросить ввод нового масштаба.
<code>asel ?&lt;cr&gt;</code>	Показать параметры аналогового выхода и масштабирования без запроса на ввод нового масштаба.

Синтаксис	Описание
<pre> <b>asel</b> [ch1 ch2 ch3] [ch1low ch1high ch2low ch2high ch3low ch3high]&lt;cr&gt; </pre>	<p>Установить параметры аналогового выхода и масштабирования.</p> <p><b>ch1</b> = выходной параметр для канала 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>rs</b> = относительная насыщенность водой, %RS</li> <li>• <b>aw</b> = активность воды (диапазон 0,0 ... 1,0)</li> <li>• <b>h2o</b> = концентрация H<sub>2</sub>O в масле, в ppm<sub>w</sub></li> <li>• <b>h2</b> = концентрация H<sub>2</sub> в масле, в ppm<sub>v</sub></li> <li>• <b>t</b> = температура, °C</li> <li>• <b>h2oa</b> = концентрация H<sub>2</sub>O в масле (средняя за 24 ч), в ppm<sub>w</sub></li> <li>• <b>h2od</b> = суточная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>O, в ppm<sub>w</sub></li> <li>• <b>h2ow</b> = еженедельная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>O, ppm<sub>w</sub></li> <li>• <b>h2om</b> = ежемесячная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>O, ppm<sub>w</sub></li> <li>• <b>h2a</b> = концентрация H<sub>2</sub>O в масле (средняя за 24 ч), в ppm<sub>v</sub></li> <li>• <b>h2d</b> = ежедневная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>, ppm<sub>v</sub>.</li> <li>• <b>h2w</b> = еженедельная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>, в ppm<sub>v</sub></li> <li>• <b>h2m</b> = ежемесячная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>, в ppm<sub>v</sub></li> </ul> <p><b>ch2</b> = выходной параметр для канала 2. Параметры те же, что и для канала 1.</p> <p><b>ch3</b> = выходной параметр для канала 3. Параметры те же, что и для канала 1.</p> <p>Дополнительно:</p> <p><b>ch1low</b> = нижний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 1.</p> <p><b>ch1high</b> = верхний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 1.</p> <p><b>ch2low</b> = нижний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 2.</p> <p><b>ch2high</b> = верхний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 2.</p> <p><b>ch3low</b> = нижний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 3.</p> <p><b>ch3high</b> = верхний предел для масштабирования выходного сигнала по каналу 3.</p> <p>По умолчанию настроено следующее масштабирование показаний скоростей изменения содержания H<sub>2</sub>O и H<sub>2</sub>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ежедневная, еженедельная и ежемесячная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>O: -50 ... 50 ppm<sub>w</sub></li> <li>• Ежедневная, еженедельная и ежемесячная скорость изменения содержания H<sub>2</sub>: -500 ... 500 ppm<sub>w</sub></li> </ul>
<p>Пример (показать текущие параметры и масштаб для каждого канала и запросить ввод нового масштаба):</p> <pre> <b>asel</b> Ch1 RS lo : 0.00 % ? Ch1 RS hi : 100.00 % ? Ch2 T lo : -40.00 'C ? Ch2 T hi : 100.00 'C ? Ch3 H2 lo : 0.00 ppm ? Ch3 H2 hi : 5000.00 ppm ? </pre>	


Синтаксис	Описание
<p>Пример (показать текущие параметры и масштаб для каждого канала без запроса на ввод нового масштаба):</p> <pre>&gt; <b>asel ?</b> Ch1 RS lo : 0.00 % Ch1 RS hi : 100.00 % Ch2 T lo : -40.00 'C Ch2 T hi : 100.00 'C Ch3 H2 lo : 0.00 ppm Ch3 H2 hi : 5000.00 ppm</pre>	
<p>Пример (изменение выходного параметра по каналу 1 для вывода по нему значений активности воды, регулировка масштабирования с заданием новых выходных диапазонов, а именно 0 ... 1 для канала 1 и 0 ... 2000 ppm для канала 3):</p> <pre><b>asel aw t h2 0 1 -40 100 0 2000</b> Ch1 aw lo : 0.00 Ch1 aw hi : 1.00 Ch2 T lo : -40.00 'C Ch2 T hi : 100.00 'C Ch3 H2 lo : 0.00 ppm Ch3 H2 hi : 2000.00 ppm</pre>	
<p>Пример (изменение выходного параметра по каналу 3 для вывода по нему еженедельной скорости изменения содержания N<sub>2</sub>):</p> <pre><b>asel aw t h2w</b> Ch1 aw lo : 0.00 ? Ch1 aw hi : 1.00 ? Ch2 T lo : -40.00 'C ? Ch2 T hi : 100.00 'C ? Ch3 H2W lo : -500.00 ppm ? Ch3 H2W hi : 500.00 ppm ?</pre>	
<p> Если вы измените выходные параметры, масштабирование для каждого канала будет установлено по умолчанию и вам будет предложено ввести новые нижний и верхний пределы измерения для каждого канала. Если вы не хотите изменять одно или несколько ограничений, заданных по умолчанию, нажмите клавишу Enter (Ввод), когда вам предложат это сделать.</p>	

Таблица 32 Команда Atest

Синтаксис	Описание
<b>atest [ch1 ch2 ch3]</b>	<p>Задать на выходе аналогового канала определенное значение (в мА).</p> <p>Затем вы можете измерить выходное значение с помощью откалиброванного мультиметра.</p> <p><b>ch1</b> = Уровень выходного сигнала для канала 1 в мА.  <b>ch2</b> = Уровень выходного сигнала для канала 2 в мА.  <b>ch3</b> = Уровень выходного сигнала для канала 3 в мА.</p>

Синтаксис	Описание
Пример (включение режима тестирования аналогового выхода, задание уровня выходного сигнала равным 20 мА по всем каналам):	
<pre> <b>atest 20 20 20</b> Analog output test mode: ON CH1: 20.000 mA CH2: 20.000 mA CH3: 20.000 mA </pre>	
Пример (отключение режима тестирования аналогового выхода, возобновление нормального режима работы выхода):	
<pre> <b>atest</b> Analog output test mode: OFF CH1: 7.568 mA CH2: 13.714 mA CH3: 4.038 mA </pre>	

## 7.6 Команды калибровки и регулировки

Таблица 33 Команда Cdate

Синтаксис	Описание
<b>cdate&lt;cr&gt;</b>	Показать дату последней регулировки.
<b>cdate [yyyymmdd]&lt;cr&gt;</b>	Установить новую дату калибровки и регулировки (формат «gggmmdd»).
Пример (отображение текущей даты калибровки):	
<pre> <b>cdate</b> Cal. date : 20150201 </pre>	
Пример (установка новой даты калибровки):	
<pre> <b>cdate 20150630</b> Cal. date : 20150630 </pre>	

Таблица 34 Команда Ctext

Синтаксис	Описание
<b>ctext&lt;cr&gt;</b>	Показать текстовую информацию о регулировке.
<b>ctext [text]&lt;cr&gt;</b>	Ввести новую текстовую информацию о калибровке и регулировке.

Синтаксис	Описание
Пример (отображение текущей текстовой информации о калибровке):	
<code>ctext</code> Cal. info : Vaisala	
Пример (ввод новой текстовой информации о калибровке):	
<code>ctext H2 cal DGA lab sample</code> Cal. info : H2 cal DGA lab sample	

Таблица 35 Команды H2 da и h2 db

Синтаксис	Описание
См. <a href="#">Калибровка и регулировка для измерения концентрации H<sub>2</sub></a> (стр. 83).	Откалибровать и отрегулировать измерения уровня H <sub>2</sub> . Когда вы начинаете регулировку, нормальный процесс выполнения измерений временно приостанавливается, и датчик переходит в состояние ошибки. Возврат к нормальному процессу выполнения измерений происходит при выходе из режима калибровки измерений H <sub>2</sub> .  После регулировки установите дату регулировки и введите информацию о регулировке с помощью команд <code>cdater</code> и <code>ctext</code> .

## 7.7 Прочие команды

Таблица 36 Команда Dnp3 Addr

Синтаксис	Описание
<code>dnp3 addr [aaa]&lt;cr&gt;</code>	Изменить адрес канала передачи данных датчика при взаимодействии по протоколу DNP3.  <code>aaa</code> = адрес канала передачи данных датчика
См. <a href="#">Протокол DNP3</a> (стр. 70) и <a href="#">Переход на использование протокола DNP3</a> (стр. 73).	

Таблица 37 Команда Filt

Синтаксис	Описание
<b>filt [f.fff]&lt;cr&gt;</b>	<p>Задать скорость, с которой будет происходить интегрирование последних измерений влажности и температуры (приблизительно одно измерение в секунду) для получения показаний.</p> <p>Команда влияет как на аналоговый выход, так и на выход линии последовательной передачи.</p> <p>Эта команда не влияет на показания уровня концентрации H<sub>2</sub>.</p> <p><b>f . fff</b> = задаваемый коэффициент фильтрации измерений, диапазон 0,001 ... 1,0. По умолчанию задано значение 1,0 (без фильтрации).</p> <p>При использовании фильтрации значение на выходе рассчитывается по следующей формуле:  выходное значение = [(новое (нефильтрованное) измерение × коэффициент фильтрации) + (предыдущее выходное значение × (1,0-коэффициент фильтрации))]</p> <p>Если значение коэффициента фильтрации равно 1, датчик учитывает только последнее измерение, а при значении коэффициента фильтрации 0,1 новое выходное значение представляет собой комбинацию предыдущих измерений (90%) и последнего измерения (10%). Примеры значений коэффициента фильтрации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.0 = нет фильтрации, последнее измерение выводится непосредственно без интегрирования предыдущих измерений.</li> <li>• 0.5 = показание на выходе на ~75% отражает изменение измеренных значений после двух односекундных циклов измерения и на ~93% после четырех циклов.</li> <li>• 0.1 = показание на выходе на ~90% отражает изменение измеряемых значений после 22 измерений.</li> </ul>
<b>filt&lt;cr&gt;</b>	Показывает текущую настройку и запрашивает ввод нового значения.
Пример (просмотр текущего значения и задание значения коэффициента фильтрации 0,5):	
<pre>filt Filter : 1.000 ? 0.5</pre>	

Таблица 38 Команда Frestore

Синтаксис	Описание
<b>frestore&lt;cr&gt;</b>	<p>Восстановить заводские настройки. Очищает все пользовательские настройки, включая настройки последовательной передачи данных, адрес датчика и настройки аналогового выхода.</p> <p>Параметры калибровки для измерений H<sub>2</sub> не меняются.</p>
Пример:	
<pre>frestore Factory settings restored</pre>	

Таблица 39 Команда Reset

Синтаксис	Описание
<b>reset&lt;cr&gt;</b>	Перезагрузка датчика. Датчик перезагрузится, как если бы он только что был включен.
Пример:	
<pre>reset МНТ410 / 1.0.0</pre>	

Таблица 40 Команда Oil

Синтаксис	Описание
<b>oil&lt;cr&gt;</b>	Просмотр специальных параметров масла (коэффициенты масла А и В) для расчета содержания влаги в $ppm_w$ . Оставьте текущие значения неизменными, нажав <cr> при появлении запроса.  См. <a href="#">Расчет влажности в <math>ppm_w</math> для трансформаторных масел (стр. 110)</a> .
<b>oil&lt;cr&gt;</b>	Установите специальные параметры масла для расчета влажности в $ppm_w$ , введя коэффициенты масла А (Oil [0]) и В (Oil [1]) при появлении запроса.
Пример:	
<pre>oil Oil[0]      : -1662.6999 ? Oil[1]      : 7.3694 ?</pre>	

Таблица 41 Команда H2 is

Синтаксис	Описание
См. <a href="#">Повторная установка датчика на новом месте (стр. 33)</a> .	Инициализировать устройство после его повторной установки в новом месте.



## 8. Протокол DNP3

Прибор MHT410 может использоваться в качестве выносной станции DNP3 (начиная с версии программного обеспечения 1.2.0). Он поддерживает только последовательную передачу данных. Последовательная передача данных выполняется на базе аппаратного обеспечения RS-485, и поэтому приборы MHT410 могут использоваться в многоточечной топологии.

Конфигурационные файлы устройства MHT410 для DNP3 доступны для загрузки на сайте <http://www.vaisala.com>.

Протокол DNP3 доступен по линии RS-485, подключаемой к винтовым клеммам датчика MHT410, которая может поддерживать только один протокол одновременно (DNP3, Modbus или промышленный протокол Vaisala). Заводским протоколом, настроенным по умолчанию, является Modbus. Чтобы использовать протокол DNP3, вам необходимо изменить протокол связи и другие настройки, относящиеся к протоколу DNP3, через служебный порт MHT410, используя команды промышленного протокола Vaisala.

Таблица 42 Настройки связи по умолчанию

Параметр	Заводская настройка по умолчанию	Опции
Протокол связи	Modbus	DNP3, Modbus, промышленный протокол Vaisala
Параметры связи	Скорость передачи данных в бодах: 19200 Контроль четности: отсутствует Количество битов данных: 8 Количество стоповых битов: 1	Скорость передачи данных в бодах: 300, 600, 1200, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 Контроль четности: Отсутствует Количество битов данных: 8 Количество стоповых битов: 1, 2
Адрес канала передачи данных	4	0 ... 32767
Адрес хоста	3	0 ... 32767

### 8.1 Подключение через служебный порт



- Служебный USB-кабель Vaisala (219690)
- Компьютер с:
  - операционной системой Windows
  - свободным портом USB
  - приложением для терминала (например, приложение PuTTY, доступ к которому можно получить на сайте [http://www.vaisala.com / software](http://www.vaisala.com/software))
  - драйвером для устанавливаемого служебного USB-кабеля Vaisala (доступен на установочном носителе, который прилагается к кабелю, и на сайте <http://www.vaisala.com/software>)

Вы можете подключиться к датчику по промышленному протоколу Vaisala с компьютера, используя служебный порт, расположенный под крышкой датчика.

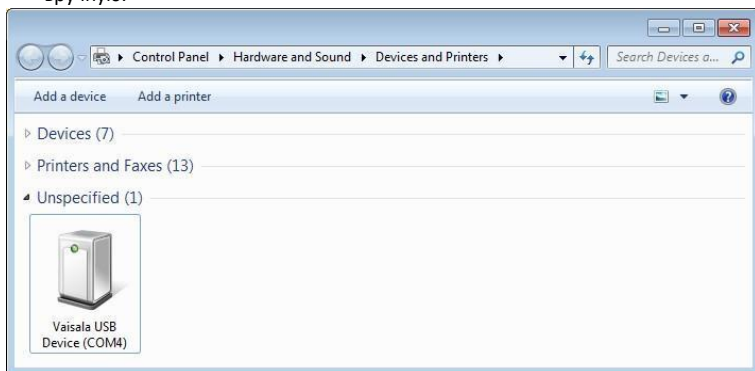
Если вы раньше не использовали USB-кабель Vaisala, установите драйвер, прежде чем пытаться использовать кабель.

## 8.1.1 Установка драйвера для служебного кабеля USB



Драйвер служебного кабеля USB поддерживает только операционные системы Windows®.

1. Подключите служебный кабель USB к USB-порту на вашем компьютере. Windows® обнаружит новое устройство и установит соответствующий драйвер.
2. Откройте папку **Devices and Printers (Устройства и принтеры)** из меню Пуск Windows®. Используйте поиск, чтобы найти ее, если это необходимо (поиск по слову «devices (устройства)»).
3. Найдите кабель в списке устройств:
  - Если устройство указано как **Vaisala USB Device (USB-устройство Vaisala)** с номером COM-порта в скобках, кабель готов к использованию. **Обратите внимание на номер COM-порта, он вам понадобится позже.**
  - Если устройство указано как **Vaisala USB Instrument Cable (Измерительный USB-кабель Vaisala)** без номера COM-порта, вам необходимо установить драйвер вручную.



4. Чтобы установить драйвер вручную:
  - a. Отсоедините служебный кабель USB от компьютера.
  - b. Загрузите драйвер Vaisala USB с сайта <http://www.vaisala.com/software> (выберите соответствующую программу установки драйвера USB-устройства для вашего кабеля).
  - c. Запустите программу установки драйвера USB *Vaisala USB Device Driver Setup.exe*. Примите параметры установки, заданные по умолчанию.
  - d. Вернитесь к **шагу 1** и убедитесь, что установленный драйвер работает должным образом.

## 8.1.2 Подключение кабеля USB

Чтобы подключить служебный кабель USB к служебному порту:

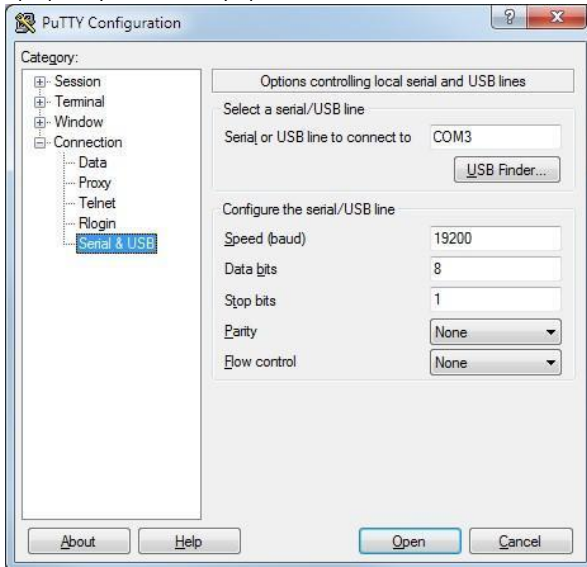
1. Убедитесь, что кабель USB подключен к вашему компьютеру.
2. Открутите винты на крышке датчика и откройте крышку.

3. Подключите служебный кабель USB к разъему служебного порта на датчике.
4. Настройте параметры приложения терминала.

### 8.1.3 Настройка параметров приложения терминала

Ниже описано, как подключиться к датчику с помощью приложения терминала PuTTY для Windows (доступно для загрузки на странице <http://www.vaisala.com/software>) и служебного кабеля USB:

1. Убедитесь, что служебный кабель USB подключен к вашему ПК и служебному порту датчика.
2. Запустите приложение PuTTY.
3. Выберите **Connection (Соединение) > Serial & USB (Последовательное и USB)** и проверьте, что в поле **Serial or USB line to connect to (Последовательная линия или USB-линия для подключения)** выбран правильный COM-порт. Если вы используете приложение PuTTY для терминала, поставляемое компанией Vaisala, вы можете нажать на кнопку **USB Finder (Поисковая программа для USB)**, чтобы открыть программу поиска USB-устройства Vaisala.



4. Проверьте правильность других настроек последовательного соединения и при необходимости измените их.

Таблица 43 Настройки последовательного интерфейса служебного порта

Характеристика	Значение
Скорость передачи данных в бодах	19200
Контроль четности	Отсутствует
Биты данных	8
Стоповые биты	1
Управление потоком	Отсутствует

5. Выберите **Terminal (Терминал)**. Используйте следующие настройки:
  - **Local Echo (Локальный эхо-сигнал):** Force on (Усилить). Этот параметр обеспечивает отображение вводимого вами текста в окне сеанса.
  - **Send line ends with line feeds (CR+LF) (Отправлять концы строк с переходами на новую строку):** Selected (Выбрано). Этот параметр гарантирует, что все текстовые строки будут видимыми в окне сеанса.
6. Нажмите кнопку **Open (Открыть)**, чтобы открыть окно соединения и начать использовать линию последовательной передачи.



Если приложение PuTTY не сможет открыть выбранный последовательный порт, вместо этого появится сообщение об ошибке. Если это произойдет, перезапустите приложение PuTTY и проверьте настройки.

## 8.2 Переход на использование протокола DNP3

1. Чтобы активировать режим передачи данных по протоколу DNP3, введите команду `smode dnp3` в окне терминала и нажмите Enter (Ввод). Пример:

```
smode dnp3
Serial mode : DNP3
```

2. Дополнительно: чтобы изменить скорость передачи данных или количество стоповых битов, введите команду `seri [скорость передачи данных] N 8 [количество стоповых битов]` и нажмите клавишу Enter (Ввод).

- Возможные значения скорости передачи данных: 300, 600, 1200, 4800, 9600, 19200 (по умолчанию), 38400, 57600
- Возможное количество стоповых битов: 1 (по умолчанию), 2

Пример (задание скорости передачи равной 38400 и количества стоповых битов равным 2):

```
seri 38400 N 8 2
Baud P D S      :      38400 N 8 2
```



Не изменяйте другие параметры связи: четность (N) или количество битов данных (8). Если вы измените эти настройки, передача данных по протоколу DNP3 не будет работать на датчике MHT410.

3. Дополнительно: чтобы изменить адрес канала передачи данных (по умолчанию: 4), введите команду `dnp3 addr [адрес канала передачи данных]` и нажмите Enter (Ввод).

Диапазон адресов канала передачи данных: 0 ... 32767

Пример (изменение адреса канала передачи данных на 10):

```
dnp3 addr 10
DNP3 ADDR    :          4 -> 10
DNP3 HOST    :          3
```



Параметр DNP HOST в настоящее время не используется. Текущий вариант реализации протокола DNP3 в MHT410 предусматривает только отправку ответов в хост-узел, который отправляет запрос.

4. Чтобы сохранить настройки, перезагрузите датчик, введя команду `reset` и нажав Enter (Ввод).

```
reset
MHT410 / 1.2.0
```

5. Закройте приложение терминала PuTTY.  
6. Отсоедините кабель USB от служебного порта и закройте крышку датчика.

## 9. Переносной индикатор MI70

Вы можете использовать переносной индикатор Vaisala MI70 в качестве временного дисплея для датчика.

Индикатор MI70 отображает показания по всем параметрам, измеряемым датчиком. Вы также можете просмотреть тренд измерений на графическом дисплее и сравнить показания влажности и температуры MHT410 с контрольным зондом Vaisala MM70.



Переносной индикатор MI70 предназначен для использования только в качестве дисплея. Вы не можете использовать индикатор MI70 для настройки и калибровки датчика MHT410.

Для настройки датчика используйте промышленный протокол Vaisala (см. [Промышленный протокол Vaisala \(стр. 39\)](#)). Инструкции по калибровке для измерения концентрации  $H_2$  см. в разделе [Калибровка и регулировка для измерения концентрации  \$H\_2\$  \(стр. 83\)](#).

### 9.1 Общие сведения об индикаторе MI70

#### 9.1.1 Элементы индикатора MI70

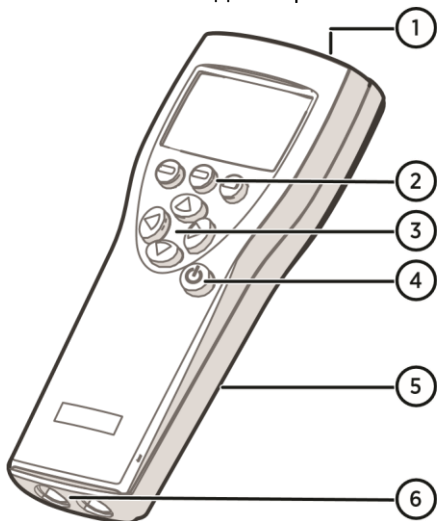







Рисунок 6 Элементы индикатора MI70

- 1 Гнездо для зарядного устройства
- 2 Кнопки быстрого доступа к функциональным клавишам . Функции изменяются в зависимости от того, что вы делаете с помощью индикатора
- 3 Кнопки со стрелками
  -  Перемещение вверх по меню
  -  Перемещение вниз по меню
  -  Вход в подменю
  -  Возврат в предыдущий уровень меню
- 4 Кнопка Вкл/Откл питания
- 5 Отсек для батарей с задней стороны индикатора
- 6 Два порта (промаркированы как I и II) для подключения зондов и приборов

Чтобы открыть меню, нажмите на кнопку со стрелкой, а затем нажмите на кнопки быстрого доступа. Чтобы активировать функцию, показанную над кнопкой быстрого доступа, нажмите на кнопку быстрого доступа. Для перемещения по меню используйте кнопки со стрелками.

### 9.1.2 Основной дисплей

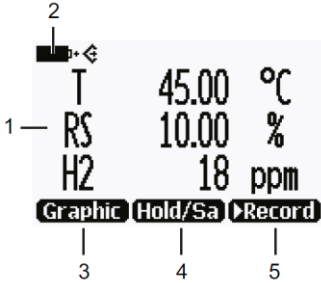


Рисунок 7 Основной дисплей MI70

- 1 Измеренный параметр и корректировки (одновременно до трех параметров на дисплее). Вы можете изменить отображаемые параметры в **Main menu (Главное меню) > Display (Дисплей) > Quantities and units (Параметры и единицы измерения)**.
- 2 Индикатор батареи. Показывает текущее состояние (уровень заряда) батареи.
- 3 Функциональная кнопка **Graphic (График)** отображает показания в виде графика.
- 4 Функциональная кнопка **Hold/Save (Удержанть/Сохранить)** «замораживает» дисплей, и вы можете сохранить показания в память индикатора MI70.
- 5 Функциональная кнопка **Record (Запись)** – это быстрый доступ к меню **Recording/Viewing (Запись/просмотр)**.

Вы можете заменить кнопки быстрого доступа, настроенные по умолчанию (**Graphic (График)**, **Hold/Save (Удержанть/Сохранить)**, **Record (Запись)**), на другие пункты меню или функции в **Main menu (Главное меню) > Settings (Настройки) > User interface (Пользовательский интерфейс) > Program shortcut keys (Кнопки быстрого доступа к программе)**.

### 9.1.3 Графический дисплей

На графическом дисплее отображаются измерения в виде графика (график для верхнего параметра, показанного на основном дисплее). С помощью графика можно исследовать тренд данных и характер протекания процесса за последние несколько минут.

Чтобы открыть графический дисплей, выберите **Graphic (График)** на основном дисплее или в **Main menu (Главное меню) > Display (Дисплей) > Graphic history (Процесс на графике) > Show (Показать)**.

Для получения статистической информации, касающейся области построения графика (минимальное, максимальное и среднее значения), нажмите на кнопку **Info (Информация)**.

Чтобы получить графики других выбранных параметров, нажмите на кнопку **Next (Следующий)**. Чтобы построить графики для всех параметров, жмите на кнопку **Next (Следующий)**, пока не появится надпись **All (Все)**, а затем выберите **All (Все)**.

Для увеличения и уменьшения масштаба нажмите на кнопки со стрелками вверх/вниз.

Для перемещения назад и вперед по временной шкале используйте кнопки со стрелками влево/вправо.

## 9.1.4 Главное меню

Чтобы открыть главное меню:

- ▶ 1. Перейдите к основному дисплею.
2. Нажмите на любую кнопку со стрелкой, затем выберите OPEN (ОТКРЫТЬ).

В главном меню вы можете настроить параметры индикатора М170 и основной дисплей. Вы также можете выполнять определенные операции с датчиком.

### Дополнительная информация

- ▶ [Удержание и сохранение изображения на дисплее \(стр. 78\)](#)
- ▶ [Запись данных \(стр. 79\)](#)
- ▶ [Сравнение показаний с показаниями зонда ММ70 \(стр. 80\)](#)

## 9.2 Установка и подзарядка аккумуляторных батарей М170

Если вы используете **щелочные** батареи, открутите заднюю панель индикатора и вставьте батареи. Не пытайтесь заряжать стандартные щелочные батареи.

Если вы заказали индикатор М170 с **аккумуляторной** батареей, она будет установлена на место при отгрузке с завода. Поставляемые батареи предварительно заряжены.

Для подзарядки аккумуляторной батареи:

- ▶ 1. Подключите разъем зарядного устройства к индикатору. Разъем расположен в верхней части индикатора, покрытый резиновым уплотнением.
2. Подключите зарядное устройство к настенной розетке. Символ батареи в левом углу дисплея начнет вращаться. Продолжительность подзарядки (обычно 4 ... 5 ч) зависит от уровня заряда батареи.



Для новой батареи максимальный срок службы достигается приблизительно через три цикла зарядки.



Не храните батареи разряженными. Разряженные батареи не могут быть заряжены после длительного периода хранения.



## 9.3 Подключение MI70 к служебному порту



- Индикатор MI70 или измеритель влажности MM70 (включает индикатор MI70, датчик содержания влаги в масле и шаровой клапан)
- Соединительный кабель (код заказа в компании Vaisala 219980)
- Источник питания для MHT410

- ▶ 1. Открутите винты на крышке датчика и откройте крышку.
2. Подключите кабель (219980) к разъему служебного порта на датчике и к порту Iog II индикатора MI70.
3. Включите индикатор MI70.

## 9.4 Удержание и сохранение изображения на дисплее

С помощью функции **Hold/Save (Удержанть/Сохранить)** вы можете «заморозить» определенное показание на дисплее. Это показание может быть сохранено в памяти индикатора MI70, и оно будет доступно даже после отключения индикатора MI70 от датчика.

- ▶ 1. На основном дисплее выберите **Hold/Save (Удержанть/Сохранить)**. В качестве альтернативного варианта выберите **Main menu (Главное меню) > Display (Дисплей) > Hold/ Save display (Удержанть/Сохранить дисплей) > Hold (Удержанть)**.
2. Нажмите на кнопку **Save (Сохранить)**.
3. Чтобы просмотреть сохраненное изображение с дисплея, перейдите на основной дисплей и выберите **Record (Запись) > View recorded data (Просмотр записанных данных)**. В качестве альтернативного варианта выберите **Main menu (Главное меню) > Recording/Viewing (Запись/просмотр) > View recorded data (Просмотр записанных данных)**.

Появится список сохраненных изображений и записей данных. Значки слева от даты и времени указывают на то, является ли файл сохраненным изображением или это более длинная запись данных:



Сохраненное изображение



Запись данных

4. Выберите сохраненное изображение по дате и времени, нажав на кнопку со стрелкой вправо.



## 9.5 Запись данных

С помощью индикатора М170 вы можете записать данные измерений датчика за определенный период времени с выбранным интервалом. Эти показания сохраняются в памяти индикатора М170 и будут доступны даже после отключения индикатора М170 от датчика. Чтобы начать запись, выберите функциональную кнопку **Record (Запись)** на основном дисплее или перейдите к меню записи данных: **Main menu (Главное меню) > Recording/Viewing (Запись/Просмотр) > Record data (Запись данных)**.

### 9.5.1 Запуск и остановка записи

Вы можете записать измерения параметров, которые в настоящее время отображаются на основном дисплее индикатора М170. Вы можете изменить отображаемые параметры в **Main menu (Главное меню) > Display (Дисплей) > Quantities and units (Параметры и единицы измерения)**.

- ▶ 1. На основном дисплее выберите **Record (Запись) > Record data (Запись данных)**. В качестве альтернативного варианта выберите **Main menu (Главное меню) > Recording/Viewing (Запись/Просмотр) > Record data (Запись данных)**.
- 2. Если необходимо, измените интервал и продолжительность записи в разделе **RECORD DATA (ЗАПИСЬ ДАННЫХ)**. Интервалы измерения и максимальное время записи приведены в следующей таблице.


Интервал записи	Максимальное время записи (до заполнения памяти)		
	1 параметр	2 параметра	3 параметра
1 с	45 мин	22 мин	15 мин
5 с	3 ч	113 мин	75 мин
15 с	11 ч	5 ч	3 ч
30 с	22 ч	11 ч	7 ч
1 мин	45 ч	22 ч	15 ч
5 мин	9 дней	4 дня	3 дня
15 мин	28 дней	14 дней	9 дней
30 мин	56 дней	28 дней	18 дней
1 ч	113 дней	56 дней	37 дней
3 ч	339 дней	169 дней	112 дней
12 ч	1359 дней	678 дней	451 дней



Если вы установите длительность, соответствующую максимальному заполнению памяти, запись будет продолжаться до тех пор, пока память индикатора М170 не будет заполнена или пока вы не остановите запись вручную. Максимальное время записи отображается при запуске записи.

- 3. Выберите **Start/Stop recording (Начать/Остановить запись) > Start (Начать)**.

Запись продолжается до тех пор, пока не истечет заданное время или пока вы не остановите запись вручную.









Вы можете выключить индикатор MI70 во время записи, чтобы сэкономить заряд батареи. Индикатор выполнения  отображается на дисплее каждые 10 секунд (или все время, если подключено зарядное устройство). Индикатор выполнения показывает количество записанных данных.



**ОСТОРОЖНО!** Не отсоединяйте зонд, когда включена запись данных, даже если индикатор выключен. Это может привести к потере записанных данных.






4. Чтобы остановить запись вручную, на основном дисплее выберите **Record (Запись) > Record data (Запись данных) > Start/stop recording (Начать/Остановить запись) > Stop (Остановить)**. Чтобы просмотреть записанный файл, выберите **Show (Показать)**.

### 9.5.2 Просмотр записанных данных

1. Откройте меню, нажав на кнопку  **Open (Открыть)**.
2. Выберите **Recording/Viewing (Запись/Просмотр)** и нажмите .
3. Выберите **View recorded data (Просмотр записанных данных)** и нажмите .
4. Выберите файл, который вы хотите просмотреть и нажмите . Файлы можно идентифицировать по дате и времени начала записи.
5. Чтобы перейти к графическому представлению, нажмите  **Graph (График)**. Чтобы просмотреть отметки времени записи, нажмите кнопку  **Times (Отметки времени)**. Для возврата к значениям записи нажмите  **Values (Значения)**.
6. Чтобы вернуться к основному дисплею, нажмите  **Exit (Выход)**.

### 9.5.3 Очистка памяти для хранения данных

Чтобы очистить память для хранения данных:

1. Откройте меню, нажав на кнопку  **Open (Открыть)**.
2. Выберите **Recording/Viewing (Запись/Просмотр)** и нажмите .
3. Выберите **Clear data memory (Очистить память для данных)** и нажмите  **Clear (Очистить)**. Для подтверждения удаления нажмите  **Yes (Да)**.
4. Чтобы вернуться к основному дисплею, нажмите  **Exit (Выход)**.

## 9.6 Сравнение показаний с показаниями зонда MM70



- Переносной измеритель влажности Vaisala HUMICAP® для масла MM70

Вы можете использовать индикатор MI70 для сравнения показаний МНТ410 с показаниями контрольного зонда ММ70.

Индикатор отображает показания обоих устройств одновременно. Вы также можете отобразить разницу в показаниях активности воды ( $\Delta a_w$ ) и температуры ( $\Delta T$ ).

- ▶ 1. Установите зонд ММ70 в том же трансформаторе, что и датчик МНТ410. Инструкции см. в руководстве пользователя к зонду ММ70 (доступно на сайте <http://www.vaisala.com/manuals>).
2. Выключите индикатор MI70.
3. Если датчик МНТ410 не подключен к индикатору MI70, подключите его к одному из портов индикатора MI70 (I или II).
4. Подключите зонд ММ70 к другому порту индикатора MI70.
5. Включите индикатор MI70.

На основном дисплее теперь отображаются показания обоих устройств. Порт устройства указан рядом с измеряемым параметром. Вы можете изменить отображаемые параметры в **Main menu (Главное меню) > Display (Дисплей) > Quantities and units (Параметры и единицы измерения)**.

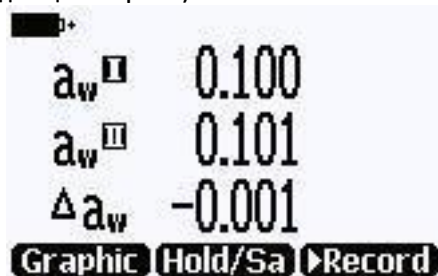


Рисунок 8 Пример изображения на дисплее MI70 при подключении МНТ410 к порту I и зонда ММ70 к порту II. Отображаемые параметры:  $a_w$  (I),  $a_w$  (II),  $\Delta a_w$

## 9.7 Замена блока аккумуляторных батарей

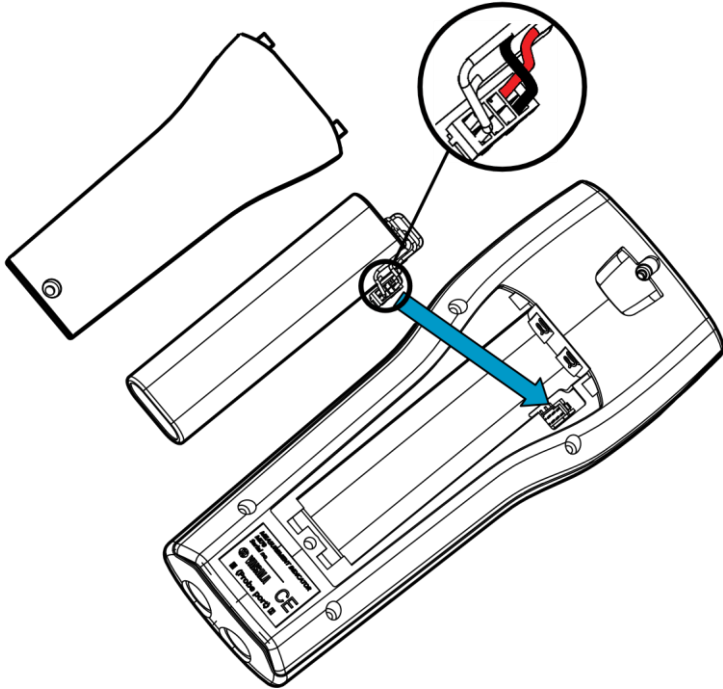


- Новый блок аккумуляторных батарей
- Плоская отвертка среднего размера

Если вы устанавливаете блок батарей и у вас есть устройство со щелочными батареями, перед установкой блока батарей удалите металлический контакт на конце порта датчика в батарейном отсеке.

1. Откройте заднюю панель индикатора, открутив винт на задней панели.
2. Извлеките старый блок батарей. Отсоедините черный разъем, осторожно потянув его вверх по направлению от проводов.

3. Подключите черный разъем нового блока батарей. Убедитесь, что положение разъема такое, как показано на следующем рисунке (красный и черный провода находятся на верхней стороне разъема). Не нажимайте на разъем проводящим материалом.



4. Поместите блок батарей в отсек.
5. Закройте заднюю панель и затяните винт.
6. Перезаряжайте индикатор перед использованием.

## 10. Калибровка и регулировка

Датчик МНТ410 полностью откалиброван и отрегулирован при поставке с завода.

### 10.1 Калибровка и регулировка для измерения концентрации $H_2$

Вы можете откалибровать датчик МНТ410 для измерения уровня  $H_2$  путем сравнения показания уровня  $H_2$  на датчике МНТ410 с концентрацией  $H_2$ , полученной путем лабораторного анализа пробы масла с использованием газоанализатора. Для выполнения калибровки и регулировки нет необходимости снимать датчик с трансформатора.

При выполнении процедуры калибровки вы берете пробу масла из трансформатора для анализа растворенных в нем газов и сохраняете значение концентрации  $H_2$ , измеренное в это время датчиком. Когда вы проанализировали концентрацию  $H_2$  в пробе масла, вы вводите полученное показание концентрации  $H_2$  в датчик МНТ410. После этого датчик выполняет регулировку измерения уровня  $H_2$ .

#### Дополнительная информация

- Ввод показания концентрации  $H_2$  от газоанализатора в датчик (стр. 84)
- Взятие пробы для анализа растворенных газов и сохранение текущего показания концентрации  $H_2$  (стр. 83)

#### 10.1.1 Взятие пробы для анализа растворенных газов и сохранение текущего показания концентрации $H_2$



- Инструменты для взятия пробы масла для анализа растворенных газов
- Подключение к датчику с использованием промышленного протокола Vaisala одним из следующих способов:
  - Служебный порт (см. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#))
  - Линия RS-485, подключенная к винтовым клеммам (пользовательский порт по умолчанию настроен на протокол Modbus: чтобы включить ввод команд, подключитесь к датчику через служебный порт и переключите режим работы винтовых клемм (см. [таблицу 28 \(стр. 61\)](#)))



В следующих инструкциях текст, вводимый с клавиатуры пользователем, показан **жирным** шрифтом.



Когда вы начинаете регулировку с помощью команды **h2**, нормальный процесс выполнения измерений временно приостанавливается, и датчик переходит в состояние ошибки. Возврат к нормальному процессу выполнения измерений происходит при выходе из режима калибровки измерений  $H_2$ .

1. Возьмите пробу масла из трансформатора для анализа растворенных газов.
2. Начните соединение по промышленному протоколу Vaisala (см. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#)).

3. Запустите цикл калибровки с помощью команды **h2**. Датчик начнет вывод данных измерений концентрации  $H_2$ .

```
h2
SSN=b11.04rt.10432tnlx, FW=3.85F , MDN=104400-FF02-P1, DF=0xB4B4v,
L.
..
```

4. Остановите вывод, нажав на клавишу **Esc**:

```
...
7997.00 34.0852 50.11176 186.69 2654140 2652818 23
0.0 0 22.2649 0 0 wait
<"Esc key">
H2scan:
```

5. Сохраните показание концентрации  $H_2$  с помощью команды **da**:

```
H2scan: da
Current H2 value is 14.4 ppm...wait...
```

6. Когда вывод измерений концентрации  $H_2$  возобновится, выйдите из цикла калибровки, нажав клавишу **+**:

```
...
79842.00 33.8725 50.11766 186.97 2654214 2652858 359
14.4 0 28.5654 200 200 wait <"+" key">
Quit hydrogen measurement module command line operation
```



Не выходите из цикла калибровки до возобновления вывода измерений концентрации  $H_2$ .

Если вывод концентрации  $H_2$  не возобновляется автоматически, выполните команду **g** и команду **v**, чтобы запустить вывод концентрации  $H_2$ , а затем выйдите из цикла калибровки.

### 10.1.2 Ввод показания концентрации $H_2$ от газоанализатора в датчик



- Подключение к датчику с использованием промышленного протокола Vaisala одним из следующих способов:
  - Служебный порт (см. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#))
  - Линия RS-485, подключенная к винтовым клеммам (пользовательский порт по умолчанию настроен на протокол Modbus: чтобы включить ввод команд, подключитесь к датчику через служебный порт и переключите режим работы винтовых клемм (см. [таблицу 28 \(стр. 61\)](#)))



Когда вы начинаете регулировку с помощью команды **h2**, нормальный процесс выполнения измерений временно приостанавливается, и датчик переходит в состояние ошибки. Возврат к нормальному процессу выполнения измерений происходит при выходе из режима калибровки измерений H<sub>2</sub>.

- ▶ 1. Начните соединение по промышленному протоколу Vaisala (см. [Подключение через служебный порт \(стр. 40\)](#)).
2. Запустите цикл калибровки с помощью команды **h2**. Датчик начнет вывод данных измерений концентрации H<sub>2</sub>.

**h2**

```
SSN=b11.04rt.10432tn1x, FW=3.85F , MDN=104400-FF02-P1, DF=0xB4B4v,  
L ...
```

3. Остановите вывод, нажав на клавишу **Esc**:

```
...  
7997.00 34.0852 50.11176 186.69 2654140 2652818 23  
0.0 0 22.2649 0 0 wait  
<"Esc key">  
H2scan:
```

4. Введите показание концентрации H<sub>2</sub> с помощью команды **db**:

```
H2scan: db  
Enter actual hydrogen in ppm: 10  
Set hydrogen to 10.0ppm (Y/N)? y Enter  
Today's Date:  
Month: 4  
Day: 14  
Year: 2015 ...wait...
```



5. Когда вывод измерений концентрации  $H_2$  возобновится, выйдите из цикла калибровки, нажав клавишу **+**:

```
...
79842.00 33.8725 50.11766 186.97 2654214 2652858 359
10.0 10 28.5654 200 200 wait <"+ key">
Quit hydrogen measurement module command line operation
```



Не выходите из цикла калибровки до возобновления вывода измерений концентрации  $H_2$ .

Если вывод концентрации  $H_2$  не возобновляется автоматически, выполните команду **g** и команду **v**, чтобы запустить вывод концентрации  $H_2$ , а затем выйдите из цикла калибровки.

6. Введите дату и информацию о калибровке с помощью команд **cdate** и **ctext**. Например:

```
cdate 20150630
Cal. date : 20150630 ctext
H2 cal DGA lab sample
Cal. info : H2 cal DGA lab sample
```

## 10.2 Калибровка и регулировка для измерения относительной насыщенности влагой и температуры

Датчик MHT410 откалиброван на заводе для измерения относительной насыщенности влагой и температуры. В нормальных условиях работы трансформатора датчик содержания влаги в масле находится в стабильном режиме, и его регулярная калибровка для измерения относительной насыщенности влагой и температуры не требуется. Содержание влаги в масле можно проверить, например, при взятии лабораторной пробы масла или при выполнении проверки с помощью переносного индикатора.

Контрольная проба масла должна быть взята вблизи места установки датчика MHT410, чтобы получить пробу, соответствующую условиям измерения датчика MHT410. То же самое относится и к контрольным проверкам с использованием переносного индикатора. Если есть подозрения на расхождения в показаниях, датчик MHT410 можно отправить в компанию Vaisala для калибровки измерений относительной насыщенности влагой и температуры.

Для получения дополнительной информации об услугах калибровки и настройки, предоставляемых компанией Vaisala, зайдите на веб-сайт с описанием процедуры калибровки в компании Vaisala по адресу <http://www.vaisala.com/calibration>.



В случае установки переносного контрольного зонда внутри трансформатора стабилизация показаний влажности может занять до 24 часов. Недостаточное время для стабилизации может привести к неверным результатам. Для получения наилучших результатов измерений с помощью переносного прибора всегда выполняйте измерения в условиях наличия потока, когда это возможно.

## 11. Устранение неполадок

### 11.1 Состояния ошибки

Датчик MHT410 имеет следующие состояния, которые указывают на проблему с датчиком:

- Индикация ошибки на аналоговых выходах при уровне сигнала 3,5 мА (по умолчанию):
  - В случае возникновения ошибок при измерении концентрации водорода канал измерения концентрации водорода находится в состоянии ошибки.
  - В случае возникновения ошибок при измерении содержания влаги в масле канал измерения влаги в масле находится в состоянии ошибки.
  - В случае возникновения ошибок при измерении температуры каналы измерения температуры и влаги в масле находятся в состоянии ошибки.
  - При общих ошибках все три канала находятся в состоянии ошибки.
- Сообщения об ошибках в линии последовательной передачи:
  - Состояния по протоколу Modbus (см. [таблицу 60 \(стр. 107\)](#))
  - Список ошибок промышленного протокола Vaisala

Таблица 44 Возможные сообщения об ошибках по промышленному протоколу Vaisala

Номер ошибки и текст	Описание	Действие
0001 Ошибка измерения температуры	Необработанное значение измерения температуры выходит за пределы допустимого диапазона.	Снимите датчик с трансформатора и визуально проверьте целостность датчика и поверхность чувствительного элемента зонда (см. <a href="#">Снятие датчика (стр. 32)</a> ). Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
0002 Ошибка измерения частоты	Необработанное значение измерения влажности выходит за пределы допустимого диапазона.	
0004 Ошибка измерения H <sub>2</sub>	Модуль H <sub>2</sub> сообщил об ошибке.	Проверьте подключение к модулю H <sub>2</sub> : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подключитесь, используя промышленный протокол Vaisala (см. <a href="#">Подключение через служебный порт (стр. 40)</a>).</li> <li>2. Начните соединение с модулем H<sub>2</sub>, подав команду <b>h2</b>.</li> <li>3. Проверьте, начал ли датчик выдавать данные измерений концентрации H<sub>2</sub>.</li> <li>4. Закройте соединение с модулем H<sub>2</sub>, нажав на клавишу <b>+</b>.</li> </ol> Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
0008 Ошибка связи с модулем H <sub>2</sub>	За последние 5 секунд от модуля H <sub>2</sub> не было получено ни одного сообщения.	

0010 Неисправность датчика относительной влажности	Значение емкости выходит за пределы допустимого диапазона.	Снимите датчик с трансформатора и визуально проверьте целостность датчика и поверхность чувствительного элемента зонда (см. <a href="#">Снятие датчика (стр. 32)</a> ). Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
Номер ошибки и текст	Описание	Действие
0020 Температура слишком высокая/низкая	Измеренная температура выходит за пределы погрешности (ниже -45 °C или выше +125 °C).	Убедитесь, что рабочая температура находится в допустимом диапазоне -40 ... +120 °C. Если ошибка сохранится, обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
0040 Внезапная ошибка циклического избыточного кода программы	Внутренний сбой датчика.	Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
0080 Внезапная ошибка контрольной суммы параметра		
0100 Ошибка контрольной суммы INFOA		
0200 Ошибка контрольной суммы SCOEF5		
0400 Ошибка ТЕКУЩЕЙ контрольной суммы		
0800 Ошибка контрольной суммы, заданной по умолчанию (заводская настройка)		
1000 Внезапный отказ общего характера		

Заявка на проведение работ		
----------------------------	--	--

В случае возникновения постоянной ошибки, пожалуйста, обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.

## 11.2 Замена винта для стравливания давления

Если масло начинает вытекать из стравливающего винта, установленного на крепежной гайке, затяните стравливающий винт. Если масло все еще вытекает, замените стравливающий винт.



- Новый стравливающий винт (входит в комплект для установки датчика MHT410)
- Средний ключ (36 мм)
- Большой ключ (50 мм)
- Шестигранный ключ (3 мм, входит в комплект для установки датчика MHT410)

- ▶ 1. Снимите датчик. См. [Снятие датчика \(стр. 32\)](#).
2. Снимите стравливающий винт с крепежной гайки.
3. Очистите крепежную гайку от масла.
4. Установите новый стравливающий винт и плотно затяните его.
5. Удалите старую тефлоновую ленту с крепежной гайки.
6. Переустановите датчик. См. раздел [Механический монтаж \(стр. 20\)](#).

## 12. Технические данные

Таблица 45 Характеристики измерений

Характеристика	Описание/значение
<b>Водород</b>	
Диапазон измерений (в масле)	0 ... 5000 ppm <sub>v</sub>
Точность (в диапазоне температур масла -20 ... +60 °C (-4 ... +140 °F)) <sup>1)</sup>	±20 % от показания или ±25 ppm <sub>v</sub> (в зависимости от того, что больше)
Воспроизводимость	±10 % от показания или ±15 ppm <sub>v</sub> (в зависимости от того, что больше)
Минимальный предел обнаружения	25 ppm <sub>v</sub>
Стандартная долгосрочная стабильность	3 % от показания / год
Перекрестная чувствительность к другим газам	< 2 % (CO <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CO)
Время отклика	63 % полного отклика: 2,5 ч (когда датчик не находится в контрольном цикле) 90 % полного отклика: 17 ч
Время прогрева	2 ч, 12 ч для полного выхода на свои технические характеристики
Датчик	Каталитический твердотельный пленочный датчик из палладий-никелевого сплава
<b>Влага в масле</b>	
Диапазон измерений (в масле)	0 ... 100 %RS (отн. насыщенность) / a <sub>w</sub> 0 ... 1
Время отклика (90 % от полного отклика при +20 °C (+68 °F) в неподвижном масле)	10 мин
Датчик	HUMICAP® 180L2
Точность (с учетом нелинейности, гистерезиса и воспроизводимости):	
0 ... 90% RS (относительная насыщенность)	±2 %RS (a <sub>w</sub> ± 0,02)
90 ... 100 %RS (относительная насыщенность)	±3 %RS (a <sub>w</sub> ± 0,03)
<b>Температура</b>	
Диапазон измерений	-40 ... +120 °C (-40 ... +248 °F) <sup>1)</sup>
Точность при +20 °C (+68 °F)	±0,2 °C (0,36 °F)
Датчик	Pt1000 RTD Класс F0.1 IEC 60751

1) Обратите внимание, что диапазон температур для указанной точности измерений отличается для различных измеряемых параметров. Измерение параметра вне его температурного диапазона не вызывает повреждения датчика, но приводит к снижению точности измерения для этого параметра.

Таблица 46 Условия эксплуатации

Характеристика	Описание/значение
Тип масла	Выбирается при заказе, доступны варианты: <sup>1)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Минеральные масла</li> <li>• Натуральное эфирное масло</li> <li>• Синтетическое эфирное масло</li> </ul>
Рабочая температура (электроники)	-40 ... +60 °C (-40 ... +140 °F)
Температура хранения	-40 ... +60 °C (-40 ... +140 °F)
Рабочая влажность	0 ... 100% отн. влажность, конденсация
Допустимое отклонение давления (зонд, кратковременно)	Максимальное 10 бар
Допустимое отклонение давления (зонд, непрерывно)	Максимальное 4 бар
Допустимое отклонение температуры, головка датчика	-40 ... +120 °C (-40 ... +248 °F)
Встроенная защита от кратковременных отключений электроэнергии	> 3 с
Стандарт по ЭМС EN61326-1, промышленная среда; Пределы излучения соответствуют классу В по стандарту CISPR22 при питании от постоянного тока	Отвечает требованиям IEC 61000-6-5 при следующих испытаниях: IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-12, IEC 61000-4-16, IEC 61000-4-17.

1) При изменении типа масла датчик МНТ410 требует перенастройки в компании Vaisala.

Таблица 47 Входы и выходы

Характеристика	Описание/значение
Рабочее напряжение	15 ... 30 В постоянного тока, 24 В переменного тока ( $\pm 15\%$ ) (вход источника питания гальванически изолирован) <sup>1)</sup>
Потребляемая мощность	Номинальная 4 Вт, максимальная 12 Вт
Рекомендуемый внешний источник питания	24 В постоянного тока / минимальный ток 0,5 А
<b>Аналоговый выход (токовый) <sup>1)</sup></b>	
Каналы	Три изолированных 4 ... 20 мА (требуется питание от контура)
Внешняя нагрузка	Максимальная 500 Ом
Индикация состояния ошибки в случае ошибки устройства	3,5 мА по умолчанию, настраивается пользователем для каждого канала
погрешность токового выхода при +20°C (+68 F)	$\pm 0,125\%$ от полной шкалы
Зависимость аналоговых выходов от температуры	$\pm 0,006\%$ / °C от полной шкалы
<b>Цифровые выходы <sup>1)</sup></b>	

Характеристика	Описание/значение
Интерфейсы	Изолированный полудуплексный RS-485 RS-485 (служебный порт)
Протоколы	Modbus RTU, DNP3, последовательные команды ASCII
Винтовые клеммы	Диаметр провода AWG 22-14 Одиночный провод (твердый) 1,5 мм <sup>2</sup> Многожильный провод (гибкий) 1,0 мм <sup>2</sup> Рекомендуемый изгибающий момент провода 0,4 Нм

1) Максимальное напряжение изоляции 1,5 кВ постоянного тока.

Таблица 48 Механические характеристики

Характеристика	Описание/значение
Механическое соединение на датчике	1,5 дюйма NPT (внешняя резьба)
Кабельный ввод (дополнительно)	M20 × 1,5 для диаметра кабеля 8 ... 11 мм (0,31 ... 0,43 дюйма)
Разъем кабелепровода (дополнительно)	1/2 дюйма NPT
Интерфейсный кабель (дополнительно, предварительно собранный)	5 м (16 футов 5 дюймов); внешний диаметр 9,2 мм (0,36 дюйма)
Материал корпуса	AlSi 10 Mg
Класс защиты IP	IP66
Вес датчика без кабелей	4,1 кг (9,04 фунта)
Индикация самодиагностики	Светодиоды состояния, аналоговый выход, Modbus
Встроенные функции регистрации данных	Энергонезависимая память, до 44 лет хранения с регистрацией по умолчанию
Отдельные протоколы по функциональным испытаниям	Протоколы калибровочных испытаний для влажности, водорода и температуры; протокол испытаний зонда на герметичность (номинальное давление 5 бар)
Заводская гарантия	5 лет

Таблица 49 Соответствие нормативным требованиям

Характеристика	Описание/значение
Класс защиты IP	IP66

Характеристика	Описание/значение
Соответствие требованиям ЭМС	<p>Стандарт по ЭМС EN61326-1, пределы излучения соответствуют классу В по стандарту CISPR22 для промышленной среды при питании от постоянного тока</p> <p>Отвечает требованиям IEC 61000-6-5 при следующих испытаниях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61000-4-2</li> <li>• IEC 61000-4-3</li> <li>• IEC 61000-4-4</li> <li>• IEC 61000-4-5</li> <li>• IEC 61000-4-6</li> <li>• IEC 61000-4-8</li> <li>• IEC 61000-4-11</li> <li>• IEC 61000-4-12</li> <li>• IEC 61000-4-16</li> <li>• IEC 61000-4-17</li> </ul>

Таблица 50 Дисплей с реле (внешний вариант)

Характеристика	Описание/значение
Предварительно настроенный диапазон для водорода	0 ... 5000 ppm <sub>v</sub>
Предварительно настроенные реле сигнализации (возможна перенастройка пользователем)	<p>Предел срабатывания 1 реле 200 ppm<sub>v</sub> (hi)</p> <p>Предел срабатывания 2 реле 1500 ppm<sub>v</sub> (hihi)</p>
Вход	4 ... 20 мА, с питанием от контура
Погрешность	0,05 % от диапазона (-10 ... +60 °C (-14 ... +140 °F))
Реле	2 × твердотельных (SSR) максимальное напряжение 250 В переменного тока, 150 мА
Дисплей	4-значный с красными светодиодами; 14,5 мм
Размеры (В × Ш × Г)	100 × 100 × 57 мм (3,94 × 3,94 × 2,24 дюйма)
Защита корпуса	IP65
Материал и цвет корпуса	Пластик ABS, серый
Кабельные сальники	2 × M16×1,5

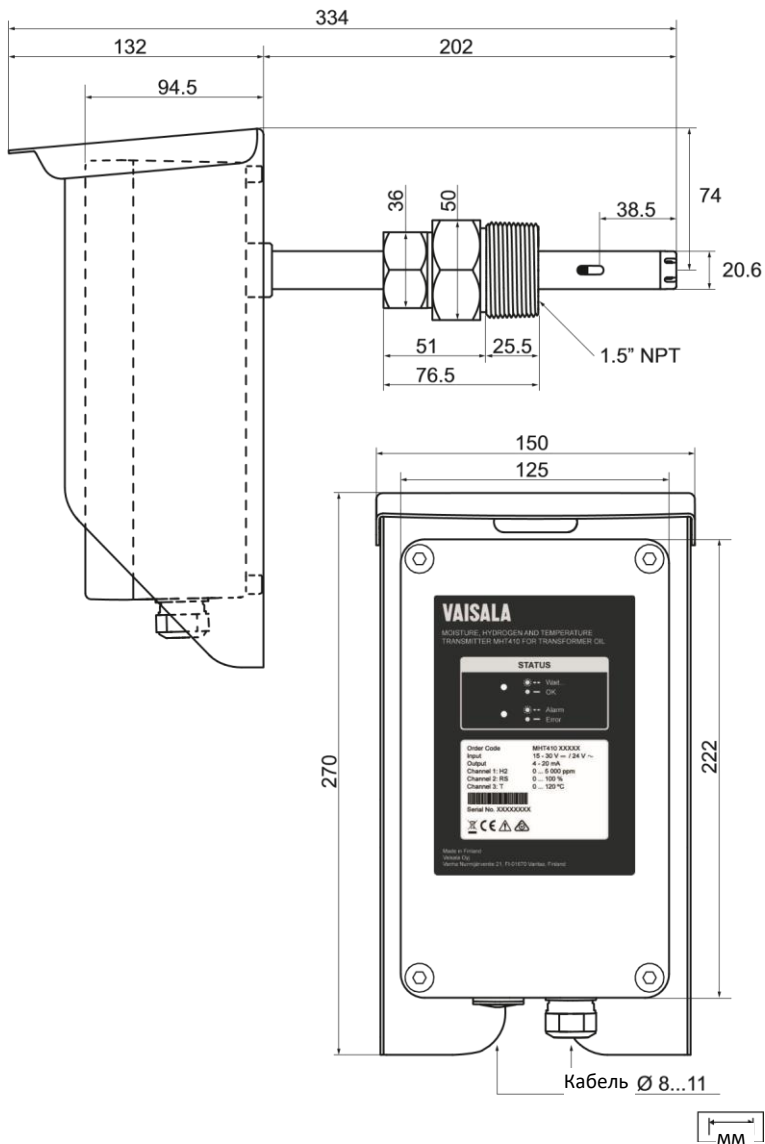


## 12.1 Запасные детали и вспомогательное оборудование

Таблица 51 Запасные детали и вспомогательное оборудование

Деталь	Код заказа
USB-кабель для подключения к ПК	219690
Внешняя DIN-рейка для напряжения 100 ... 240 В переменного тока / 95 ... 220 В постоянного тока до 24 В постоянного тока	242422
5-метровый экранированный кабель PUR	CBL210392-5MSP
10-метровый экранированный кабель PUR	CBL210392-10MSP
Кабельный сальник	214728SP
Разъемная колодка с винтовыми клеммами	236620SP
Внешний дисплей с питанием от контура, Nokeval 302 (с сигнальными реле)	242003
Соединительный кабель для MI70	219980
Разъем кабелепровода	214780SP
1,5-дюймовый шаровой клапан NPT со сварным фитингом	BALLVALVE-3SET

## 12.2 Размеры



## 12.3 Электрические схемы

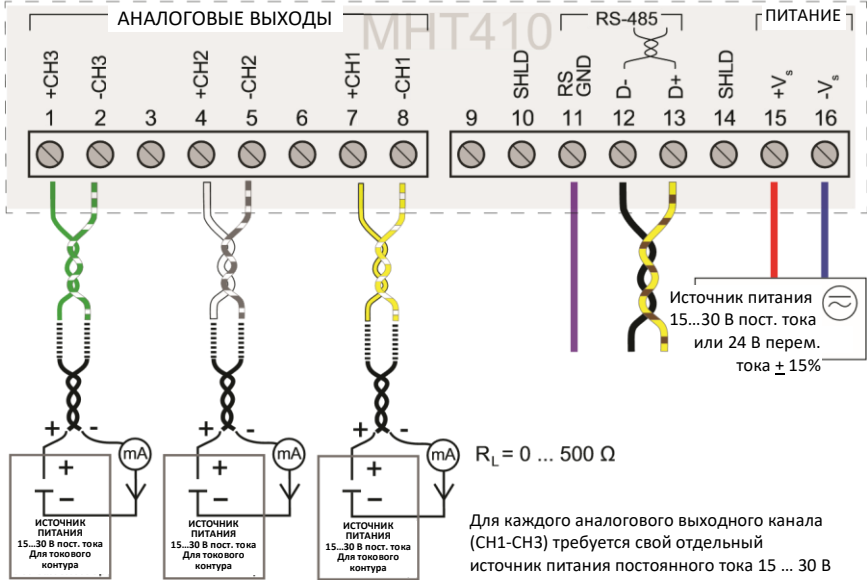


Рисунок 9 Вариант подключения 1: электрическая схема с четырьмя источниками питания. Отдельный контур питания и гальваническая развязка для аналоговых выходов. В датчиках, заказанных вместе с кабелем CBL210392-5M Vaisala, кабель предварительно подключен согласно этому варианту.

Таблица 52 Цвета проводников кабеля CBL210392-5M Vaisala (при предварительном подключении)

Клемма	Цвет провода
+CH3	Зеленый
-CH3	Белый-зеленый
+CH2	Белый
-CH2	Серый-белый
+CH1	Желтый
-CH1	Белый-желтый
RSGND	Фиолетовый
D-	Черный

Клемма	Цвет провода
D+	Желтый-коричневый
+V <sub>s</sub>	Красный
-V <sub>s</sub>	Синий

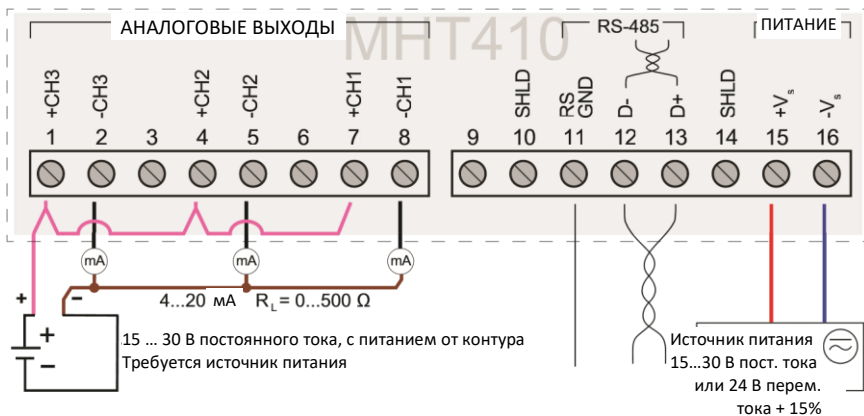


Рисунок 10 Вариант подключения 2: электрическая схема с двумя источниками питания. Общий контур питания и гальваническая развязка для аналоговых выходов.

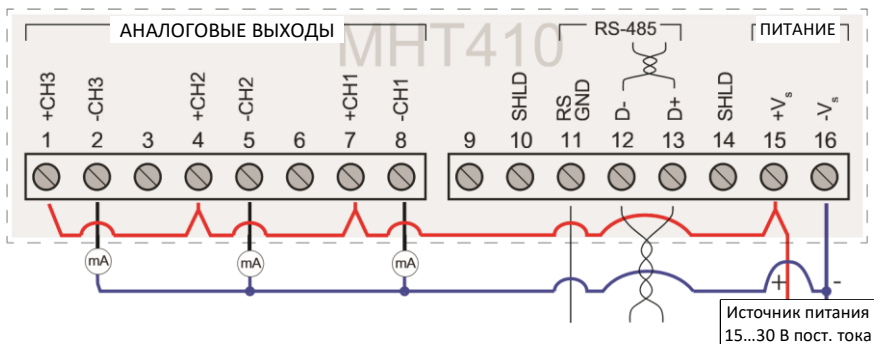


Рисунок 11 Вариант подключения 3: электрическая схема с одним источником питания. Неизолированная схема для аналоговых выходов с подключением к источнику питания датчика.

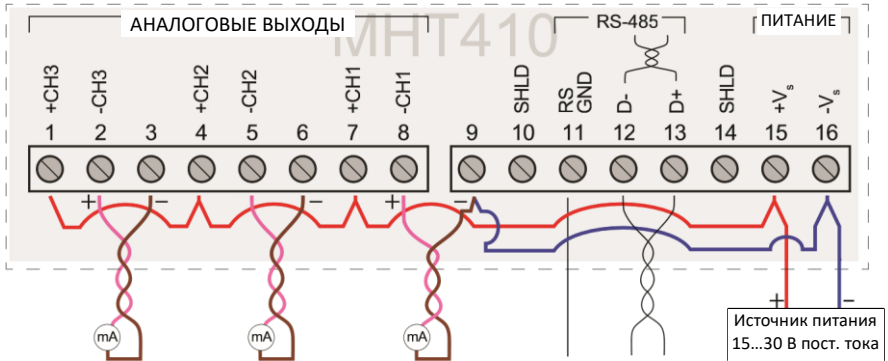


Рисунок 12 Вариант подключения 4: электрическая схема с одним источником питания. Альтернативный способ подключения для варианта 3, обеспечивающий уменьшение площади токового контура для аналоговых выходов.

## 12.4 Переработка



Утилизируйте все используемые материалы.



Утилизация продукции компании Vaisala должна осуществляться в соответствии с местными законами и правилами. Мы призываем конечных пользователей отделять продукцию от других отходов по окончании срока службы и использовать наилучшие доступные способы утилизации для минимизации связанного с этим воздействия на окружающую среду. Почти все детали в наших продуктах можно утилизировать как материал или энергию. Если это применимо, компания Vaisala рекомендует удалить блок аккумуляторных батарей перед утилизацией остальной части устройства как обычных электронных отходов. Блок батарей можно повторно использовать отдельно в соответствии с местными правилами и нормами обращения с отходами. Встроенные батареи маленького размера, как правило, оставляют на месте, а на предприятиях по переработке их вынимают специалисты.

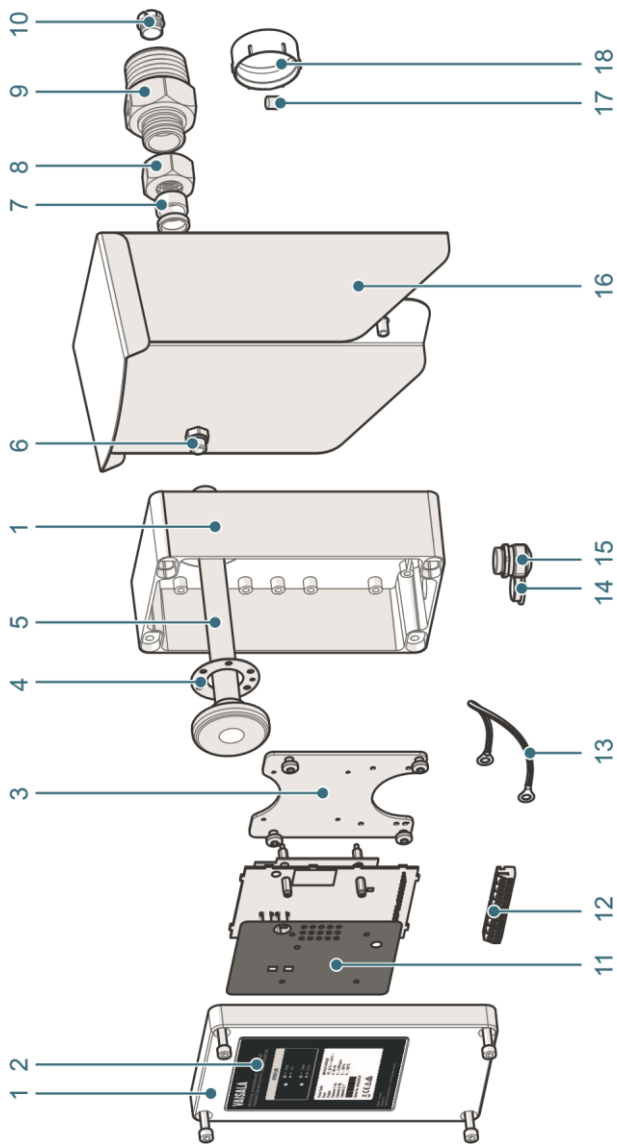


Рисунок 13 Материалы для переработки

Таблица 53 Материалы для переработки

Деталь		Материалы
Упаковка		
Упаковка продукта		Картон
Прокладка из пенопласта		Полиэтилен
Детали прибора		
1	Корпус электроники и передняя крышка	AlSi 10Mg
2	Товарная этикетка	Полиэстер
3	Крепежная пластина для монтажной платы	EN 1.4404
4	Фланцевое уплотнение	Силикон
5	Вал зонда	Внешний вал EN 1.4404 Внутренний пластик: полифениленсульфид, армированный стекловолокном
6	Вентиляционный клапан	Полиэстер
7	Уплотнительное кольцо	Политетрафторэтилен (ПТФЭ)
8	Стопорная гайка	EN 1.4404
9	Крепежная гайка	EN 1.4404
10	Фильтр	EN 1.4404
11	Крышка монтажной платы	Полипропилен
12	Клеммные колодки	Полиамид PA66
13	Кабель заземления	Медный провод
14	Заглушка для кабельного ввода	Полиамид
15	Кабельный сальник	Никелированная латунь
16	Погодозащитный козырек	EN 1.4404
17	Пакет сорбента	Кремнезем
18	Резьбовой колпачок	Полиэтилен низкой плотности
Винты		A4

## Приложение А. Принцип работы

Силовые трансформаторы являются важнейшими элементами в электрической сети. Длительный срок службы, повышенные уровни нагрузки и отказы в электрической сети – все это сказывается на трансформаторах, увеличивая риск непредвиденных повреждений и отключений.

- Уровни водорода и скорость их изменения указывают на тяжесть аварийной ситуации.
- Влага оказывает непосредственное влияние на срок службы трансформатора. Содержание влаги в масле существенно влияет на состояние трансформаторной целлюлозы и на изоляционные свойства масла. Изменения уровня влажности могут происходить быстро.

Непрерывный мониторинг уровня водорода и влаги с помощью местного датчика является первым шагом к продлению срока службы трансформатора за счет внедрения методов прогнозного технического обслуживания, способствующего снижению общей стоимости владения.

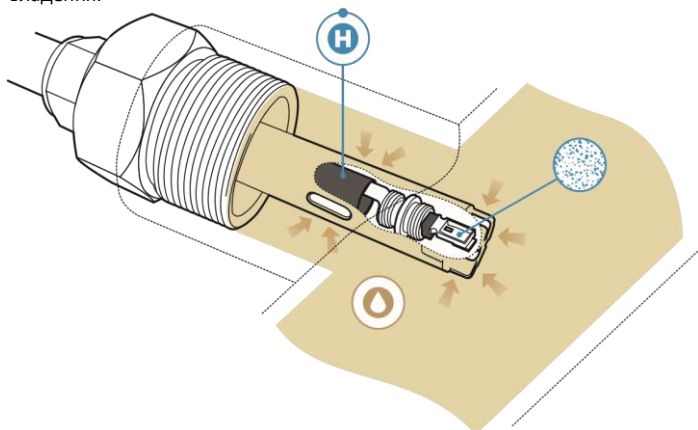


Рисунок 14 Измерение концентрации водорода и влаги в масле с помощью МНТ410

Оптимальные места установки датчиков водорода, влаги и температуры МНТ410 представлены в следующей таблице.

Таблица 54 Оптимальные места расположения датчиков

Место установки	Оптимальное место расположения датчика
Клапан в трубе радиатора	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Датчики влажности и температуры находятся непосредственно в потоке масла. Это расположение является оптимальным, поскольку скорость диффузии молекул воды в масле достаточно низкая, и поэтому влажность необходимо измерять в движущемся масле.</li> <li>• Датчик водорода находится в зоне клапана. Это положение является оптимальным, поскольку датчик водорода требует точного контроля температуры, и поэтому водород необходимо измерять в неподвижном масле.</li> </ul>



Место установки	Оптимальное место расположения датчика
Клапан в стенке трансформатора	<p>Конiec зонда находится на одном уровне с внутренней стенкой трансформатора. Никакая часть зонда не должна входить в камеру трансформатора. Все датчики остаются в зоне клапана.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p><b>ОПАСНОСТЬ! Высокий риск смерти и повреждения трансформатора:</b> Обратите внимание на глубину установки датчика и части, которые могут находиться под напряжением, внутри силового трансформатора, чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током и повреждения оборудования.</p> </div>

## А.1 Способ, используемый для измерения содержания влаги в масле

Датчик МНТ410 измеряет содержание воды в масле в единицах относительной насыщенности (%RS), которой может быть дано следующее определение: относительная насыщенность показывает количество воды в масле по шкале 0 ... 100 %RS. По этой шкале 0 %RS указывает на полное отсутствие воды в масле, а 100 %RS указывает на то, что масло полностью насыщено водой. Вода присутствует в свободной форме.

Наиболее передовая особенность, которая отличает измерение относительной насыщенности (%RS) от традиционного измерения абсолютного содержания воды (в ppm<sub>w</sub>), заключается в том, что точка насыщения остается стабильной независимо от типа масла, старения масла или используемых присадок. Когда в любой системе относительная насыщенность превышает 90% RS, существует риск распада (особенно при понижении температуры). Относительная насыщенность используется для аварийной сигнализации в том случае, когда относительная насыщенность > 90 %RS, т. е. когда риск появления свободной воды в системе очевиден.

Наиболее важные преимущества этой системы заключаются в том, что относительная насыщенность не зависит от старения масла и присадок, а также в том, что датчик МНТ410 может использоваться для непрерывных измерений в режиме реального времени.

## А.2 Трансформаторное масло

Определение содержания влаги в масле является неотъемлемой частью комплексной программы технического обслуживания трансформаторов. Старение и ухудшение свойств масла увеличивают его способность поглощать воду. Основной интерес в трансформаторах представляет измерение содержания воды не в самом масле, а в бумажной изоляции вокруг обмоток трансформатора. Метод, реализованный в датчике МНТ410, обеспечивает достоверное обнаружение старения масла и возможных утечек.

Уровень содержания влаги в масле является истинным показателем влаги, присутствующей в бумажной изоляции. Нагрев и охлаждение оказывают существенное влияние на уровни влажности в масле. Бумажная изоляция вокруг обмоток трансформатора имеет тенденцию терять влагу при повышении температуры. Эта влага поглощается окружающим ее маслом.

В масляных трансформаторах масло используется для охлаждения, защиты от коррозии и в качестве важного элемента изоляции трансформаторов. Избыточное содержание влаги в масле вызывает ускоренное старение изоляционных материалов и снижает их диэлектрическую прочность. В крайних случаях это может привести к возникновению дуги и коротких замыканий внутри обмоток. Точные измерения влажности также могут предупредить об утечках в масляной системе, так как вода поглощается из окружающего воздуха.

Растворимость воды в масле также зависит от температуры. Как правило, растворимость воды увеличивается с ростом температуры, см. [Рисунок 15 \(стр. 103\)](#).

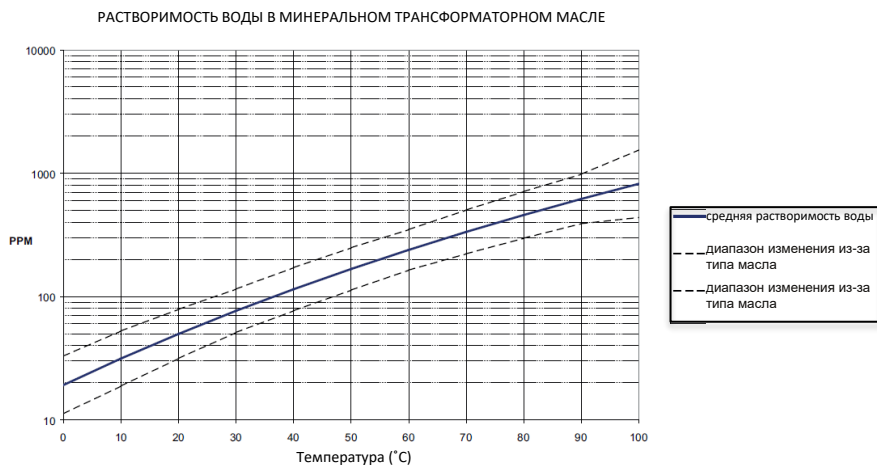


Рисунок 15 Растворимость воды в трансформаторных маслах в зависимости от температуры. Граничные значения показывают диапазон изменения растворимости воды, обнаруженной в минеральных маслах.

Кроме того, следует отметить, что способность масла поглощать воду зависит как от химической структуры масла, так и от присадок.

# Приложение В. Справочная информация по протоколу Modbus

## В.1 Рабочие коды

Рабочих кодов класса соответствия 0 достаточно, для того чтобы получить доступ к данным измерений и параметрам настройки датчика MHT410.

Идентификационные данные устройства могут считываться только с помощью рабочего кода, предназначенного для этой цели (43 / 14).

Таблица 55 Рабочие коды Modbus

Рабочий код (десятичный)	Рабочий код (шестнадцатеричный)	Наименование	Примечания
03	03 <sub>hex</sub>	Чтение регистров временного хранения	Класс 0
43 / 14	2B <sub>hex</sub> / 0E <sub>hex</sub>	Считывание идентификационных данных устройства	

## В.2 Кодирование данных

В регистрах данных числовые значения доступны в одном или в двух форматах с отдельными адресами регистров: 32-разрядный формат IEEE с плавающей точкой и/или 16-разрядный целочисленный формат со знаком.

### В.2.1 32-разрядный формат с плавающей точкой или целочисленный формат

Младшие 16 бит, относящихся к числам с плавающей точкой или целым числом, располагают, присваивая им меньший адрес Modbus, как указано в Спецификации к открытому протоколу Modbus TCP, выпуск 1.0. Этот принцип известен также как прямой порядок битов или порядок слов Modicon. Значения с плавающей точкой представлены в стандартном 32-разрядном формате IEEE с плавающей точкой.



Несмотря на спецификацию, некоторые ведущие устройства Modbus могут предусматривать обратный порядок слов (когда сначала идет самое старшее слово). В этом случае вы должны выбрать формат с плавающей точкой и изменяемым порядком слов на вашем ведущем устройстве Modbus для регистров Modbus данного устройства.

Для недоступных значений возвращается значение «тихий» NaN (не число). «Тихий» NaN – это, например, 7FC00000<sub>hex</sub>; однако ведущее устройство должно понимать любое значение NaN.



Полное 32-разрядное значение с плавающей точкой или целое число должно считываться и записываться в одной транзакции Modbus.

## В.2.2 16-разрядный целочисленный формат

Некоторые 16-разрядные целочисленные значения в регистрах данных масштабируются для включения необходимых десятичных знаков. Коэффициенты масштабирования для этих значений показаны в таблицах регистров.

Таблица 56 Подробная информация о 16-разрядном целочисленном формате со знаком

Значение	Описание
0000 <sub>hex</sub> ... 7FFE <sub>hex</sub>	Значение в диапазоне 0 ... 32766
8002 <sub>hex</sub> ... FFFF <sub>hex</sub>	Значение в диапазоне -32766 ... -1 (2-е дополнение)
8000 <sub>hex</sub>	Значение не доступно («тихий» NaN)



Некоторые значения могут превышать 16-разрядный диапазон со знаком даже при нормальной работе. Чтобы получить доступ к таким значениям, используйте регистры с плавающей точкой.

## В.3 Карта регистров

Все данные, доступные через интерфейс Modbus, сгруппированы в три смежных блока регистров.

Таблица 57 Блоки регистров Modbus

Номера регистров	Формат данных	Описание
1 ... 54	32-разрядный IEEE с плавающей точкой	Данные измерений (только для чтения)
257 ... 271	16-разрядный целочисленный со знаком	
513 ... 513	16-разрядный целочисленный со знаком	Регистры состояния (только для чтения)

## В.4 Регистры Modbus



**ОСТОРОЖНО!** Регистры нумеруются в десятичной системе счисления, начиная с единицы. Адреса регистров в фактических сообщениях Modbus (единицы данных протокола Modbus) начинаются с нуля.

Пожалуйста, проверьте систему обозначений адресов регистров Modbus в справочной документации на ваш хост Modbus (ПЛК).

Попытка доступа к недоступным (временно отсутствующим) данным измерений не создает исключения. Вместо этого возвращается значение «недоступно» («тихий» NaN для данных с плавающей точкой или 0000<sub>hex</sub> для целочисленных данных). Исключение создается только в случае доступа к адресам, находящимся за пределами применимых диапазонов регистров.

### В.4.1 Регистры данных измерений

Таблица 58 Регистры данных измерений Modbus (только для чтения)

Номер регистра	Адрес (шестнадцатиричный)	Описание регистра	Формат данных	Единицы измерения	
1	0000 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , среднее значение за 1 ч	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>v</sub> (в масле)
2	0001 <sub>hex</sub>		MSW		
3	0002 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , среднее значение за 24 ч	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>v</sub> (в масле)
4	0003 <sub>hex</sub>		MSW		
5	0004 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , суточная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>v</sub> (в масле)
6	0005 <sub>hex</sub>		MSW		
7	0006 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , еженедельная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>v</sub> (в масле)
8	0007 <sub>hex</sub>		MSW		
9	0008 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , ежемесячная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>v</sub> (в масле)
10	0009 <sub>hex</sub>		MSW		
15	000E <sub>hex</sub>	Влажность масла, относительная насыщенность	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	%RS
16	000F <sub>hex</sub>		MSW		
17	0010 <sub>hex</sub>	Влажность масла, текущая	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>w</sub>
18	0011 <sub>hex</sub>		MSW		
19	0012 <sub>hex</sub>	Влажность масла, среднее значение за 24 ч	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>w</sub>
20	0013 <sub>hex</sub>		MSW		
21	0014 <sub>hex</sub>	Влажность масла, суточная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>w</sub>
22	0015 <sub>hex</sub>		MSW		
23	0016 <sub>hex</sub>	Влажность масла, еженедельная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>w</sub>
24	0017 <sub>hex</sub>		MSW		
25	0018 <sub>hex</sub>	Влажность масла, ежемесячная скорость изменения	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	ppm <sub>w</sub>
26	0019 <sub>hex</sub>		MSW		
27	001A <sub>hex</sub>	Температура масла	LSW	32-разрядный с плавающей точкой	°C
28	001B <sub>hex</sub>		MSW		
257	0100 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , среднее значение за 1 ч		16-разрядное целое число	ppm <sub>v</sub> (в масле)
258	0101 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , среднее значение за 24 ч		16-разрядное целое число	ppm <sub>v</sub> (в масле)

Номер регистра	Адрес (шестнадцатеричный)	Описание регистра	Формат данных	Единицы измерения
259	0102 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , суточная скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> (в масле)
260	0103 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , еженедельная скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> (в масле)
261	0104 <sub>hex</sub>	H <sub>2</sub> , ежемесячная скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> (в масле)
264	0107 <sub>hex</sub>	Влажность масла, относительная насыщенность	16-разрядное целое число	%RS*10
265	0108 <sub>hex</sub>	Влажность масла, текущая	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> *10
266	0109 <sub>hex</sub>	Влажность масла, среднее значение за 24 ч	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> *10
267	010A <sub>hex</sub>	Влажность масла, суточная скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> *10
268	010B <sub>hex</sub>	Влажность масла, еженедельно Скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> *10
269	010C <sub>hex</sub>	Влажность масла, ежемесячно Скорость изменения	16-разрядное целое число	ppm <sub>w</sub> *10
270	010D <sub>hex</sub>	Температура масла	16-разрядное целое число	°C *10

Адрес единицы данных протокола (PDU)

LSW (Least Significant Word)

MSW (Most Significant Word)

16-разрядное целое число

32-разрядное число с плавающей точкой

Байты фактического адреса, используемые в единице данных протокола Modbus

Младшее слово (биты 15...0)

Старшее слово (биты 31...16)

Числовое значение в диапазоне -32768...32767

Число с плавающей точкой, закодированное в соответствии со стандартом IEEE 754

## В.4.2 Регистры состояния

Таблица 59 Регистры данных состояния Modbus (только для чтения)

Номер регистра	Адрес (шестнадцатеричный)	Описание регистра	Формат данных
513	02 00 <sub>hex</sub>	Биты состояния устройства	16-разрядное целое число

Таблица 60 Биты состояния устройства Modbus

Выход (битовая маска)	Имя выхода	Примечания
0	Исправное состояние.	
1	Возникла критическая ошибка	Требуется техническое обслуживание.
2	Возникла ошибка	Устройство может восстановиться автоматически.
4	Ошибка измерения относительной влажности	Снимите датчик с трансформатора и визуально проверьте целостность датчика и поверхность чувствительного элемента зонда (см. <a href="#">Снятие датчика (стр. 32)</a> ). Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
8	Ошибка измерения температуры	
16	Ошибка измерения H <sub>2</sub>	Проверьте подключение к модулю H <sub>2</sub> :  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подключитесь по промышленному протоколу Vaisala (см. <a href="#">Подключение через служебный порт (стр. 40)</a>).</li> <li>2. Начните соединение с модулем H<sub>2</sub>, подав команду <b>h2</b>.</li> <li>3. Проверьте, начал ли датчик вывод данных измерений концентрации H<sub>2</sub>.</li> <li>4. Закройте соединение с модулем H<sub>2</sub>, нажав на клавишу <b>+</b>.</li> </ol> Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
32	Другая ошибка	Обратитесь в службу технической поддержки компании Vaisala.
64	Превышен аварийный уровень концентрации H <sub>2</sub>	



Несколько состояний устройства могут быть активны одновременно. В этих случаях значение регистра состояния устройства представляет собой сумму соответствующих чисел, например, 5, если одновременно возникли критическая ошибка (1) и ошибка измерения относительной влажности (4).

## В.5 Объекты идентификации устройства

Таблица 61 Объекты идентификации устройства

Идентификатор объекта (десятичный)	Идентификатор объекта (шестнадцатеричный)	Имя объекта	Содержание примера
0	00 <sub>hex</sub>	VendorName (Имя производителя)	Компания Vaisala
1	01 <sub>hex</sub>	ProductCode (Код продукта)	МНТ410
2	02 <sub>hex</sub>	MajorMinorVersion (Основная упрощенная версия)	Версия программного обеспечения (например, 1.2.3)
3	03 <sub>hex</sub>	VendorUrl (Универсальный указатель ресурса производителя)	<a href="http://www.vaisala.com/">http://www.vaisala.com/</a>
4	04 <sub>hex</sub>	ProductName (Наименование продукта)	Датчик влажности, водорода и температуры МНТ410 марки Vaisala для трансформаторного масла
128	80 <sub>hex</sub>	SerialNumber (Серийный номер) <sup>1)</sup>	Серийный номер устройства (например, K0710040)
129	81 <sub>hex</sub>	CalibrationDate (Дата калибровки) <sup>1)</sup>	Дата заводской калибровки
130	82 <sub>hex</sub>	CalibrationText (Информация о калибровке) <sup>1)</sup>	Текст с информацией о заводской калибровке

1) Специальный объект идентификации устройства Vaisala.

## В.6 Ответы на исключения

Таблица 62 Ответы на исключения Modbus

Код	Наименование	Причина
01	НЕДОПУСТИМАЯ ФУНКЦИЯ	Неподдерживаемый код функции
02	НЕДОПУСТИМЫЙ АДРЕС ДАННЫХ	Адрес находится вне допустимых диапазонов
03	НЕДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДАННЫХ	В противном случае недопустимый запрос

Попытка доступа к недоступным (неподдерживаемым или временно отсутствующим) данным измерений не создает исключения. Вместо этого возвращается значение «недоступно» («тихий» NaN для данных с плавающей точкой или 0000<sub>hex</sub> для целочисленных данных). Исключение создается только в случае доступа к адресам, находящимся вне блоков регистров.



## Приложение С. Расчет влажности в $ppm_w$ для трансформаторных масел

Традиционно влажность трансформаторного масла измеряется в массовых долях  $ppm_w$ . Выходное значение в  $ppm_w$  показывает среднюю массовую концентрацию воды в масле.

Датчик МНТ410 предусматривает вывод значений в  $ppm_w$ .

### С.1 Расчетная модель с усредненными коэффициентами

Расчетная модель МНТ410 основана на усредненной характеристике растворимости воды в трансформаторном масле. Выходное значение в  $ppm_w$  рассчитывается следующим образом:

$$ppm_w = a_w \times 10^{(A/(T+273,15)+B)}$$

$a_w$       активность воды

A, B      коэффициенты (усредненные или характерные для данного масла)

T          температура (°C)

В общем случае измерение содержания влаги в масле с помощью датчика МНТ410 имеет точность  $\pm 2 \dots 3 \%$  от показания. Если требуется дополнительная точность, см. [Расчетная модель с характерными для масла коэффициентами \(стр. 110\)](#).

### С.1 Расчетная модель с характерными для масла коэффициентами

Для дополнительной точности можно использовать расчетную модель для конкретного масла. Проба масла должна быть отправлена в компанию Vaisala для моделирования. В результате, компанией Vaisala будут определены конкретные коэффициенты для данного трансформаторного масла (A и B: см. формулу в разделе [Расчетная модель с усредненными коэффициентами \(стр. 110\)](#)). Использование этих коэффициентов повышает точность измерений.

Вы можете самостоятельно запрограммировать определенные коэффициенты для данного трансформаторного масла в датчике МНТ410 с помощью промышленного протокола Vaisala (см. [таблицу 40 \(стр. 69\)](#)) или обратиться в компанию Vaisala по поводу настройки коэффициентов.

## Гарантия

Стандартные условия гарантии см. на сайте [www.vaisala.com/warranty](http://www.vaisala.com/warranty).

Пожалуйста, обратите внимание, что любая такая гарантия может быть недействительна в случае повреждения в ходе нормального процесса износа, исключительных условий эксплуатации, небрежного обращения, небрежной установки или несанкционированных изменений. Пожалуйста, см. подробные сведения о гарантии на каждый продукт в соответствующем договоре поставки или условиях продажи.

## Техническая поддержка



Обращайтесь в службу технической поддержки компании Vaisala по адресу [helpdesk@vaisala.com](mailto:helpdesk@vaisala.com). В обращении нужно указать следующую необходимую информацию:

- Наименование продукта, модель и серийный номер
- Наименование и место расположения установки
- Имя и контактная информация специалиста, который сможет предоставить дополнительную информацию о проблеме

Для получения дополнительной информации см. [www.vaisala.com/support](http://www.vaisala.com/support).





# VAISALA

[www.vaisala.com](http://www.vaisala.com)

