

Многоканальные системы сбора данных

L-VIMS

Описание протокола обмена

Оглавление

1. Общие сведения.....	3
2. Адресное пространство регистров Modbus.....	3
2.1. Используемые типы и обозначения.....	3
2.2 Регистры адресного пространства Modbus.....	4
2.3 Регистры состояния канала CHST (88 регистров).....	7
2.4 Регистры с настройками модуля SET (7456 регистров).....	8
2.5 Регистры настройки БИХ фильтра IIR (4 регистра).....	9
3. Отслеживание обновления данных и изменений состояния модуля.....	10
4. Чтение выборок через регистры Modbus.....	10
5. Чтение спектров через регистры Modbus.....	11

1. Общие сведения

Обмен с модулем осуществляется по протоколу Modbus TCP (через Ethernet). Для Modbus TCP используется стандартный TCP-порт — 502. Модуль поддерживает несколько одновременных соединений от клиентов по Modbus TCP. Используется общее фиксированное адресное пространство, которое описано в следующем разделе. В следующих за ним разделах отдельно описывается последовательность работы с этими регистрами для выполнения определенных операций.

2. Адресное пространство регистров Modbus

2.1. 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 (0-3)
- S — номер отсчета выборки относительно заданного отсчета (0-61)
- M — номер измерения (0-7)
- R — номер реле (0-7)

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

2.2 Регистры адресного пространства Modbus

Адрес	Название	Тип	Аттр	Описание
Информация о устройстве				
1	DEVNAME	STR32	R	Название устройства: VIMS_ICP
17	SERIAL	STR32	R	Серийный номер
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: 1. режим загрузчика 2. рабочий режим
Коды ошибок				
98	LAST_WR_ERROR	U16	R	Код ошибки для последней операции записи
99	LAST_CHECK_SETTINGS_ERR	U32	R	Код ошибки для последней операции записи настроек
Статусы				
1024+ I	ST_CH_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров состояния соответствующего канала. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
1028+ I	ST_WF_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров состояния выборок соответствующего канала. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
1032+ I	ST_WF_RDY_CNT	U16	R	Количество сохраненных выборок по данному каналу. После фиксации выборки, становится равно 1.
1036+ I	ST_SPEC_5000_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров спектральных составляющих канала. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
1040+ I	ST_SPEC_5000_RDY_CNT	U16	R	Количество сохраненных спектров по данному каналу. После фиксации спектра становится равно 1.
1044+ I	ST_SPEC_200_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров спектральных составляющих канала. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
1048+ I	ST_SPEC_200_RDY_CNT	U16	R	Количество сохраненных спектров по данному каналу. После фиксации спектра становится равно 1.
1052	ST_SET_UP_ID	U16	R	Номер обновления настроек. Каждый раз, когда настройки модуля обновляются без перезагрузки, данное значение увеличивается на 1.

Адрес	Название	Тип	Аттр	Описание
1053	OUTSYS_UP_ID	U16	R	ID последнего обновления регистров состояния реле. Увеличивается на 1 каждый раз при обновлении.
Состояние каналов				
1280+ 88*I	CH_STATE	CHST	R	Набор из 88 регистров, описывающих текущее состояние соответствующего канала. Состав регистров описан в таблице ниже.
Состояние реле				
1632	RELE_STATE	U32	R	Слово состояния всех реле. Состояние одного реле описывается набором из 4-х бит: бит логического состояния реле = 0+R бит физического состояния реле = 8+R бит признака ошибки = 16+R бит признака включения реле = 24+R
Выборки(чтение)				
36864 + 0	WF_RD_CH	U16	RW	Номер канала, для которого выполняется чтение выборки.
36864 + 1	WF_RD_ID	U16	RW	ID выборки, чтение которой выполняется.
36864 + 2	WF_RD_OFFS	U32	RW	Номер первого считываемого отсчета выборки.
36864 +4+ 2*S	WF_RD_DATA	U32	RW	32-битный код отсчета с номером (S + WF_RD_OFFS) выборки с идентификатором WF_RD_ID канала WF_RD_CH. S может быть от 0 до 61. Для перевода кода в Вольты используются коэф WF_INFO_E_K и WF_INFO_E_B. Для перевода в физические величины используются коэффициенты из WF_INFO_P_K и WF_INFO_P_B.
Выборки(информация)				
37120 + 0	WF_INFO_CH	U16	R	Номер канала, для которого выполняется чтение выборки (значение, записанное в WF_RD_CH).
37120 + 1	WF_INFO_ID	U16	R	ID выборки, чтение которой выполняется (значение, записанное в WF_RD_ID).
37120 + 2	WF_INFO_SIZE	U32	R	Общее количество отсчетов в читаемой выборке.
37120 + 4	WF_INFO_FREQ	float	R	Частота отсчетов выборки (Гц)
37120 + 6	WF_INFO_E_K	float	R	Коэф К для перевода в электрические величины по формуле $y=Kx+B$
37120 + 8	WF_INFO_E_B	float	R	Коэф В для перевода в электрические величины по формуле $y=Kx+B$
37120 + 10	WF_INFO_P_K	float	R	Коэф К для перевода в физические величины по формуле $y=Kx+B$
37120 + 12	WF_INFO_P_B	float	R	Коэф В для перевода в физические величины по формуле $y=Kx+B$

Адрес	Название	Тип	Аттр	Описание
37120 + 36	WF_INFO_CHST	CHST	R	Состояние канала, которому соответствует выборка, на момент сохранения выборки.
Спектры(чтение)				
37376 + 0	SPECTR_RD_CH	U16	RW	Номер канала для чтения спектра
37376 + 1	SPECTR_RD_TYPE	U16	RW	Тип считываемого спектра: 0- 5000Гц, 1- 200Гц
37376 + 2	SPECTR_RD_OFFS	U32	RW	Номер первого считываемого отсчета спектра.
37376 + 4 + 2*S	SPECTR_RD_DATA	U32	RW	32-битный код отсчета с номером (S + SPECTR_RD_OFFS) спектра типа SPECTR_RD_TYPE канала SPECTR_RD_CH. S может быть от 0 до 61. Надо помнить, что по четным адресам лежат действительные отсчеты спектра, а по нечетным- мнимые.
Спектры(информация)				
37632 + 0	SPECTR_INFO_CH	U16	R	Номер считываемого канала спектра
37632 + 1	SPECTR_INFO_TYPE	U16	R	Тип считываемого спектра: Значение 0- 5000Гц, значение 1- 200Гц
37632 + 2	SPECTR_INFO_SIZE	U32	R	Кол-во всех данных для считывания(действительных и мнимых)
37632 + 4	SPECTR_INFO_DECI_FREQ	float	R	Частота децимации получения текущего спектра
37632 + 6	SPECTR_INFO_E_K	float	R	Коэф К для перевода в электрические величины по формуле $y=Kx+B$
37632 + 8	SPECTR_INFO_E_B	float	R	Коэф В для перевода в электрические величины по формуле $y=Kx+B$
37632 + 10	SPECTR_INFO_P_K	float	R	Коэф К для перевода в физические величины по формуле $y=Kx+B$
37632 + 12	SPECTR_INFO_P_B	float	R	Коэф В для перевода в физические величины по формуле $y=Kx+B$
37632 + 14	SPECTR_INFO_WND_SUM	float	R	Сумма коэф окна, примененного ко входному сигналу перед получением спектра
37632 + 16	SPECTR_INFO_WND_SUM2	float	R	Сумма квадратов коэф окна, примененного ко входному сигналу перед получением спектра
Командный интерфейс				
40960	CMD_INPUT	U16	W	Команды модулю: 0x5649 --- команда зафиксировать очередную выборку, 0x5651 --- команда зафиксировать состояние текущих спектров 5000Гц и 200Гц
Настройки модуля				
45056	CUR_SETTINGS	SET	R	Текущие настройки модуля, которые использует модуль для обработки в данный момент (напрямую не изменяются).
53248	MUT_SETTINGS	SET	RW	Изменяемые настройки модуля. Используются для

Адрес	Название	Тип	Аттр	Описание
				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: 0x56494253 — запись настроек во flash память 0x564942AA — чтение настроек из flash памяти и их актуализация 0x564942CC — применение текущих настроек модуля
Перезагрузка модуля				
65280	REBOOT_CMD	U16[4]	W	Запись 4-х регистров специальными значениями приводит к перезагрузке модуля: 0x424F, 0x4F53, 0x5245, 0x5354

2.3 Регистры состояния канала CHST (88 регистров)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	CH_STATUS	U16	Статус канала. Определяет есть ли данные по каналу и действительны ли они. Возможные значения: 0xFFFF — нет данных по каналу (начальное значение при старте) 0 — данные действительны, канал в исправном состоянии 1 — обнаружено короткое замыкание линий подключения датчика 2 — обнаружен обрыв линий подключения датчика
8 + 10 * M	MEAS_TYPE	U16	Тип измерения с номером M (дублирует значение из настроек измерения модуля). 0 — измерение не используется 1 — виброускорение 2 — виброскорость 3 — перемещение 4 — зазор 5 — скорость вращения 6 — амплитуда гармоники виброускорения 7 — фаза гармоники виброускорения 8 — амплитуда гармоники виброскорости 9 — фаза гармоники виброскорости 10 — амплитуда гармоники перемещения 11 — фаза гармоники перемещения 12 — постоянная составляющая виброускорения 13 — RMS гармоники виброускорения 14 — RMS гармоники виброскорости 15 — RMS гармоники смещения 16 — максимальное отклонение вала от среднего значения
9 + 10 * M	MEAS_ST_FLAGS	U16	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

Адрес	Название	Тип	Описание
			активности флага, а старший как признак действительности значения. Значения битов поля: 0 - 1 — признак неисправности (tribool) 2 - 3 — признак предупреждения (tribool) 4 - 5 — признак останова (tribool) 6 - 7 — резерв (читается 00) 8 — признак действительности значения MEAS_BASELINE 9 — признак, что отклонение значения от MEAS_BASELINE превышает заданный порог на изменение значения 10 - 15 — резерв (читается 000000)
10 + 10 * М	MEAS_VALUE	float	Значение измерения в физических величинах
12 + 10 * М	MEAS_FS_PERC	U16S	Значение измерения в процентах от заданной пользовательской шкалы.
13 + 10 * М	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 MEAS_ST_FLAGS.

2.4 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.
112	CH_EN_MASK	U16	Маска разрешенных каналов. Если бит от 0 до 3 установлен в 1, то разрешено на канал назначать измерения.
113	CH_SENS_PWR	U16	Маска включения тока питания датчика. Если бит от 0 до 3 установлен в 1, то включен ток питания датчика соответствующего канала.
114	WF_ACQ_TIME	U16	Время сохранения выборки в мс (от 1 до 4000).

Адрес	Название	Тип	Описание
142+386*I	CH_SENSOR_K	float	Коэффициент К преобразования электрических величин в физические. Соответствует подключенному датчику. Измеряется в мВ/g. Применяется как $y = Kx + B$.
144+386*I	CH_SENSOR_B	float	Коэффициент В преобразования электрических величин в физические. Соответствует подключенному датчику. Измеряется в мВ/g. Применяется как $y = Kx + B$.
208+386*I+40*M	MEAS_TYPE	U16	Тип измерения. Коды описаны в описании регистра CHST.MEAS_TYPE
230+386*I+40*M	MEAS_IIR_HP	IRR	Настройки БИХ фильтра верхних частот.
234+386*I+40*M	MEAS_IIR_LP	IRR	Настройки БИХ фильтра нижних частот.

2.5 Регистры настройки БИХ фильтра IIR (4 регистра)

Адрес	Название	Тип	Описание
0	IIR_EN	U16	Признак, включено ли использование данного фильтра (0 — не используется, 1 — используется).
1	IIR_FC_L	U16	частота среза фильтра (младшая часть в 0.1 Гц)
2	IIR_FC_H	U16	частота среза фильтра (старшая часть - в 6553.6 гц)

3. 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. При изменении этой информации по ней можно определить, какие данные обновились, и какие регистры нужно прочитать для получения новых данных:

- Изменение счетчика в одном из регистров ST_CH_UP_ID свидетельствует об обновлении состояния соответствующего канала и по нему можно прочитать блок регистров CH_STATE для соответствующего канала, чтобы обновить актуальные данные.
- Для отслеживания появления выборок в модуле служит набор регистров ST_WF_RDY_CNT и ST_WF_UP_ID. По значениям этих регистров можно всегда сказать, выборки с какими ID доступны в настоящее время для чтения по соответствующему каналу.
- Для отслеживания появления новых сохраненных спектров служит набор регистров ST_SPEC_5000_UP_ID, ST_SPEC_5000_RDY_CNT, ST_SPEC_200_UP_ID, ST_SPEC_200_RDY_CNT. По значениям этих регистров можно всегда сказать, есть ли новый сохраненный спектр
- 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.

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.

4. Чтение выборок через регистры Modbus

Выборки сохраняются отдельно по каждому каналу. Выборки сохраняются циклически и при вычитывании, считывается последние WF_ACQ_TIME мс отсчетов (т.е. можно организовать так считывание, что выборки будут считываться с перекрытием). При появлении новых отсчетов на входе, WF_INFO_ID увеличивается на 1. После обнаружения новых выборок, необходимо послать запрос (регистр CMD_INPUT со значением 0x5649) на их фиксирование и потом спокойно вычитывать их. После отправки запроса на фиксирование выборки, переменная по адресу ST_WF_RDY_CNT становится равной 0. После того, как она станет равна 1, то можно вычитывать выборку.

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 будет 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 после записи текущим клиентом и до его 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, т. к. именно в ней содержится собственно размер выборки. Следует отметить, что размер выборки и смещение при чтении отсчетов, задаются в отсчетах (а не регистрах), каждый из которых занимает два регистра. За одну операцию по modbus можно прочитать 125 регистров, или 62 отсчета (60, если также считывать обратно значение регистров WF_RD_CH/WF_RD_ID/WF_RD_OFFS). Соответственно всю выборку необходимо вычитывать по 62 (60) отсчетов, 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).

5. Чтение спектров через регистры Modbus

Для каждого канала сохраняется 2 спектра, спектр выборки с частотой до 200Гц и до 5000Гц. Переменная SPECTR_INFO_SIZE хранит число действительных и мнимых составляющих спектра. Переменная SPECTR_INFO_DECI_FREQ хранит точную частоту дискретизации, на которой был снят спектр. Перед получением спектра, ко входному сигналу было применено окно Блэкмана (Blackman window) с коэф $a_0=0.42, a_1=0.5, a_2=0.08$.

При получении нового спектра, модуль обновляет регистр ST_SPEC_5000_UP_ID и ST_SPEC_200_UP_ID на 1. Далее необходимо зафиксировать в регистрах спектр командой (регистр CMD_INPUT со значением 0x5651). Сразу после отправки команды фиксирования спектра, спектр зафиксирован и готов к вычитыванию.

Для считывания спектра необходимо заполнить регистры:

- SPECTR_RD_CH – номером канала
- SPECTR_RD_TYPE – типом спектра: 0- 5000Гц, 1- 200Гц
- SPECTR_RD_OFFS - номер первого считываемого отсчета спектра.

Непосредственное чтение отсчетов спектра ничем не отличается от чтения выборок. Меняются только регистры (WF_INFO_* меняется на SPECTR_INFO_*).