

# МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

---

## ВИБ-8

### ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Ревизия 1.0.0*  
*Август 2017*

**Автор руководства:**

Борисов Алексей

**ООО “Л Кард”**

117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 5, корп. 4, стр. 2

тел.: +7 (495) 785-95-25

факс: +7 (495) 785-95-14

**Адреса в Интернет:**

<http://www.lcard.ru>

**E-Mail:**

Отдел продаж: [sale@lcard.ru](mailto:sale@lcard.ru)

Техническая поддержка: [support@lcard.ru](mailto:support@lcard.ru)

Отдел кадров: [job@lcard.ru](mailto:job@lcard.ru)

Таблица 1: Ревизии текущего документа

<b>Ревизия</b>	<b>Дата</b>	<b>Описание</b>
1.0.0	26.07.2017	Первая ревизия данного документа.

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие сведения</b>	<b>4</b>
1.1	О чем данный документ	4
1.2	Основные возможности модуля	4
1.3	Общее описание логики работы модуля	5
1.4	Выборки	6
1.5	Определение признаков тревог	7
1.6	Порог на изменение значения	8
1.7	Логика событий	8
1.8	Сброс конфигурации модуля и режим аварийной загрузки	9
<b>2</b>	<b>Предоставляемое программное обеспечение</b>	<b>11</b>
2.1	Конфигуратор	11
2.1.1	Редактируемая конфигурация и конфигурация модуля	12
2.1.2	Подключение к модулю	14
2.1.2.1	Подключение к модулю по Ethernet	14
2.1.2.2	Подключение к модулю по RS485	15
2.1.3	Настройка параметров интерфейса, общих параметров сбора и каналов	15
2.1.3.1	Настройка параметров интерфейса и общих параметров сбора	16
2.1.3.2	Настройка каналов сбора	17
2.1.4	Настройка параметров измерений	18
2.1.5	Настройка событий	19
2.1.6	Обновление прошивки модуля	25
2.2	Демонстрационная программа VIB8View	26
<b>3</b>	<b>Описание протокола обмена модуля</b>	<b>30</b>
3.1	Адресное пространство регистров Modbus	30
3.1.1	Используемые типы и обозначения	30
3.1.2	Регистры адресного пространства Modbus	31
3.1.3	Регистры состояния канала CHST (88 регистров)	34
3.1.4	Регистры с настройками модуля SET (7456 регистров)	35
3.1.5	Регистры настройки уставок (6 регистров)	38
3.1.6	Регистры настройки БИХ фильтра (4 регистра)	39
3.2	Отслеживание обновления данных и изменений состояния модуля	39
3.3	Чтение выборок через регистры Modbus	39

# Глава 1

## Общие сведения

### 1.1 О чем данный документ

В данном документе рассматриваются различные вопросы, связанные как с работой программы самого модуля, так и с программным обеспечением для работы с модулем со стороны ПК. Документ разделен на три большие главы.

Данная глава содержит сведения об общем принципе работы модуля, которые определяются встроенным программным обеспечением (прошивкой) самого модуля. Эта глава рекомендуется к прочтению всем категориям пользователей.

[Глава 2](#) содержит описание программного обеспечения для работы с модулем со стороны ПК, предоставляемые “Л Кард” . В ней содержатся описание настройки модуля через **Конфигуратор** и описание демонстрационной программы для отображения данных с модуля.

[Глава 3](#) предназначена для пользователей, которые собираются разрабатывать свое программное обеспечение для работы с модулем или подключать модуль к различным SCADA-системам или другим программным комплексам. В ней подробно описан протокол обмена с модулем.

В данном документе не описываются характеристики модуля, вопросы электрического подключения датчиков, питания, интерфейсов к модулю ВИБ-8. Эта информация содержится в [Руководстве пользователя по аппаратуре](#).

### 1.2 Основные возможности модуля

В данном разделе тезисно описаны основные возможности модуля, реализованные в текущей штатной прошивке. Эти возможности будут более подробно описаны в последующих главах.

- Работа модуля определяется конфигурацией, хранящейся в энергонезависимой памяти. Т.е. достаточно один раз настроить модуль, после чего он будет сам работать в соответствии с записанной конфигурацией (даже после сброса питания), а со стороны пользовательской программы будет достаточно только читать из модуля полученные данные.
- Модуль выполняет опрос от 1 до 8 датчиков в квазипараллельном режиме, последовательно циклически опрашивая разрешенные каналы. Цикл опроса одного канала составляет 10с.

- Модуль не передает полный поток отсчетов на исходной частоте АЦП, а предоставляет доступ к уже рассчитанным самим модулем измерениям, а также к сохраненным модулем выборкам. Выборка представляет собой непрерывную последовательность отсчетов от одного канала на частоте 10 КГц за время от 1 до 5с.
- Для каждого канала можно задать свой коэффициент перевода напряжения в единицы ускорения в соответствии с параметрами подключенного датчика.
- По каждому каналу модуль определяет признаки обрыва и короткого замыкания
- По каждому каналу модуль выполняет расчет двух измерений: RMS виброускорения и RMS виброскорости с применением полосовых фильтров
- Настройки верхней и нижней частоты фильтра выполняются индивидуально для каждого измерения
- Для каждого измерения можно настроить пороги для двух [уровней тревог](#), а также [порог на изменение значения](#).
- Модуль позволяет настроить до 32 [событий](#), для каждого из которых задается своя логика срабатывания на основе признаков неисправности, тревог и превышение порога на изменения значений измерений.
- Модуль может сохранять выборки данных как по периодическому таймеру, так и по событиям.
- Модуль хранит 10 последних выборок по каждому каналу.
- Обмен с модулем выполняется по протоколу Modbus-TCP (интерфейс Ethernet) и по Modbus-RTU (интерфейс RS-485), которые имеют широкое распространение и поддерживаются в частности многими SCADA-системами. Модуль может работать одновременно по обоим интерфейсам.

### 1.3 Общее описание логики работы модуля

При старте модуль ВИБ-8 выполняет следующую последовательность действий:

1. Проверяет признак долгого нажатия аппаратной кнопки сброса (“R”). При обнаружении этого признака модуль выполняет сброс настроек и переход в режим аварийной загрузки, как описано в [главе 1.8](#). Иначе выполнятся загрузка в нормальном режиме, как описано далее.
2. Выполняет начальную проверку памяти и интерфейса Ethernet. При обнаружении неисправности модуль прерывает процесс загрузки. При этом модуль начинает часто мигать светодиодом “Раб.” для индикации ошибки.
3. Выполняет чтение конфигурации из энергонезависимой памяти модуля. Если конфигурация не обнаружена, то используется конфигурация по умолчанию (описана в [главе 1.8](#)).
4. Настраивает интерфейсы обмена (Ethernet и RS-485) в соответствии с параметрами конфигурации.

5. Переходит к основному рабочему циклу сбора и обработки данных в соответствии с параметрами конфигурации до смены конфигурации или отключению питания.

В основном рабочем цикле модуль последовательно опрашивает один за другим каждый разрешенный в конфигурации канал. Цикл опроса выглядит следующим образом:

1. Выбор первого разрешенного канала.
2. Подача тока питания датчика только на текущий выбранный канал
3. Ожидание времени установления датчика (не менее 2 секунд)
4. Сбор данных с данного канала в течение фиксированного времени (8 секунд). Часть времени необходима для завершения переходных процессов полосовых фильтров. Оставшееся время используется для расчета значений измерений.
5. Выбор следующего разрешенного канала и переход к шагу 2.

Таким образом, время опроса одного канала всегда фиксировано и составляет 10 секунд.

На основе полученных отсчетов за каждый цикл модуль выполняет следующую обработку:

1. Определяет наличие обрыва или короткого замыкания канала.
2. При исправности канала рассчитывает значения измерений (RMS виброускорения и виброскорости) с применением заданных в конфигурации фильтров.
3. Сравнивает полученные значения с уставками для определения признаков тревог, как описано в [главе 1.5](#).
4. Определяет отклонение значения от базового и проверяет превышение предела изменения, как описано в [главе 1.6](#).
5. Обновляет состояние событий в соответствии с их логическим условием, как описано в [главе 1.7](#).
6. На основе изменения состояний событий и периодического таймера проверяет необходимость сохранения выборки с данными текущего цикла. При необходимости заменяет самую старую выборку данного канала на новую.

## 1.4 Выборки

Выборка представляет собой набор последовательных отсчетов одного канала за фиксированный интервал времени. Отсчеты сохраняются не на исходной частоте АЦП (100 КГц), а после выполнения децимации до 10 КГц с применением антиалиазингового КИХ-фильтра, убирающего частоты выше половины результирующей частоты дискретизации. Спад АЧХ данного фильтра начинается с частоты 3 КГц.

Выборки сохраняются по каждому каналу отдельно. По каждому каналу модуль хранит 10 последних выборок.

Сохранение выборок может происходить как по периодическому таймеру, так и по настраиваемым [событиям](#).

Сохранение выборок по периодическому таймеру выполняется по всем разрешенным каналам раз в заданный в настройках интервал. По прошествии этого интервала

с последнего времени периодического сохранения выборок, модуль ожидает опрос первого разрешенного канала, после чего сохраняет выборки с одного следующего опроса каждого разрешенного кана.

Также для каждого события можно настроить, какие выборки будет сохранены при его возникновении, как это описано в [главе 1.7](#).

Вместе с выборкой сохраняется дополнительная информация, включая состояние канала с измерениями, соответствующее циклу опроса, на основе данных которого сохранена выборка, а также указание, по какому событию произошло сохранение выборки. Сами отсчеты выборки передаются в виде 32-битных кодов, а в информации о выборке уже присутствуют коэффициенты для перевода кодов как в Вольты, так и в мм/с<sup>2</sup>.

## 1.5 Определение признаков тревог

Для каждого рассчитываемого измерения модулю могут быть заданы пороги (уставки) для определения двух уровней тревог: “Предупреждение” и “Останов”. Для каждого уровня задается:

- Условие сравнения с порогом
- Верхний порог
- Нижний порог

В зависимости от условия могут использоваться оба порога, только один из двух или не использоваться вообще. Доступны следующие условия:

- **Запрещено** — проверка тревоги не выполняется. Признак тревоги всегда в третьем состоянии (см. ниже).
- **Выше** — тревога, если значение измерения превышает верхний порог
- **Ниже** — тревога, если значение измерения ниже нижнего порога
- **Вне интервала** — тревога, если значение измерения выше верхнего порога или ниже нижнего
- **В интервале** — тревога, если значение измерения ниже верхнего и выше нижнего

При каждом получении измерения модуль проверяет условия для каждого уровня тревог. Эти значения доступны для чтения через интерфейс вместе со значениями измерения, а также используются в [логике событий](#).

Значение признака для каждого уровня тревоги вычисляется независимо от другого и условия признаков могут быть настроены произвольным образом. Как правило “Останов” используется как более высокий уровень тревоги по сравнению с “Предупреждение”. В этом случае для тревоги “Останов” используются более жесткие условия и при увеличении вибрации сперва становится активным признак “Останов”, а затем становятся активны оба признака (в этом случае при активном признаке тревоги “Останов” всегда активен признак “Предупреждение”).

При этом признак тревоги может принимать в действительности три значения:

- **Ложь** — отсутствие тревоги



- **Истина** — наличие тревоги
- **Z** — Третье состояние, которое условно можно назвать неопределенным. Признаки тревоги принимают это состояние при неисправности канала (КЗ или обрыв), а также если проверка условия тревоги запрещена. Это состояние специальным образом обрабатывается в [логике событий](#).

## 1.6 Порог на изменение значения

Для каждого измерения можно также настроить порог на изменение значения в процентах от заданной пользователем для этого измерения шкалы. Проверка данного порога выполняется следующим образом:

- Как только модулем было получено первое действительное значение для данного измерения, он сохраняет его как базовое.
- При получении последующих действительных значений модуль вычисляет отклонение этого значения от сохраненного базового
- Если отклонение не превышает заданный порог, то признак превышения порога изменения сбрасывается, если он был установлен ранее. Больше никаких действий не выполняется, базовое значение остается прежним.
- Если отклонение превышает порог, то устанавливается признак превышения порога изменения и текущее значение сохраняется в качестве базового. Таким образом последующие измерения уже будут сравниваться с новым базовым значением.
- Если обнаружена неисправность канала, то базовое значение сбрасывается. При неисправности канала отклонение не проверяется, а ожидается первое действительное значение в соответствии с первым пунктом.

Таким образом, если значение измерения постепенно изменяется, то при преодолении каждого интервала заданной величины будет активирован на один цикл сбора признак превышения порога изменения значения. Этот признак вместе с базовым значением и текущим отклонением от базового доступен для чтения по интерфейсу. Признак превышения порога изменения также может быть использован в [логике событий](#).

## 1.7 Логика событий

В модуле может быть настроено до 32 разных событий. Каждое событие может быть либо в активном, либо не в активном состоянии. Состояние определяется с помощью настроенной логики срабатывания события. Входными условиями для построения логики срабатывания могут служить следующие признаки, связанные с заданным измерением:

- **Неисправность** — активно, если обнаружена неисправность канала, к которому относится измерение
- **Предупреждение** — признак выполнения условия [тревоги](#) уровня “Предупреждение” для данного измерения
- **Останов** — признак выполнения условия [тревоги](#) уровня “Останов” для данного измерения

- **Порог отклонения** — признак превышения порога на изменение значения для данного измерения

Эти признаки могут объединяться в логическое выражение с помощью стандартных логических элементов “И” (истина, только если оба входных признака истины), “ИЛИ” (истина, если хотя бы один признак истин), “НЕ” (изменение истины на ложь и наоборот). Общее суммарное количество использованных признаков и логических элементов в логике срабатывания одного события ограничено 32-мя элементами.

Особенным образом обрабатывается Z-состояние для признаков тревог: входы с таким состоянием не учитываются в логике. То есть, если значение на одном входе “И” или “ИЛИ” находится в третьем состоянии, то результат обоих этих элементов соответствует значению второго входа. Если на всех входах логического элемента значение Z, то и выход логического элемента соответствует Z. Если результат всего логического выражения Z, то событие находится в неактивном состоянии.

Состояние событий может быть прочитано по интерфейсу. Кроме того, события могут использоваться для сохранения выборок. Каждому событию может быть назначен список каналов, выборки по которому будут сохранены. Если событие изменило свое состояние с неактивного на активное, то по каждому настроенному каналу будет сохранена ближайшая выборка (если присутствует канал, по расчету признаков измерений которого сработало событие, то сохраняется текущая выборка, которая соответствует этому расчету, для остальных каналов — следующая полученная выборка).

## 1.8 Сброс конфигурации модуля и режим аварийной загрузки

При нажатии и долгим (в течение 10 секунд) удержании потайной аппаратной кнопки сброса модуля (обозначена “R” на корпусе модуля) модуль вместо стандартной загрузки выполняет следующие действия:

- Выполняется сброс настроек модуля на настройки по умолчанию. Это позволяет восстановить известные настройки интерфейса, если они были забыты, чтобы знать как подключиться и настроить модуль. При сбросе настроек устанавливаются следующие параметры:
  - Modbus TCP (Ethernet): IP-адрес 192.168.0.1, TCP-порт 502.
  - Modbus RTU (RS485): адрес устройства 192, скорость передачи 115200 бод, бит четности отключен.

Этих параметров достаточно для подключения. Остальные параметры могут быть заданы уже через интерфейс с помощью программы **Конфигуратор**.

- Модуль переходит в режим загрузчика для возможности аварийного обновления прошивки по Ethernet. Это позволяет выполнить обновление даже в случаях, если по какой-то причине будет зашита прошивка с проблемой, не дающей обновиться обычным образом. Однако при штатной работе с модулем эта возможность не должна понадобиться. В этом режиме модуль быстро мигает светодиодом “ПИТ.”, а светодиод “РАБ.” погашен. Модуль будет находиться в режиме загрузчика до выполнения обновления прошивки или до обычного сброса коротким нажатием кнопки “R” (или отключением питания).

Таким образом, если нужно только сбросить настройки модуля, то нужно сперва выполнить долгое нажатие кнопки сброса, после чего дождаться быстрого мигания светодиода “ПИТ.” и выполнить обычный сброс уже коротким нажатием кнопки сброса для загрузки в обычном режиме с настройками по умолчанию.

## Глава 2

# Предоставляемое программное обеспечение

Для работы с модулем ВИБ-8 предоставляется следующее законченное бесплатное программное обеспечение:

- **VIB8 Configurator** — программа предназначена для настройки модуля ВИБ-8. Также позволяет обновить прошивку модуля. Подробное описание программы приведено в [разделе 2.1](#). Установщик для Windows можно скачать по адресу <http://www.lcard.ru/download/vib8configurator-setup.exe>.
- **VIB8 View** — демонстрационная программа, отображающая данные от модуля: значения измерений, признаки исправности каналов, признаки тревог, состояния событий, а также графики с выборками по каждому каналу. Подробное описание программы приведено в [разделе 2.2](#). Установщик для Windows можно скачать по адресу <http://www.lcard.ru/download/vib8view-setup.exe>. Программа предназначена для проверки работы модуля. В случае, если ее функционала не достаточно, пользователь может подключить модуль к SCADA-системе или другим программным комплексам с поддержкой протокола Modbus, написать программу самостоятельно или заказать разработку специализированного ПО в “Л Кард” .

В случае запроса клиентов могут быть также предоставлены версии данных программ под ОС Linux.

## 2.1 Конфигуратор

Программа **VIB8 Configurator** (далее просто **Конфигуратор**) предназначена для изменения настроек модуля. Для работы модуль должен быть хотя бы один раз сконфигурирован. При передаче настроек в модуль они записываются в энергонезависимую память и будут использоваться модулем до следующей записи конфигурации или до сброса настроек на значения по умолчанию с помощью долгого нажатия кнопки сброса, как описано в [главе 1.8](#).

Основное окно программы представлено на [рисунке 2.1](#).

В верхней части располагается (стандартно для Windows-приложений) меню программы с основными действиями, а также панель инструментов, предоставляющая быстрый доступ к основным пунктам меню. В тексте при описании действий будет

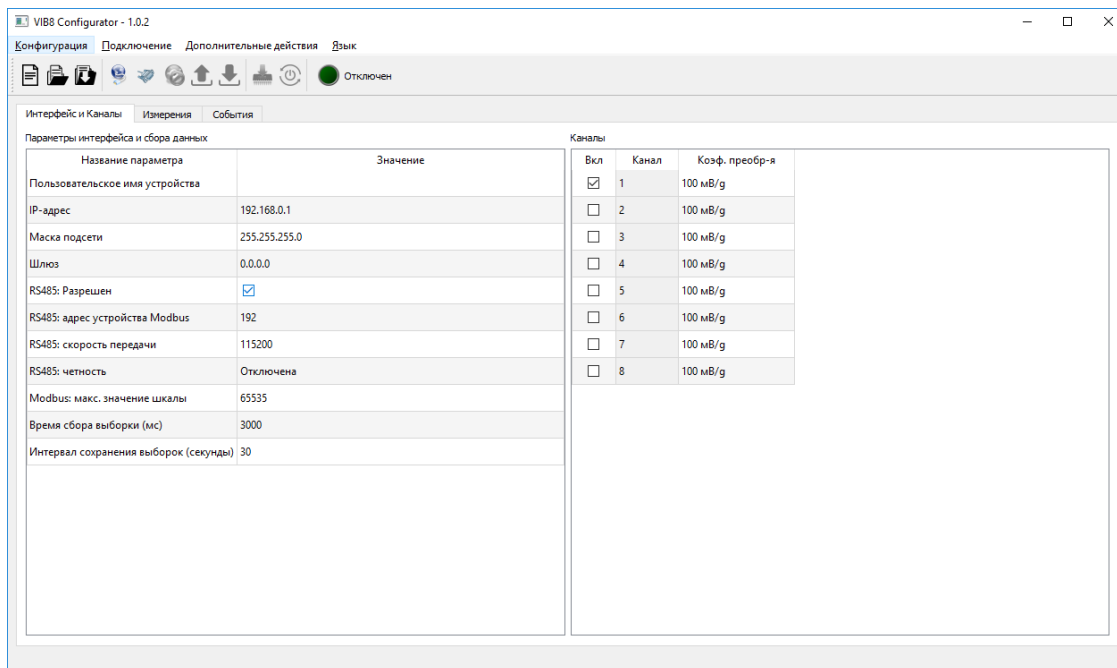


Рис. 2.1: Интерфейс программы VIB8 Configurator

указываться их расположение в меню, но всегда подразумевается, что их можно вызвать из панели инструментов или через горячие клавиши. На панели инструментов отображается также состояние соединения с модулем.

Остальную часть экрана занимает редактор конфигурации, который состоит из нескольких разделов настроек, каждый из которых будет описан в последующих главах. Вкладки разделов располагаются в естественном для создания конфигурации порядке, т.е. обычно следует при создании новой конфигурации выполнять настройки, начиная с крайней левой вкладки и заканчивая самой правой, т.к. часть параметров последних могут зависеть от первых. Но всегда есть возможность перейти к любому разделу и поменять какие-то настройки.

### 2.1.1 Редактируемая конфигурация и конфигурация модуля

Для запуска **Конфигуратора** и редактирования в нем конфигурации сам модуль может не требоваться. **Конфигуратор** хранит свою копию настроек модуля — текущую редактируемую конфигурацию, которую и изменяет пользователь в окне редактора.

Текущую редактируемую конфигурацию всегда можно сохранить в файл, чтобы перенести на другую машину или чтобы сохранить текущую копию (или несколько) для возможности потом вернуться к ней. Для этого нужно воспользоваться пунктом меню “Конфигурация” → “Сохранение конфигурации в файл...”, а затем в появившемся диалоговом окне выбрать имя файла для сохранения. Для восстановления конфигурацию из файла нужно использовать пункт меню “Конфигурация” → “Загрузка конфигурации из файла...” и выбрать в диалоговом окне ранее сохраненный файл с конфигурацией, после чего вместо текущей редактируемой конфигурации (которая будет потеряна, если не была сохранена) в редактор будет загружена и отображена конфигурация из файла. В любой момент можно сбросить текущую редактируемую конфигурацию и начать создавать ее с нуля, выбрав “Конфигурация” → “Новая конфигурация”.

**Конфигуратор** при выходе всегда сохраняет текущую редактируемую конфигурацию в своих настройках и загружает ее при следующем запуске, поэтому специально сохранять конфигурацию при выходе, чтобы при запуске продолжить ее редактировать с того же места, не требуется.

При подключении к модулю (как описано в [главе 2.1.2](#)) появляются дополнительные два действия для синхронизации редактируемой конфигурации с конфигурацией модуля:

- Для записи текущей конфигурации в модуль необходимо выбрать пункт меню “*Конфигурация*” → “*Запись конфигурации*”, в результате чего конфигурация модуля будет обновлена и будет соответствовать редактируемой конфигурации программы. В случае, если при записи конфигурации были изменены настройки интерфейсов связи, то для того, чтобы они вступили в силу, необходимо выполнить перезагрузку модуля, которая может быть выполнена автоматически по команде. В этом случае будет выведено соответствующее сообщение ([рисунок 2.2](#)). При выборе “Да” модуль будет перезагружен.

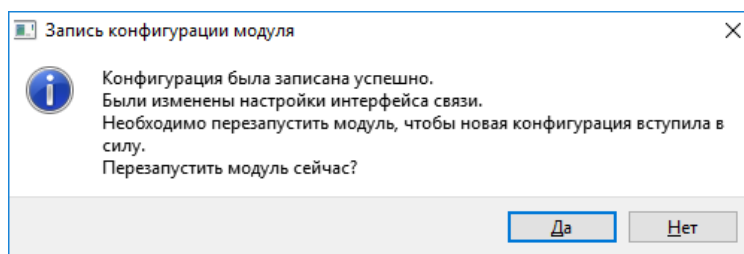


Рис. 2.2: Предупреждение о необходимости перезагрузки при смене настроек интерфейсов

Если же параметры интерфейсов не изменились, то модуль на лету обновляет настройки и перезагрузка не требуется. В этом случае по завершению записи будет выведено сообщение, показанное на [рисунке 2.3](#).

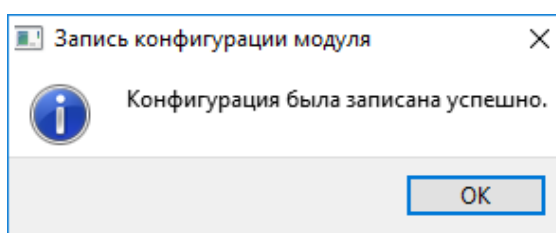


Рис. 2.3: Сообщение о успешной записи настроек в модуль

- Для чтения конфигурации из модуля необходимо выбрать пункт меню “*Конфигурация*” → “*Чтение конфигурации*”, по которому текущая редактируемая конфигурация будет заменена (при этом она будет потеряна, если не была сохранена в файл) на текущую конфигурацию, считанную из модуля. Дополнительных сообщений по данному действию не выводится, только обновляется редактор в соответствии со считанной конфигурацией.

При установке связи с модулем ([глава 2.1.2](#)) в диалоге подключения присутствует настройка “Автоматически прочитать конфигурацию модуля”. Если эта опция отмечена, то сразу после подключения будет прочитана конфигурация модуля и отображена

в окне редактора. Эта опция удобна, когда нужно подключиться к настроенному модулю, чтобы посмотреть его конфигурацию и при желании изменить, т.к. при подключении сразу отображаемая конфигурация будет соответствовать конфигурации модуля без ручного чтения. Когда же нужно загрузить в модуль ранее созданную отдельно конфигурацию, чтение конфигурации из модуля может мешать и эту опцию можно отключить.

## 2.1.2 Подключение к модулю

Для записи конфигурации в модуль, просмотра его текущей конфигурации или выполнения дополнительных служебных действий (обновление прошивки), необходимо установить связь с самим модулем.

Подключение может быть выполнено по любому из поддерживаемых модулем интерфейсу: Ethernet или RS485. Для подключения необходимо знать настроенные параметры интерфейса у модуля. Если настройки по какой-то причине не известны, то можно выполнить сброс настроек на настройки по умолчанию с помощью долгого нажатия кнопки сброса, как описано в [разделе 1.8](#).

После успешного подключения к модулю светодиод состояния подключения на панели инструментов будет отображаться горящим зеленым, а справа от него выведена информация о модуле (серийный номер, версия прошивки) о подключенном модуле ([рисунки 2.4](#)). Также станут доступны действия, которые требуют наличия подключения модуля.

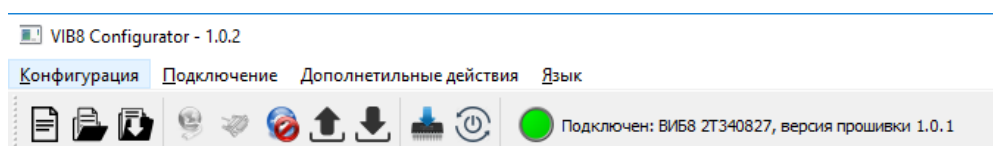


Рис. 2.4: Отображение состояния соединения с модулем и информации о подключенном модуле

### 2.1.2.1 Подключение к модулю по Ethernet

Для подключения к модулю по Ethernet необходимо выбрать пункт меню “Подключение” → “Установить соединение...”. В результате чего откроется диалог ([рисунки 2.5](#)), в котором необходимо ввести настроенный IP-адрес модуля. Следует от-

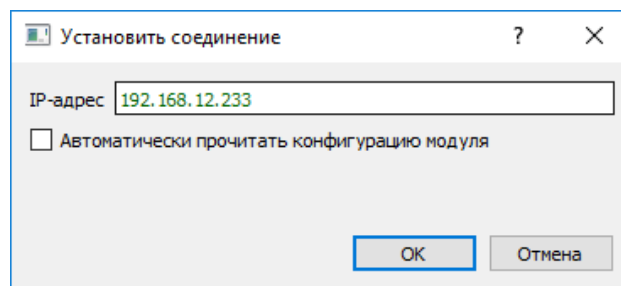


Рис. 2.5: Диалог подключения к модулю по интерфейсу Ethernet

метить, что для успешного подключения указанный IP-адрес должен быть доступен

с машины, на которой запущен **Конфигуратор**. При подключении в локальной сети или напрямую “точка-точка” у компьютера должен быть назначен адрес из той же подсети, что и адрес модуля. Подробнее про настройку IP-адресов описано в статье [http://www.lcard.ru/support/faq/tcpip\\_settings](http://www.lcard.ru/support/faq/tcpip_settings).

### 2.1.2.2 Подключение к модулю по RS485

Для подключения к модулю по RS485 необходимо выбрать пункт меню “Подключение” → “Установить соединение по RS485...”. В результате чего откроется диалог (рисунок 2.6), в котором необходимо ввести следующие параметры:

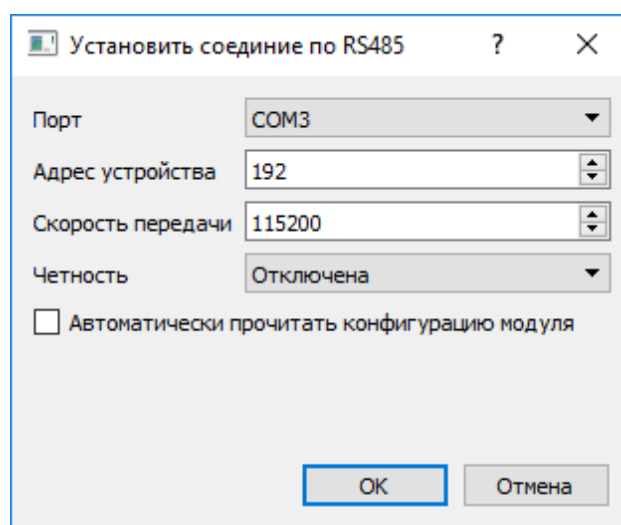


Рис. 2.6: Диалог подключения к модулю по интерфейсу RS485

- **Порт** — необходимо указать COM-порт, через который выполняется доступ к шине RS485. В диалоге доступны для выбора все реально существующие COM-порты на данном компьютере. Это может быть как номер физического COM-порта при использовании переходника RS485 на RS232, так и номер виртуального COM-порта при использовании переходника RS485 на USB, который можно посмотреть в диспетчере устройств Windows.
- **Адрес устройства** — адрес устройства на шине Modbus, заданный в настройках модуля.
- **Скорость передачи** — скорость передачи интерфейса RS485. Должна соответствовать заданной в настройках модуля.
- **Бит четности** — использование бита четности при передаче по RS485. Должно соответствовать заданному значению в настройках модуля.

### 2.1.3 Настройка параметров интерфейса, общих параметров сбора и каналов

Первая страница редактора конфигурации разделена на две половины — в левой отображаются настройки интерфейсов связи и общие настройки сбора, а в правой — настройки каналов (рисунок 2.7).



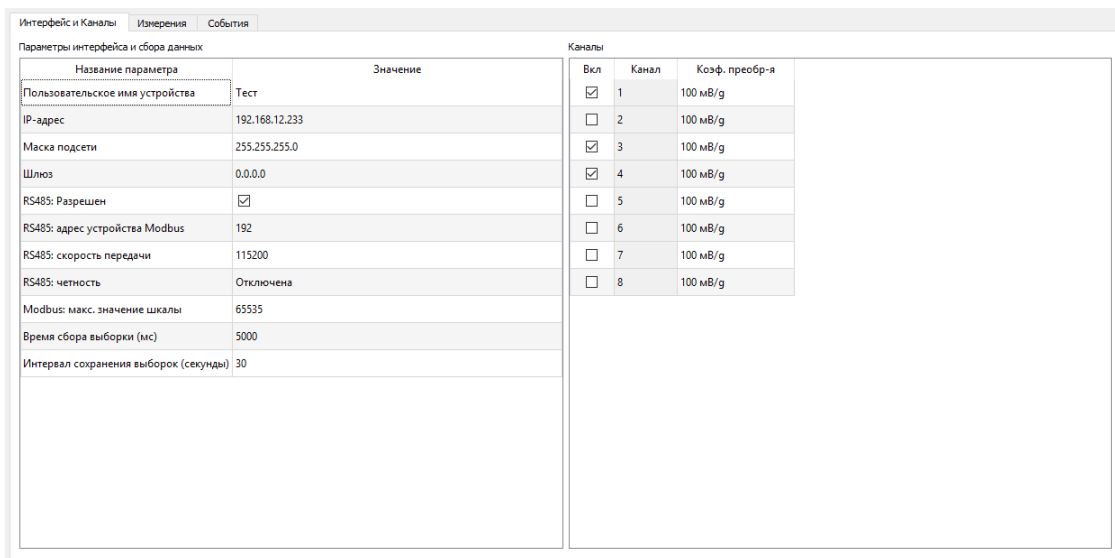


Рис. 2.7: Страница настройки параметров интерфейса и каналов

### 2.1.3.1 Настройка параметров интерфейса и общих параметров сбора

В таблице “Параметры интерфейса и сбора данных” в первом столбце отображаются названия настраиваемых параметров, а во втором столбце значения, соответствующие этим параметрам. Для редактирования значения (как и в остальных таблицах) можно два раза нажать левой кнопкой мыши по ячейке, или выделить ячейку левой кнопкой мыши и начать вводить значение на клавиатуре (за исключением логических элементов, для которых отображается поле-флаг, в котором можно установить или снять отметку левой кнопкой мыши).

В этой таблице можно задать следующие значения:

- **Пользовательское имя устройства.** В данной настройке пользователь может задать произвольную строку, которая будет ассоциироваться с данным конкретным модулем. В текущей прошивке это значение никак не влияет на логику работы модуля.
- **IP-адрес** — IP-адрес, назначенный модулю при работе по Ethernet. Представляет собой 4 числа от 0 до 255, разделенные точками. Модуль всегда использует явно заданный статический адрес. Каждый модуль должен иметь уникальный среди всех подключенных устройств и компьютеров адрес в сети. Именно это значение нужно указать при подключении к конкретному модулю.
- **Маска подсети** — определяет, какая часть IP-адреса относится к адресу сети, а какая — к адресу модуля внутри сети. Для адресов из диапазона 192.168.x.x как правило используется маска подсети 255.255.255.0, что означает, что первые 3 числа в адресе соответствуют адресу сети, а последнее — адресу устройства внутри сети.
- **Шлюз** — IP-адрес шлюза. Используется при работе по Ethernet, если компьютер и модуль находятся в разных логических сетях. Если подключение к модулю идет с адреса, который не относится к той же сети, что и адрес модуля, то модуль шлет ответ по адресу из данной настройки. В локальной сети не имеет значения.

- **RS485: Разрешен** — устанавливает, разрешена ли работа интерфейса RS485. Если не отмечено, то модуль вообще не использует интерфейс RS485. При этом по Ethernet модуль работает всегда, независимо от каких-либо настроек.
- **RS485: адрес устройства Modbus** — определяет Modbus адрес устройства. Используется при подключении нескольких устройств к одному интерфейсу RS485 для указания, какому устройству идет запрос. У каждого подчиненного устройства, подключенного к одному RS485 интерфейсу, должен быть свой уникальный адрес. Может принимать значения от 1 до 255. Этот адрес указывается при подключении к устройству по шине Modbus.
- **RS485: скорость передачи** — определяет скорость передачи по интерфейсу RS485 в бодах.
- **RS485: четность** — определяет, как используется дополнительный 9-ый бит при передаче байта данных по RS485. Если установлено “Отключена”, то передается только 8 бит данных, иначе в девятом бите передается признак четности или нечетности первых восьми бит для проверки целостности данных.
- **Modbus: макс. значение шкалы** — для данных, которые передаются по Modbus в виде количества процентов от пользовательской шкалы (тип U16S — [глава 3.1.1](#)), данная настройка определяет код, который соответствует значению 100%. Максимальный код 65535.
- **Время сбора выборки (мс)** — определяет длительность всех сохраняемых выборок (как по событиям, так и по периодическому таймеру) в миллисекундах. Может быть от 1000 до 5000 мс.
- **Интервал сохранения выборок (секунды)** — время периодического сохранения выборок по таймеру. Раз за данный интервал будут сохраняться выборки по каждому разрешенному каналу независимо от наличия событий.

### 2.1.3.2 Настройка каналов сбора

В таблице “Каналы” можно настроить, с каких каналов будет осуществляться сбор данных, а также параметры, общие для всего канала.

Каждая строка в таблице соответствует своему каналу, а каждый столбец — параметру. Представлены следующие столбцы:

- **Вкл** — Определяет, разрешен ли сбор с данного канала (будет ли модуль опрашивать этот канал в цикле опроса каналов).
- **Канал** — Отображает номер канала, которому соответствует данная строка (не доступен для изменения).
- **Коэф. преобр-я** — коэффициент, определяющий соответствие электрической величины и физической. Задается в мВ/г. Должен соответствовать подключенному к данному каналу датчику.

## 2.1.4 Настройка параметров измерений

Каждому каналу соответствует набор измерений — результирующих величин, которые рассчитываются по данным от измерительного канала. В текущей версии модуль ВИБ-8 может вычислять два типа измерений:

- RMS виброускорения
- RMS виброскорости

**Конфигуратор** всегда создает два соответствующих измерения на каждый разрешенный (раздел 2.1.3.2) канал. Настройки измерений разделены на две таблицы, каждая из которых расположена на своей странице: “Общие параметры” и “Уставки”. В каждой таблице каждому измерению соответствует своя строка, а каждому параметру — столбец. Количество строк изменяется в зависимости от количества разрешенных каналов.

Канал	Измерение	Единицы изм-я	Минимум	Максимум	Значение при отказе	Порог отклон-я	ФВЧ	ФНЧ
1	Виброускорение	м/с <sup>2</sup>	0	100	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 100 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 3 000 Гц
1	Виброскорость	мм/с	0	25	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 10 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 1 000 Гц
3	Виброускорение	м/с <sup>2</sup>	0	100	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 100 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 3 000 Гц
3	Виброскорость	мм/с	0	25	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 10 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 1 000 Гц
4	Виброускорение	м/с <sup>2</sup>	0	100	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 100 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 3 000 Гц
4	Виброскорость	мм/с	0	25	0	3 %	<input checked="" type="checkbox"/> 10 Гц	<input checked="" type="checkbox"/> 1 000 Гц

Рис. 2.8: Страница настройки общих параметров измерений

В таблице общих настроек измерения (рисунок 2.8) отображены следующие параметры:

- **Канал** — в данном столбце отображается номер канала, которому соответствует измерение.
- **Измерение** — в данном столбце отображается название измерения (виброускорение или виброскорость), которому соответствует строка.
- **Единицы изм-я** — в данном столбце отображаются единицы измерения текущей величины. Все значения, связанные с данным измерением, если не указано иное, представлены в этих единицах измерения.
- **Минимум** и **Максимум** — данные параметры задают пределы пользовательской шкалы. Результирующая величина ограничивается этими пределами, т.е. если реальное измерение выходит за границу, то оно будет заменено значением заданной границы. Все величины, представленные в процентах от шкалы, вычисляются именно относительно шкалы, заданной этими двумя параметрами.

- **Значение при отказе** — определяет значение, на которое будет заменено рассчитанное значение измерения, в случае, если обнаружена неисправность канала.
- **Порог отклон-я** — задает порог на изменение значения величины измерения в процентах от шкалы, как описано в [разделе 1.6](#).
- **ФВЧ и ФНЧ** — данные параметры задают частоту среза используемых фильтров верхних и нижних частот соответственно. ФВЧ определяет нижнюю отслеживаемую частоту, а ФНЧ — верхнюю. За пределами этих частот АЧХ начинает постепенно уменьшаться. Помимо значения каждая настройка имеет флаг. Если отметка флага снята, то данный фильтр вообще не используется. Предельные значения зависят от типа измерения (2 - 3000Гц для виброускорения и 2 - 1000 Гц для виброскорости).

Интерфейс и Каналы							
Общие параметры		Уставки					
Канал	Измерение	Предупреждение: Условие	Предупреждение: Низ	Предупреждение: Верх	Останов: Условие	Останов: Низ	Останов: Верх
1	Виброускорение	Выше		30	Выше		70
1	Виброскорость	Выше		10	Выше		15
3	Виброускорение	Запрещено			Запрещено		
3	Виброскорость	Запрещено			Запрещено		
4	Виброускорение	Запрещено			Запрещено		
4	Виброскорость	Вне интервала	1	10	Запрещено		

Рис. 2.9: Страница настройки уставок для измерений

В таблице “Уставки” ([рисунок 2.9](#)) задаются пороги и условия для определения признаков тревог, как описано в [главе 1.5](#):

- **Канал и Измерение** — отображают номер канала и тип измерения, которым соответствует данная строка таблицы.
- **Предупреждение: Условие** — Условие для проверки сигнала тревоги уровня “Предупреждение”.
- **Предупреждение: Низ и Предупреждение: Верх** — Нижний и верхний порог соответственно для тревоги уровня “Предупреждение”. Доступность настройки этих полей определяется выбором условия.
- **Останов: Условие** — Условие для проверки сигнала тревоги уровня “Останов”.
- **Останов: Низ и Останов: Верх** — Нижний и верхний порог соответственно для тревоги уровня “Останов”. Доступность настройки этих полей определяется выбором условия.

### 2.1.5 Настройка событий

На странице “События” ([рисунок 2.10](#)) можно настроить параметры событий и логику их срабатывания, которые описаны в [главе 1.7](#).

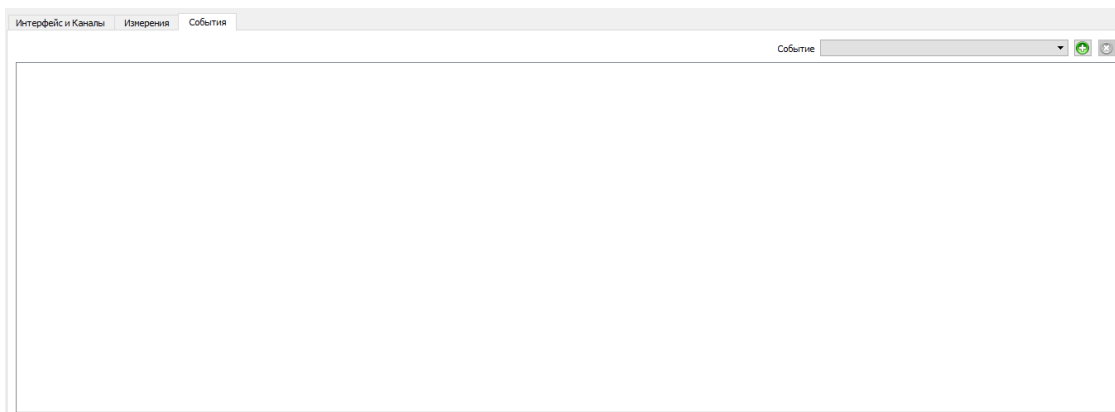


Рис. 2.10: Страница настройки событий

Основную часть страницы занимает поле, в котором настраивается логика срабатывания редактируемого в данный момент события. Сверху справа отображается меню выбора текущего события для редактирования, добавления и удаления событий.

Изначально в конфигурации нет настроенных событий. Для добавления события нужно нажать кнопку со знаком “+” зеленого цвета в правом верхнем углу страницы редактора. После этого событие отобразится в поле выбора текущего события слева от кнопки добавления и в поле настройки схемы управления появится один элемент, соответствующий самому событию (рисунки 2.11).

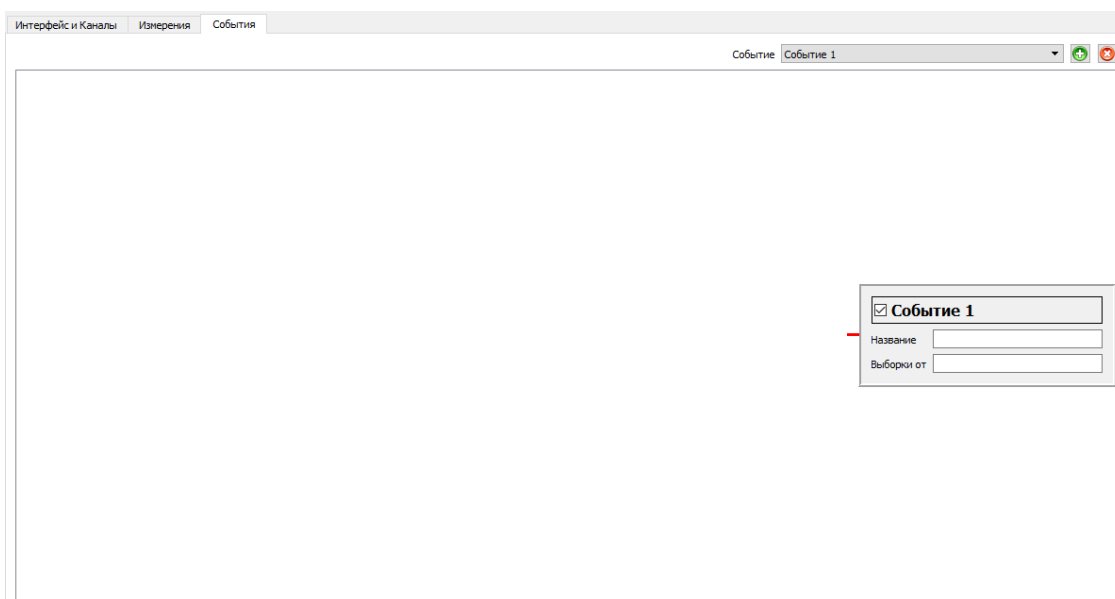


Рис. 2.11: Создание нового события

Так можно добавить до 32-х событий. При этом в поле “Событие” выбирается, какое событие в настоящий момент отображается в поле редактора схемы (рисунки 2.12). При нажатии красной кнопки с крестом справа от кнопки добавления события текущее редактируемое событие будет полностью удалено (при этом номера последующих событий уменьшатся на 1).

Настройки самого события редактируются напрямую в элементе на схеме, соответствующем событию. В нем можно настроить разрешение события, задать пользовательское имя, а также выбрать, выборки с каких каналов будут сохраняться по этому событию.

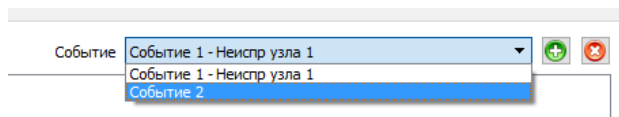


Рис. 2.12: Выбор настраиваемого события

тию. Для последнего нужно нажать левой кнопкой мыши по полю справа от надписи “Выборки от”, в результате чего откроется диалог назначения каналов (рисунок 2.13).

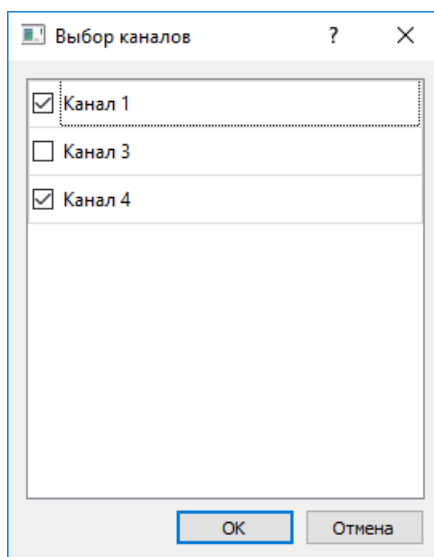


Рис. 2.13: Назначение каналов для сохранения выборок по событию

В нем отображаются все разрешенные каналы. Необходимо отметить нужные и нажать “Ок”, после чего список каналов будет перечислен в самом элементе события на схеме (рисунок 2.14).

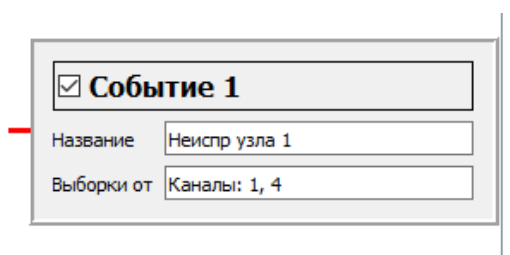


Рис. 2.14: Событие с настроенным именем и каналами сохранения выборок

Логика срабатывания события задается в виде блок-схемы, где ко входам элементов подключается выход других элементов. Т.е. создание идет справа налево. Для подключения нового элемента необходимо навести мышкой на неподключенный вход (выделен красным) и нажать левой кнопкой мыши. В результате появится диалог выбора элемента (рисунок 2.15) из стандартного набора элементов, описанных в главе 1.7.

После выбора элемента он будет добавлен на схему и выходом подключен к соответствующему входу. На рисунке 2.16 показано, как выглядит схема, если подключить на вход события элемент “ИЛИ”.

Если нажать левой кнопкой по уже подключенному входу, то новый элемент будет вставлен между выходом ранее подключенного элемента (он будет подключен к первому

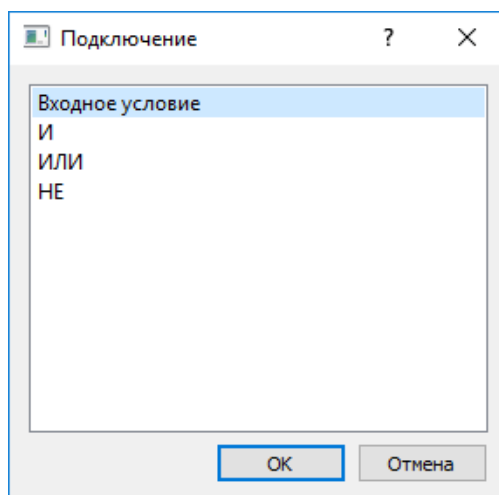


Рис. 2.15: Диалог выбора элемента для подключения ко входу



Рис. 2.16: Событие с подключенным одним логическим элементом на входе

входу нового) и входом, к которому добавлялся элемент. Т.е. если в предыдущей схеме нажать левой кнопкой на входе элемента события и выбрать элемент “И”, то получится схема, изображенная на [рисунке 2.17](#).



Рис. 2.17: Событие с вставленным вторым логическим элементом

Если нажать на вход правой кнопкой мыши, то будет отображено меню с полным списком доступных действий ([рисунок 2.18](#)):

- “Подключить...” — добавить новый элемент к неподключенному входу (аналогично нажатию левой кнопки мыши по неподключенному входу).
- “Вставить элемент...” — вставить новый элемент между подключенным входом и выходом ранее подключенного элемента (аналогично нажатию левой кнопки мыши по подключенному входу).
- “Удалить все подключенные элементы” — все подключенные к данному входу

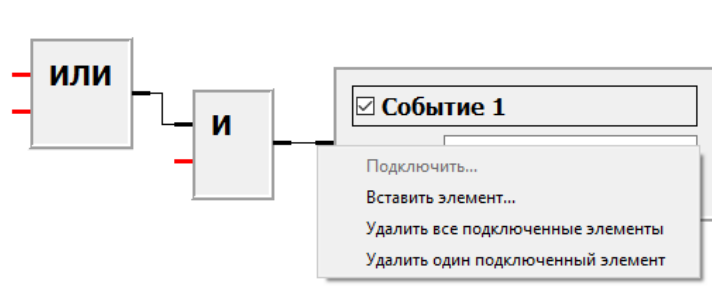


Рис. 2.18: Контекстное меню подключения/удаления логических элементов

элементы будут удалены из схемы. Т.е. при выборе этого действия на [рисунке 2.18](#) будут удалены и элемент “И”, и элемент “ИЛИ”.

- “Удалить один подключенный элемент” — будет удален только элемент, выход которого непосредственно подключен к выбранному входу, а элементы, подключенные к первому входу удаленного элемента, станут подключены к входу, к которому был подключен выход удаляемого элемента (т.е. при выборе этого действия на [рисунке 2.18](#) будет удален элемент “И”, а “ИЛИ” подключен ко входу элемента события). Если у удаляемого элемента было больше одного входа и к обоим были подключены дополнительные элементы, то элементы, подключенные ко второму входу, будут удалены из схемы.

При удалении элементов будет запрошено соответствующее подтверждение действия ([рисунк 2.19](#)).

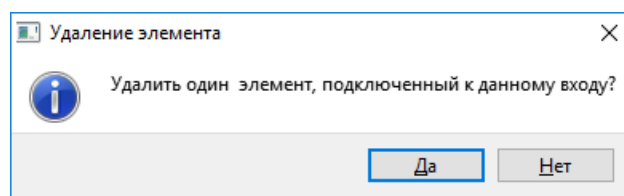


Рис. 2.19: Предупреждение при удалении логического элемента

При добавлении элемента входного условия появится диалог выбора измерения, условие для которого будет использоваться в качестве выходного значения ([рисунк 2.20](#)). В таблице “Канал” нужно выбрать канал, к которому относится измерение (отображаются все разрешенные каналы), а в таблице “Измерение” выбрать тип измерения и нажать “Ок”. Выбранное измерение отображается в элементе в поле “Измерение” как <номер канала>/<название измерения>. При нажатии на это поле левой кнопкой мыши снова откроется диалог выбора измерения для возможности его изменить.

Также в добавленном элементе “Входное условие” можно выбрать, какой из признаков, связанных с выбранным измерением, будет использован, как показано на [рисунке 2.21](#).

В конечной логической схеме все входы должны быть подключены. Пример законченной логической схемы приведен на [рисунке 2.22](#). При данной схеме событие активно, если сработала тревога уровня “Останов” по любому из двух измерений (виброускорение или виброскорость), при этом канал исправен, а также нет тревоги по четвертому



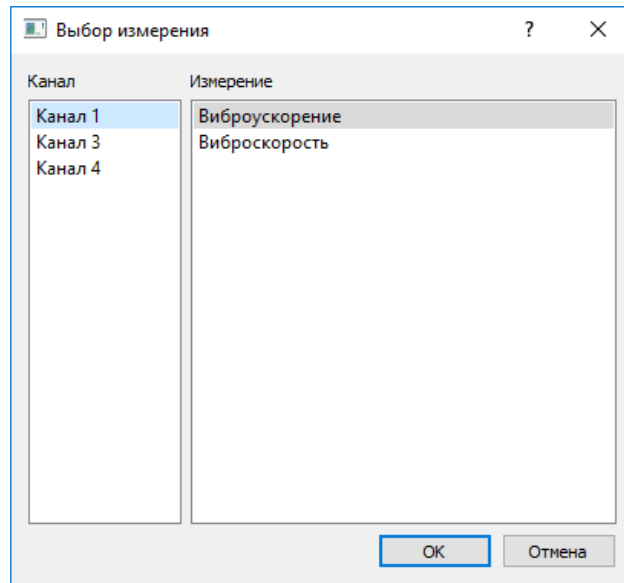


Рис. 2.20: Выбор измерения для входного условия

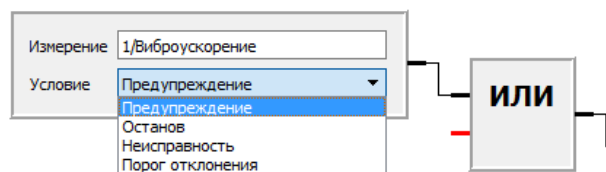


Рис. 2.21: Выбор входного условия условия

каналу по виброускорению. Если бы не было объединения по “И” с отрицанием неисправности, то при неисправности вся верхняя ветвь бы не использовалась в условии и условие бы сработало при отсутствии тревоги на четвертом канале.

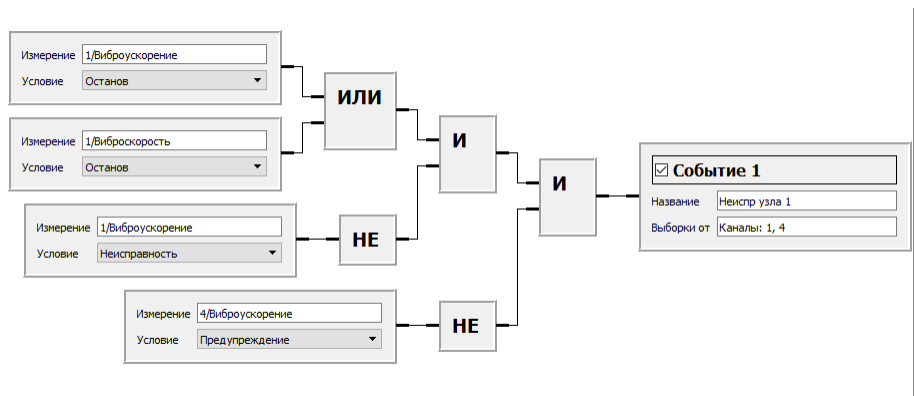


Рис. 2.22: Пример законченной настройки логического условия для события

## 2.1.6 Обновление прошивки модуля

**Конфигуратор** также позволяет выполнить обновление прошивки. Обновление может выполняться как по Ethernet, так и по RS485. Для обновления необходимо два файла — собственно файл прошивки (расширение .bin) и файл подписи прошивки. Файл подписи, соответствующий новой прошивке, должен лежать вместе с файлом прошивки и иметь то же имя с добавлением .sig.

Для обновления по Ethernet используется протокол TFTP и его работа не должна быть заблокирована Брандмауером (его можно отключить на время обновления или настроить правила для разрешения TFTP).

Для обновления необходимо выбрать пункт меню “Дополнительные действия” → “Обновление прошивки...”, после чего в открывшемся диалоге выбрать файл прошивки. Модуль будет переведен в режим загрузчика и ему передана новая прошивка, которая будет проверена модулем и записана в его энергонезависимую память. Прогресс обновления показан в отдельном окне (рисунок 2.23).

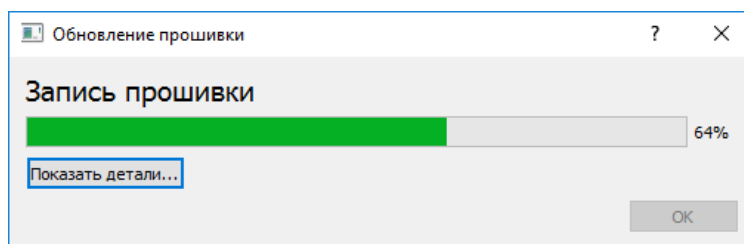


Рис. 2.23: Окно отображения прогресса обновления прошивки

Если по каким-то причинам прошивка пройдет неудачно, то модуль ожидает в режиме загрузчика 30 секунд, после чего, если он так и не получил действительную прошивку, он возвращается в рабочий режим со старой прошивкой и к нему снова можно будет подключиться штатным образом. В режиме загрузчика индикатор “ПИТ.” мигает часто зеленым светом в то время как в рабочем режиме “ПИТ.” горит постоянно.

## 2.2 Демонстрационная программа VIB8View

Программа **VIB8 View** предназначена для отображения всех результатов измерения модуля ВИБ-8. Модуль должен быть предварительно настроен с помощью программы **VIB8 Configurator**.

Основное окно программы представлено на [рисунке 2.24](#).

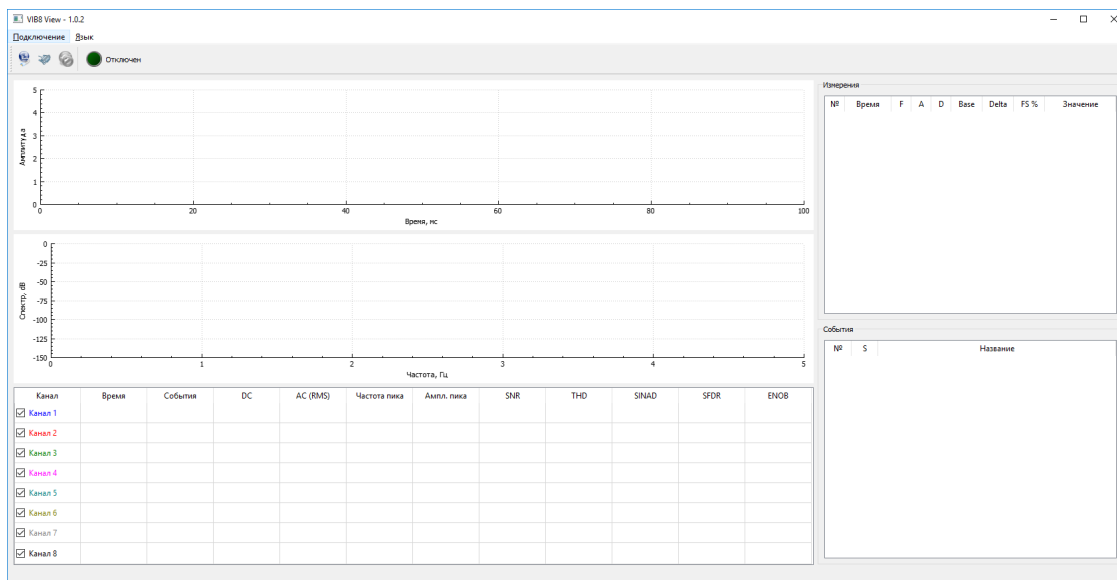


Рис. 2.24: Интерфейс программы **VIB8View**

Аналогично **Конфигуратору**, в верхней части располагается меню программы с основными действиями, а также панель инструментов, предоставляющая быстрый доступ к основным пунктам меню, а также отображающая состояние соединения с модулем.

Для начала отображения данных необходимо установить связь с модулем по одному из поддерживаемых интерфейсов, аналогично тому, как это описано в [главе 2.1.2](#) при описании **Конфигуратора**. После этого программа обновит интерфейс в соответствии с текущими настройками модуля и начнет отображать данные, как показано на [рисунке 2.25](#).

После подключения **VIB8 View** сразу считывает из модуля последние выборки по каждому каналу, состояния каналов с измерениями и состояние событий. В дальнейшем программа отслеживает обновление данных в модуле и при их обнаружении читает из модуля соответствующие данные и обновляет отображаемые значения в интерфейсе программы.

Т.к. модуль выполняет опрос каналов последовательно и данные по разным каналам разнесены по времени, то при отображении состояния каналов и выборок отображается также время, когда соответствующие данные были прочитаны (при этом время получения данных самим модулем узнать невозможно, так как в модуле отсутствуют часы). Это время позволяет сориентироваться, когда были получены данные и опрос каких каналов сейчас идет. Таким образом, при начальном чтении текущих значений после подключения время всех параметров будет приблизительно соответствовать времени самого подключения к модулю. Когда соединение установлено достаточно времени и опрос всех каналов модулем уже прошел после установления этого подключения, время чтения приблизительно соответствует времени получения данных модулем (с незначительной задержкой на время реакции программы).

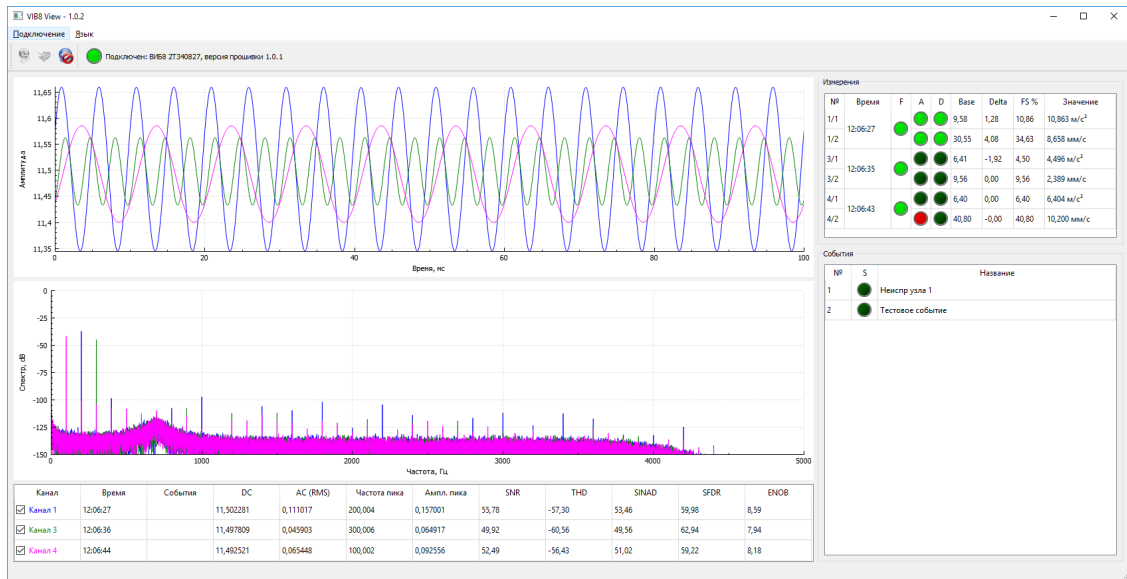


Рис. 2.25: Отображение данных выборок и состояния модуля

Программа **VIB8 View** автоматически отслеживает изменение конфигурации модуля и обновляет интерфейс соответствующим образом. Т.е. возможно одновременно установить соединение с модулем как из **VIB8 View**, так и из **Конфигуратора** и изменить конфигурацию модуля без переподключения в **VIB8 View** (за исключением изменений параметров интерфейсов, требующих перезагрузки модуля).

Основной экран программы разделен на четыре области:

- В левой верхней части отображаются два графика с временным и частотным представлением последней выборки по каждому разрешенному каналу. Данные отображаются в электрических величинах (Вольтах) без перевода в физические. Посмотреть соответствие цветов каналам, а также изменить разрешение/запрещение отображения на графике части каналов можно в таблице ниже графиков, как будет описано далее. При двойном нажатии на график можно вручную задать масштаб (границы отображения).
- В левой нижней части отображается таблица с параметрами, соответствующими отображаемым на графиках выше выборкам. Эти параметры рассчитаны программой по данным выборки, а не самим модулем. Каждая строка таблицы соответствует разрешенному каналу, а столбец — параметру. Пока не установлено соединение с модулем, отображаются строки по всем восьми каналам. При установленном подключении остаются видимыми только строки, соответствующие разрешенным в конфигурации модуля каналам. В таблице отображаются следующие параметры:
  - **Канал** — отображается номер канала, которому соответствует данная строка. Цвет текста надписи соответствует цвету линий на графике, соответствующим выборке этого канала. Флаг в этом поле позволяет разрешать или запрещать отображение данных по этому каналу на графике.
  - **Время** — отображается время, когда программой была прочитана последняя выборка для этого канала.
  - **События** — отображается номер события, по которому была сохранена в модуле данная выборка. Если не было события, а выборка сохранена по периоду.

дическому таймеру, то поле отображается пустым. Если сработало несколько событий, связанных с данной выборкой, то будут перечислены все номера через запятую.

- **DC** — значение постоянной составляющей сигнала в Вольтах
  - **AC(RMS)** — значение RMS переменной составляющей сигнала в Вольтах.
  - **Частота пика** — частота гармоники в спектре с наибольшей амплитудой
  - **Амп. пика** — амплитуда максимальной гармоники в спектре
  - **SNR, THD, SINAD, SFDR, ENOB** — дополнительные параметры, рассчитанные по спектру выборки, значение которых соответствует статье Analog Devices “Understand SINAD, ENOB, SNR, THD, THD + N, and SFDR”.
- В правом верхнем углу отображается таблица с данными по всем разрешенным измерениям. Эти значения (в отличие от параметров, рассчитанных по выборке) получены из самого модуля и представлены в физических величинах. Количество строк в таблице соответствует количеству разрешенных измерений в конфигурации модуля. Столбцы же соответствуют следующим параметрам:
    - **№** — в данном столбце указывается номер измерения, которому соответствует данная строка таблицы, в виде **<номер канала>/<номер измерения внутри канала>**. При наведении на это поле появляется подсказка с названием измерения.
    - **Время** — Указывает время, когда были прочитаны программой последние данные по каналу, которому соответствует измерение.
    - **F** — Индикатор указывает признак неисправности. Общий на все измерения канала. Если горит зеленым, то канал исправен, если красным — обнаружена неисправность. Тип неисправности показывается в подсказке, если навести мышью на горящий красным индикатор неисправности (рисунк 2.26).

Измерения								
№	Время	F	A	D	Base	Delta	FS %	Значение
1/1	16:28:18	●	●	●			0,00	0,000 м/с <sup>2</sup>
1/2		●	●	●			0,00	0,000 мм/с
3/1	16:28:28	●	●	●	0,00	3,21	3,21	3,211 м/с <sup>2</sup>
3/2		●	●	●	0,11	99,89	100,00	25,000 мм/с
4/1	16:28:38	●	●	●			5,75	5,754 м/с <sup>2</sup>
4/2		●	●	●			36,66	9,166 мм/с

События		
№	S	Название
1	●	Неиспр узла 1
2	●	Тестовое событие

Рис. 2.26: Отображение информации о обнаружении неисправности канала

- **A, D** — Признаки тревоги уровня “Предупреждение” и “Останов” соответственно. Зеленый цвет индикатора соответствует отсутствию тревоги, красный — наличию тревоги, если индикатор не горит, то признак соответствует третьему состоянию (не определено)

- **Base** — базовое значение измерения в процентах от шкалы, относительно которого рассчитывается отклонение, как описано ниже. Если еще не было получено первое действительное значение, то отображается пустое поле.
  - **Delta** — отклонение текущего значения от базового в процентах шкалы. Отклонение равно разнице значений столбцов **FS %** и **Base**. Это отклонение сравнивается с порогом на изменение, как описано в [разделе 1.6](#). Если базовое значение недействительно, то отображается пустое поле.
  - **FS %** — текущее значение измерения в процентах от шкалы.
  - **Значение** — текущее значение измерения в физических величинах.
- В правом нижнем углу отображается таблица с текущим состоянием событий. Каждому настроенному событию соответствует своя строка. В столбцах отображается следующая информация:
    - **№** — номер настроенного события
    - **S** — индикатор состояния события. Если горит зеленым — событие не активно (условие не выполняется), если красным — событие активно ([рисунок 2.27](#)).

Измерения								
№	Время	F	A	D	Base	Delta	FS %	Значение
1/1	16:26:18	●	●	●	12,78	12,77	25,56	25,557 м/с <sup>2</sup>
1/2		●	●	●	40,76	40,72	81,48	20,371 мм/с
3/1	16:26:28	●	●	●	3,21	0,00	3,21	3,210 м/с <sup>2</sup>
3/2		●	●	●	6,82	0,00	6,82	1,706 мм/с
4/1	16:26:08	●	●	●	6,40	-0,64	5,75	5,755 м/с <sup>2</sup>
4/2		●	●	●	36,67	0,00	36,67	9,167 мм/с

События		
№	S	Название
1	●	Неиспр узла 1
2	●	Тестовое событие

Рис. 2.27: Отображение состояния события при активации

- **Название** — пользовательское название события, заданное при конфигурации.

## Глава 3

# Описание протокола обмена модуля

Обмен с модулем осуществляется по протоколу Modbus. Поддерживается работа как по Modbus TCP (через Ethernet), так и Modbus RTU (через RS485). Для Modbus TCP используется стандартный TCP-порт — 502. Модуль может работать по обоим интерфейсам одновременно. Модуль поддерживает несколько одновременных соединений от клиентов по Modbus TCP. При этом на RS485 всегда должен быть один клиент (мастер), а устройств может быть несколько, если у каждого задан свой адрес на шине Modbus.

Используется общее для обоих интерфейсов фиксированное адресное пространство, которое описано в следующем разделе. В следующих за ним разделах отдельно описывается последовательность работы с этими регистрами для выполнения определенных операций.

### 3.1 Адресное пространство регистров Modbus

#### 3.1.1 Используемые типы и обозначения

Для описания регистров используются следующие типы данных:

- **U16** — 16-битное беззнаковое целое значение, занимающее один регистр.
- **U16S** — 16-битное беззнаковое значение, масштабируемое по заданному в настройках коду. Используется для передачи значения в процентах от шкалы. Для всех значений этого типа задается общая настройка, которая определяет код, соответствующий значению 100%.
- **U32** — 32-битное беззнаковое целое значение, занимающее два регистра. По указанному адресу хранятся младшие 16 бит, по адресу + 1 — старшие 16 бит.
- **float** — 32-битное значение с плавающей точкой. Занимает два регистра (с указанным адресом и следующим адресом). По указанному адресу хранятся младшие 16 бит, по адресу + 1 — старшие
- **STRN** — строка из ASCII символов, максимальной длины в N байт, занимающей подряд N/2 регистров, начиная с указанного адреса. Конец строки обозначается символом с нулевым кодом. Младший байт первого регистра содержит первый символ, старший байт — второй, младший байт второго регистра — 3-ий символ и т. д.

- **IPAddr** — IPv4 адрес. Занимает два регистра. Хранится как 4 байта, каждый из которых содержит значение одной части адреса, разделенной точкой. Первое число адреса хранится в младшем байте первого регистра, второе — в старшем байте первого регистра, третье — в младшем байте второго регистра и четвертое — в старшем байте второго регистра.
- **TYPENAME** — подчеркивание используется для обозначения составного типа — т.е. набора регистров, каждый из которых описан в отдельной таблице с указанием адресов относительно начала набора. Используется, когда блок одинаковой структуры может присутствовать в разных местах адресного пространства, для избежания повторения описания.

Для адресов, заданных формулой, используются следующие обозначения:

- *I* — номер входного канала модуля (0-7)
- *S* — номер отсчета выборки относительно заданного отсчета (0-61)
- *M* — номер измерения (0-7)
- *E* — номер настройки события (0-31)
- *L* — номер логического элемента логики срабатывания события (0-31)

Столбец «Аттр» указывает, какие операции возможны с этим регистром (R — чтение, W — запись).

### 3.1.2 Регистры адресного пространства Modbus

Адрес	Название	Тип	Аттр	Описание
1	DEVNAME	STR32	R	Название устройства: VIB8.
17	SERIAL	STR32	R	Серийный номер устройства.
33	FWVER	STR32	R	Строка с версией прошивки.
49	BRD_REV	STR16	R	Строка с номером ревизии платы.
97	DEVMODE	U16	R	Режим работы устройства: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 — режим загрузчика</li> <li>• 2 — рабочий режим</li> <li>• 3 — тестовый режим</li> </ul>
98	LAST_WR_ERR	U16	R	Код ошибки для последней операции записи.
1024 + <i>I</i>	ST_CH_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров состояния соответствующего канала. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
1032 + <i>I</i>	ST_WF_RDY_CNT	U16	R	Количество сохраненных выборок по данному каналу.
1040 + <i>I</i>	ST_WF_LAST_ID	U16	R	ID последней сохраненной выборки по заданному каналу.



1048	ST_SET_UP_ID	U16	R	Номер обновления настроек. Каждый раз, когда настройки модуля обновляются без перезагрузки, данное значение увеличивается на 1.
1049	SVC_ADC_USUP	U16	R	Величина измеренного напряжения на служебном АЦП контроля питания. Один разряд соответствует 10 мВ.
1050	ST_EVENTS	U32	R	Состояние настроенных событий. Каждому событию соответствует свой бит. Если бит установлен, то событие активно (условие выполнено).
1280 + 88*I	CH_STATE	<a href="#">CHST</a>	R	Набор из 88 регистров, описывающих текущее состояние соответствующего канала. Состав регистров описан в таблице ниже.
36876	WF_RD_CH	U16	RW	Номер канала, для которого выполняется чтение выборки.
36877	WF_RD_ID	U16	RW	ID выборки, чтение которой выполняется.
36878	WF_RD_OFFS	U32	RW	Номер первого считываемого отсчета выборки.
36880 + 2*S	WF_RD_DATA	U32	R	32-битный код отсчета с номером ( $S + WF\_RD\_OFFS$ ) выборки с идентификатором <a href="#">WF_RD_ID</a> канала <a href="#">WF_RD_CH</a> . $S$ может быть от 0 до 61. Для перевода кода в Вольты и физические величины используются коэффициенты из <a href="#">WF_INFO_K_E</a> и <a href="#">WF_INFO_K_P</a> .
37120	WF_INFO_CH	U16	R	Номер канала, для которого выполняется чтение выборки (значение, записанное в <a href="#">WF_RD_CH</a> ).
37121	WF_INFO_ID	U16	R	ID выборки, чтение которой выполняется (значение, записанное в <a href="#">WF_RD_ID</a> ).
37122	WF_INFO_SIZE	U32	R	Общее количество отсчетов в читаемой выборке.
37124	WF_INFO_FREQ	float	R	Частота отсчетов выборки (Гц)
37126	WF_INFO_K_E	float	R	Коэффициент перевода из кода отсчета в электрическую величину (В) для считываемой выборки: $V = SAMPLE * K\_E$

37128	WF_INFO_K_P	float	R	Коэффициент перевода из электрической величины в физическую (в м/с <sup>2</sup> ): $A = V * K\_P$
37130	WF_INFO_EVENTS	U32	R	Маска событий, указывающая, по каким событиям была сохранена выборка (если 0 — сохранена по периодическому таймеру). Установленный бит означает, что событие активно при сохранении выборки, и что для него было настроено сохранение выборки от данного канала.
37132-37151	WF_INFO_RESVD	U16[20]	R	Резервные поля с информацией о выборке (читаются нулями).
37152	WF_INFO_CHST	<a href="#">CHST</a>	R	Состояние канала, которому соответствует выборка, на момент сохранения выборки.
45056	CUR_SETTINGS	<a href="#">SET</a>	R	Текущие настройки модуля, которые использует модуль для обработки в данный момент (напрямую не изменяются).
53248	MUT_SETTINGS	<a href="#">SET</a>	RW	Изменяемые настройки модуля. Используются для передачи настроек для их последующей записи и обновления.
61440	SETTINGS_CMD	U32	W	Запись в данный регистр специального 32-битного слова приводит к выполнению команды, связанной с настройками.
61455	SETTINGS_UP_REBOOT_REQ	U16	R	Если прочитанное значение не 0, то для вступления в силу записанных настроек необходимо перезагрузить модуль.
65280	REBOOT_CMD	U16[4]	W	Запись 4-х регистров специальными значениями приводит к перезагрузке модуля.

### 3.1.3 Регистры состояния канала CHST (88 регистров)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	CH_STATUS	U16	<p>Статус канала. Определяет есть ли данные по каналу и действительны ли они. Возможные значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0xFFFF — нет данных по каналу (начальное значение при старте или после обновления настроек, пока не было выполнено ни одного цикла по каналу)</li> <li>• 0 — данные действительны, канал в исправном состоянии</li> <li>• 1 — обнаружено короткое замыкание линий подключения датчика</li> <li>• 2 — обнаружен обрыв линий подключения датчика</li> </ul>
1-7	CH_RESVD	U16[7]	Резервные поля (читаются как 0).
$8 + 10 * M$	MEAS_TYPE	U16	<p>Тип измерения с номером <math>M</math> (дублирует значение из настроек измерения модуля).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 — измерение не используется</li> <li>• 1 — виброускорение</li> <li>• 2 — виброскорость</li> </ul>
$9 + 10 * M$	MEAS_ST_FLAGS	U16	<p>Флаги состояния измерения. Флаг с тремя состояниями (tribool) кодируется 2-мя битами (00 — ложь, 01 — истина, 10 — Z). Таким образом, младший бит флага можно также использовать как признак активности флага, а старший как признак действительности значения.</p> <p>Значения битов поля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 - 1 — признак неисправности (tribool)</li> <li>• 2 - 3 — признак предупреждения (tribool)</li> <li>• 4 - 5 — признак останова (tribool)</li> <li>• 6 - 7 — резерв (читается 00)</li> <li>• 8 — признак действительности значения <a href="#">MEAS_BASELINE</a></li> <li>• 9 — признак, что отклонение значения от <a href="#">MEAS_BASELINE</a> превышает заданный <a href="#">порог на изменение значения</a></li> <li>• 10 - 15 — резерв (читается 000000)</li> </ul>

10 + 10 * M	MEAS_VALUE	float	Значение измерения в физических величинах.
12 + 10 * M	MEAS_FS_PERC	U16S	Значение измерения в процентах от заданной пользовательской шкалы.
13 + 10 * M	BASELINE_PERC	U16S	Базовое значение измерения (с которым сравнивается текущее для определения превышения порога отклонения). Задается в процентах от пользовательской шкалы. Действительно только если установлен соответствующий флаг в <a href="#">MEAS_ST_FLAGS</a> .
14-17 + 10 * M	MEAS_RESVD	U16[4]	Резервные поля (читаются 0).

### 3.1.4 Регистры с настройками модуля SET (7456 регистров)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	CUSTOM_NAME	STR64	Строка с пользовательским именем устройства (UTF8). Информационная настройка, не влияющая на работу модуля.
32	IP_ADDR	IPAddr	IPv4 адрес устройства.
34	IP_MASK	IPAddr	Маска подсети.
36	IP_GATE	IPAddr	IPv4 адрес шлюза.
38-95	IP_RESVD		Зарезервировано для дальнейших настроек Ethernet.
96	RS_ENABLED	U16	Разрешена ли работа по RS485 (0 — нет, 1 — разрешена).
97	RS_DEVADDR	U16	Адрес устройства на шине Modbus для работы по RS485 (от 1 до 255).
98	RS_BAUDRATE	U32	Скорость передачи данных по RS485 в бодах
100	RS_PARITY	U16	Использование бита четности при обмене по RS485: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 — не используется</li> <li>• 1 — четность</li> <li>• 2 — нечетность</li> </ul>
101-111	RS_RESVD		Зарезервировано для расширения настроек RS485.
112	MB_SCALED_VAL	U16	Значение кода, которое соответствует 100% для данных типа U16S.
113-127	MB_RESVD		Зарезервировано для расширения настроек протокола Modbus.
128	WF_ACQ_TIME	U16	Время сохранения выборки в мс (от 1000 до 5000).

129	CH_EN_MASK	U16	Маска разрешенных каналов. Если бит от 0 до 7 установлен в 1, то разрешен сбор с соответствующего канала и он участвует в цикле опроса каналов.
130	WF_PERIODIC_S	U32	Время периодического сохранения выборок в секундах (от 10 и выше).
132-159	ACQ_RESVD		Зарезервировано для расширения общих настроек сбора данных.
160 + 384 * I	CH_SENSOR_K	float	Коэффициент преобразования датчика в мВ/г.
162-223 + 384 * I	CH_RESVD		Зарезервировано для расширения общих настроек канала.
224 + 384*I + 40*M	MEAS_TYPE	U16	Тип измерения. Коды описаны в описании регистра <a href="#">CHST.MEAS_TYPE</a>
225 + 384*I + 40*M	MEAS_RESVD1	U16	Зарезервированное поле.
226 + 384*I + 40*M	MEAS_SP_ALERT	<a href="#">SP</a>	Настройки уставок для тревоги уровня “Предупреждение”.
232 + 384*I + 40*M	MEAS_SP_DANGER	<a href="#">SP</a>	Настройки уставок для тревоги уровня “Останов”.
238 + 384*I + 40*M	MEAS_MIN_VAL	float	Минимальное значение измерения в физических величинах (нижняя граница шкалы).
240 + 384*I + 40*M	MEAS_MAX_VAL	float	Максимальное значение измерения в физических величинах (верхняя граница шкалы).
242 + 384*I + 40*M	MEAS_CLAMP_VAL	float	Значение при отказе в физических величинах. Если измерение не действительно, то данное значение читается в качестве текущего значения измерения.
244 + 384*I + 40*M	MEAS_CHANGE_THRESHOLD	float	Порог на отклонение величины от базового значения в % от шкалы. При отклонении выше порога будет активировано соответствующее условие и обновлено базовое значение.
246 + 384*I + 40*M	MEAS_IIR_HP	<a href="#">IIR</a>	Настройки БИХ фильтра верхних частот.
250 + 384*I + 40*M	MEAS_IIR_LP	<a href="#">IIR</a>	Настройки БИХ фильтра нижних частот.

254-263 + 384 * <i>I</i> + 40 * <i>M</i>	MEAS_RESVD2		Зарезервировано для расширения настроек измерения.
3232 + 144 * <i>E</i>	EVENT_NAME	STR32	Пользовательское название события с номером <i>E</i>
3264 + 144 * <i>E</i>	EVENT_FLAGS	U16	<p>Битовая маска с флагами. Для того, чтобы событие обрабатывалось, должны быть установлены разрешения и действительности. Биты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 — действительно ли событие (если 0, то настройки события не имеют смысл)</li> <li>• 1 — разрешено ли вычисление условия события (если 0, то расчет логики не выполняется и событие всегда не активно)</li> <li>• 15 - 2 — резерв</li> </ul>
3265 + 144 * <i>E</i>	EVENT_WF_CHS	U16	Битовая маска, указывающая, по каким каналам нужно сохранить выборки при возникновении события.
3266-3278 + 144 * <i>E</i>	EVENT_RESVD		Зарезервировано для расширения настроек события.
3279 + 144 * <i>E</i>	EVENT_RUNG_CNT	U16	Указывает количество элементов в логике события. Должно быть в диапазоне от 1 до 32. Элементы расположены в обратной Польской последовательности.

$3280 + 144 * E + 3 * L$	EVENT_RUNG_COND	U16	<p>Младший байт указывает условие элемента <math>L</math> логики события <math>E</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 — нет операции (значение <math>Z</math>)</li> <li>• 1 — признак недействительности измерения (неисправности канала)</li> <li>• 2 — признак предупреждения для измерения</li> <li>• 3 — признак останова для измерения</li> <li>• 4 — признак превышения отклонения от базового значения для измерения</li> <li>• 5 — логическое «И»</li> <li>• 6 — логическое «ИЛИ»</li> <li>• 7 — логическое «НЕ»</li> </ul> <p>Старший байт — резерв.</p>
$3281 + 144 * E + 3 * L$	EVENT_RUNG_MEAS	U16	Указывает на измерения для условий 1-4. Младший байт — номер канала, старший — номер измерения.
$3282 + 144 * E + 3 * L$	EVENT_RUNG_RESVD	U16	Зарезервированное поля для расширения настроек логического элемента.

### 3.1.5 Регистры настройки уставок (6 регистров)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	SP_COND	U16	<p>Тип условия для проверки уставки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 — уставка отключена</li> <li>• 1 — срабатывает, если значение выше <a href="#">SP_THRESHOLD_HI</a></li> <li>• 2 — срабатывает, если значение ниже <a href="#">SP_THRESHOLD_LO</a></li> <li>• 3 — срабатывает, если значение вне диапазона (выше <a href="#">SP_THRESHOLD_HI</a> или ниже <a href="#">SP_THRESHOLD_LO</a>)</li> <li>• 4 — срабатывает, если значение в диапазоне (ниже <a href="#">SP_THRESHOLD_HI</a> и выше <a href="#">SP_THRESHOLD_LO</a>)</li> </ul>
1	SP_RESVD	U16	Резерв.
2	SP_THRESHOLD_LO	float	Нижний порог уставки в физических величинах
4	SP_THRESHOLD_HI	float	Верхний порог уставки в физических величинах

### 3.1.6 Регистры настройки БИХ фильтра (4 регистра)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	IIR_EN	U16	Признак, включено ли использование данного фильтра (0 — не используется, 1 — используется).
1	IIR_FC	U16	Частота среза в десятых частях от Гц.
2-3	IIR_RESVD		Резерв.

## 3.2 Отслеживание обновления данных и изменений состояния модуля

Блок регистров, начинающийся с адреса 1024, предназначен для отслеживания изменений в модуле. Эти регистры специально собраны в один блок, чтобы для проверки наличия новых данных всегда было достаточно одной операции чтения. Также в него включено текущее состояние настраиваемых событий. При изменении этой информации по ней можно определить, какие данные обновились и какие регистры нужно прочесть для получения новых данных:

- Изменение счетчика в одном из регистров [ST\\_CH\\_UP\\_ID](#) свидетельствует об обновлении состояния соответствующего канала и по нему можно прочесть блок регистров [CH\\_STATE](#) для соответствующего канала, чтобы обновить актуальные данные.
- Для отслеживания появления сохраненных на данный момент выборок в модуле служит набор регистров [ST\\_WF\\_RDY\\_CNT](#) и [ST\\_WF\\_LAST\\_ID](#). По значениям этих регистров можно всегда сказать, выборки с какими ID доступны в настоящее время для чтения по соответствующему каналу.
- Изменение счетчика в регистре [ST\\_SET\\_UP\\_ID](#) свидетельствует об изменении настроек модуля. Соответственно, если приложение использует информацию о настройках модуля, то необходимо обновить информацию, прочитав блок регистров [CUR\\_SETTINGS](#).
- Текущее состояние событий в регистре [ST\\_EVENTS](#) доступно напрямую в статусе и не требует дополнительных чтений

При этом при желании можно не использовать регистры статуса, если нужно читать лишь информацию о состоянии каналов, а просто читать нужные регистры из блока [CH\\_STATE](#) с заданным интервалом. Это приведет к лишним обращениям, однако упростит алгоритм чтения, что может быть полезно для использования данных от модуля в SCADA-системе, где достаточно задать только адрес нужного регистра для чтения значения переменной.

## 3.3 Чтение выборок через регистры Modbus

Выборки сохраняются отдельно по каждому каналу. Каждой выборке соответствует ID-выборки — 16-битный счетчик, соответствующий номеру сохраняемой выборки для определенного канала с начала работы модуля или с момента обновления настроек.



Номер каждой последующей выборки увеличивается на 1 (переходя от 0xFFFF в 0). Значение ID выборки независимо для каждого канала. Таким образом, выборка определяется по ее ID и номеру канала.

Соответственно, по регистрам `ST_WF_RDY_CNT` и `ST_WF_LAST_ID` можно всегда сказать, выборки с какими ID доступны в памяти модуля. Последняя сохраненная выборка имеет ID из `ST_WF_LAST_ID`, предыдущая (`ST_WF_LAST_ID - 1`), и т. д. до (`ST_WF_LAST_ID - ST_WF_RDY_CNT + 1`).

Для чтения отсчетов выборки и информации о ней необходимо записать номер канала и ID выборки в регистры `WF_RD_CH` и `WF_RD_ID` соответственно (а при чтении отсчетов также номер первого отсчета в `WF_RD_OFFS`). От значений в этих регистрах зависит, отсчеты и информация о какой выборке будут считываться из регистров `WF_RD_DATA` и набора регистров `WF_INFO_*`.

Для чтения информации и данных выборки рекомендуется по возможности использовать функцию Modbus “Read/Write Multiple Registers (23)”, для того, чтобы за одну операцию выполнять запись в регистры `WF_RD_CH/WF_RD_ID/WF_RD_OFFS` и чтение информации/отсчетов выборки. Это позволяет не только сократить количество операций (т. к. запись и чтение выполняется за одно обращение), но и гарантирует, что при попытке одновременного чтения выборок разными клиентами, другой клиент не нарушит процесс чтения выборки, изменив значение `WF_RD_CH/WF_RD_ID/WF_RD_OFFS` в момент сразу после записи текущим клиентом этих регистров и до чтения собственно данных/информации о выборках. При этом рекомендуется всегда записывать все три значения в каждой операции чтения-записи, чтобы гарантировать корректную совместную работу нескольких клиентов. Если используются отдельные операции чтения и записи, то при чтении следует также считывать значения `WF_RD_CH/WF_RD_ID/WF_RD_OFFS` (или `WF_INFO_CH/WF_INFO_ID` при чтении информации) и сверять, что они соответствуют записанным значениям, повторяя попытку, если другой клиент изменил значения.

В первую очередь должна быть прочитана информация о выборке, которая всегда может быть вся прочитана за одну операцию чтения. Именно в ней содержится собственно размер выборки в количестве отсчетов, коэффициенты для перевода отсчетов в электрические и физические величины и другая информация.

Следует отметить, что размер выборки и смещение при чтении отсчетов задаются в отсчетах (а не в регистрах), каждый из которых занимает два регистра.

За одну операцию по Modbus можно прочитать 125 регистров, или 62 отсчета (60, если также считывать обратно значения регистров `WF_RD_CH/WF_RD_ID/`. Соответственно, всю выборку необходимо вычитывать по 62 (60) отсчета, изменяя значения `WF_RD_OFFS`. При попытке чтения за пределами выборки (т. е. если  $WF\_RD\_OFFS + S \geq WF\_INFO\_SIZE$ ), чтение завершится с ошибкой. Также чтение может быть завершено с ошибкой, если выборка будет удалена во время чтения (если читается самая старая выборка и во время чтения происходит сохранение новой по этому же каналу).