Чтение состояний элементов и зон прибора по Modbus/TCP

Инструкция для интеграторов SCADA-систем.

1. Общие сведения

Прибор работает как **Modbus/TCP-сервер (slave)** и отдаёт текущие состояния своих элементов (контроллеров, приборов, входов, выходов, адресатов), а также зон и групп зон.

Параметр	Значение
Транспорт	Modbus/TCP
IP-адрес	сетевой адрес прибора
TCP-порт	**502** (стандартный)
Unit ID (адрес устройства)	любой (не проверяется)
Тип данных	**Input Registers** (регистры ввода), функция **0x04 «Read Input Registers»**
Доступ	только чтение

Функция **0x03 «Read Holding Registers»** не поддерживается (вернёт исключение). Читать нужно только функцией **0x04**.

2. Адресация

Каждому объекту (элементу, зоне, группе зон) в конфигурации прибора назначается **начальный адрес Modbus** — целое число от 0 до 65535. Начиная с этого адреса идёт непрерывный блок регистров с состоянием объекта.

> **Важно про формат адреса.** В инструкции и ниже указывается «сырой» адрес, который передаётся непосредственно в кадре Modbus (0…65535), — тот же, что вы задали в конфигурации прибора. Если ваша SCADA нумерует входные регистры с 30001 (нотация 3xxxx), учитывайте её собственное смещение: как правило, регистр с адресом N в кадре соответствует «30001 + N» в такой нотации.

Размер блока зависит от типа объекта:

Тип объекта	Регистров на объект
Контроллер, прибор, вход, выход, адресат	**5**
Зона, группа зон	**16**

Если объекту адрес не назначен, его состояние по Modbus не публикуется. Чтение регистра, не относящегося ни к одному объекту, возвращает исключение (Illegal Data Address). Поэтому опрашивайте только те адреса, которые вы явно задали в конфигурации.

Назначение адресов выполняется в веб-конфигураторе прибора (параметр **«Адрес Modbus»** у соответствующего элемента/зоны/группы зон). Планируя карту адресов, оставляйте между объектами зазор не меньше размера блока (5 или 16), чтобы диапазоны не перекрывались.

3. Состояние элемента (5 регистров)

Относится к контроллеру, прибору, входу, выходу, адресату.

У элемента может быть одновременно несколько активных состояний (мультисостояние). Прибор отдаёт до **10 активных состояний**, упорядоченных **по убыванию приоритета** (самое важное — первым), и укладывает их по **два состояния в один регистр**:

- **старший байт** регистра — состояние с более высоким приоритетом;
- **младший байт** регистра — состояние с более низким приоритетом.

Раскладка блока (adr = начальный адрес элемента):

Адрес	Старший байт	Младший байт
adr + 0	состояние №1 (высший приоритет)	состояние №2
adr + 1	состояние №3	состояние №4
adr + 2	состояние №5	состояние №6
adr + 3	состояние №7	состояние №8
adr + 4	состояние №9	состояние №10 (низший приоритет)

- Значение байта — **код состояния по протоколу «Орион»** (однобайтовый, 1…255). Полный перечень кодов см. в разделе 5.
- Байт **= 0** означает «нет состояния» (пустая позиция).
- Если у элемента активно одно состояние — оно будет в старшем байте регистра `adr + 0`, остальные байты нулевые.
- Приоритет считается по классу события (пуски и пожары — высший приоритет, далее тревоги, остановы, неисправности, блокировки, нормы и т. д.).

Пример. Элемент с начальным адресом **10000** (0x2710), у которого активны состояния: Пожар, Норма ДПЛС, Норма корпуса, Норма связи со входом, Норма контакта с устройством, Вход включен.

Запрос — чтение 5 входных регистров начиная с адреса 10000 (функция 0x04):

```
→ 00 00  00 00  00 06  01  04  27 10  00 05
  └TID┘  └PID┘  └len┘ UID fn  └adr┘  └cnt┘
```

- `27 10` — стартовый адрес = 0x2710 = 10000;
- `00 05` — количество регистров = 5.

Ответ:

```
← 00 00  00 00  00 0D  01  04  0A  25 2F 98 BC FB 6F 00 00 00 00
  └TID┘  └PID┘  └len┘ UID fn  BC  └──── 5 регистров (10 байт) ────┘
```

- `0A` — счётчик байт данных = 10 (5 регистров × 2 байта);
- далее 5 регистров, в каждом по два кода состояния (старший байт — приоритетнее):

Адрес	Значение	Старший байт	Младший байт
10000	0x252F	0x25 = 37 «Пожар»	0x2F = 47 «Норма ДПЛС»
10001	0x98BC	0x98 = 152 «Норма корпуса»	0xBC = 188 «Норма связи со входом»

Адрес	Значение	Старший байт	Младший байт
10002	0xFB6F	0xFB = 251 «Норма контакта с устройством»	0x6F = 111 «Вход включен»
10003	0x0000	—	—
10004	0x0000	—	—

Итого шесть активных состояний, отсортированных по приоритету (первым идёт «Пожар»); оставшиеся позиции блока заполнены нулями.

4. Состояние зоны / группы зон (16 регистров)

Состояние зоны и группы зон — это **256-битное мультисостояние** (битовая маска). Номер бита совпадает с **кодом состояния «Орион»**: если бит с номером C установлен, то у зоны активно состояние с кодом C (коды и их названия — в разделе 5). Одновременно может быть установлено несколько битов.

256 бит укладываются в 16 регистров по 16 бит. Каждому регистру блока соответствует свой диапазон кодов:

Адрес	Коды состояний
adr + 0	0…15
adr + 1	16…31
adr + 2	32…47
…	…
adr + 15	240…255

Внутри регистра младший бит (bit 0) — это меньший код диапазона. Правило пересчёта:

> **код состояния = 16 × (номер регистра в блоке) + (номер бита, bit 0 — младший)**

Иначе говоря, чтобы проверить состояние с кодом C: регистр = `adr + C / 16`, бит внутри регистра = `C % 16`.

Пример. Зона с начальным адресом **20000** (0x4E20), у которой активны те же состояния, что в примере из раздела 3: Пожар (37), Норма ДПЛС (47), Вход включен (111), Норма корпуса (152), Норма связи со входом (188), Норма контакта с устройством (251).

Запрос — чтение 16 входных регистров начиная с адреса 20000 (функция 0x04):

```
→ 00 03  00 00  00 06  01  04  4E 20  00 10
  └TID┘  └PID┘  └len┘ UID fn  └adr┘  └cnt┘
```

- `4E 20` — стартовый адрес = 0x4E20 = 20000;
- `00 10` — количество регистров = 16.

Ответ (счётчик байт `20` = 32 байта = 16 регистров):

```
← 00 03 00 00 00 23 01 04 20 00 00 00 00 80 20 00 00 00
  00 00 00 80 00 00 00 00 00 01 00 00 00 10 00 00 00 00
  00 00 00 08 00
```

Ненулевые регистры и соответствующие им коды состояний:

Рег.	Адрес	Значение	Установленные биты	Коды состояний
adr + 2	20002	0x8020	5, 15	37 «Пожар», 47 «Норма ДПЛС»
adr + 6	20006	0x8000	15	111 «Вход включен»
adr + 9	20009	0x0100	8	152 «Норма корпуса»
adr + 11	20011	0x1000	12	188 «Норма связи со входом»
adr + 15	20015	0x0800	11	251 «Норма контакта с устройством»

Проверка кода 37 («Пожар»): регистр = 20000 + 37/16 = 20000 + 2 = 20002, бит = 37 % 16 = 5 → в регистре 20002 (0x8020) бит 5 установлен. Остальные регистры блока нулевые.

В отличие от состояния элемента (раздел 3), у зоны состояния **не сортируются по приоритету** — это просто битовая маска, где номер бита равен коду состояния.

5. Коды состояний элементов

Байт состояния — это **код состояния протокола «Орион»** (значение 0…255). Значение **0** означает пустую позицию (состояния нет).

Ниже приведены все коды, которые могут встретиться в регистрах состояний элементов. Перечень отсортирован по возрастанию кода.

Названия состояний приведены так, как они отображаются в интерфейсе прибора.

Код	Состояние
1	Норма сети 220 В
2	Авария сети 220 В
3	Тревога проникновения
9	Активация УДП
10	Норма УДП
15	Дверь открыта
17	Невзятие
23	Задержка взятия
24	Вход взят на охрану
25	Доступ закрыт
27	Дверь взломана
30	Доступ восстановлен
31	Дверь закрыта
33	Дверь заблокирована
35	Норма технологического входа
36	Нарушение технол. входа
37	Пожар

Код	Состояние
38	Нарушение 2 технол. входа
39	Оборудование в норме
40	Пожар 2
41	Неисправность оборудования
43	Предупреждение
44	Внимание
45	Обрыв входа
46	Обрыв ДПЛС
47	Норма ДПЛС
55	Контроль считывателя включен
56	Контроль считывателя отключен
58	Тихая тревога
71	Понижение уровня
72	Уровень в норме
74	Повышение уровня
75	Аварийное повышение уровня
76	Повышение температуры
77	Аварийное понижение уровня
78	Температура в норме
79	Тревога затопления
80	Норма датчика затопления
82	Неисправность термометра
83	Норма термометра
90	Неисправность канала связи
91	Норма канала связи
109	Снят с охраны
111	Вход включен
112	Вход отключен
113	Выход включен
114	Выход отключен
115	Адресат включен
116	Адресат отключен
117	Восстановление снятой зоны
118	Тревога входа
119	Нарушение снятой зоны

Код	Состояние
121	Обрыв выхода
122	Короткое замыкание выхода
123	Норма выхода
126	Потеря связи с выходом
127	Норма связи с выходом
130	Включение насоса
131	Выключение насоса
133	Переход в рабочее состояние
134	Переход в исходное состояние
135	Ошибка при авт. тестировании
137	Пуск выхода
138	Неудачный пуск выхода
139	Неудачный пуск ПТ
141	Задержка пуска ПТ
142	Автоматика ПТ выключена
143	Отмена пуска ПТ
144	Тушение ПТ
145	Аварийный пуск ПТ
146	Пуск ПТ
147	Блокировка пуска ПТ
148	Автоматика ПТ включена
149	Взлом корпуса
150	Пуск РО
151	Отмена пуска РО
152	Норма корпуса
153	ИУ в рабочем состоянии
154	ИУ в исходном состоянии
155	Отказ ИУ
156	Ошибка ИУ
158	Норма внутренней зоны
159	Задержка пуска РО
161	Останов задержки пуска ПТ
165	Ошибка параметров
166	Ошибка параметров выхода
187	Потеря связи со входом

Код	Состояние
188	Норма связи со входом
189	Потеря связи по ДПЛС1
190	Потеря связи по ДПЛС2
191	Норма связи по ДПЛС1
192	Отключение вых. напряжения
193	Подключение вых. напряжения
194	Перегрузка питания
195	Перегрузка питания устранена
196	Неисправность ЗУ
197	Норма ЗУ
198	Неисправность источника питания
199	Норма источника питания
200	Норма батареи
201	Норма связи по ДПЛС2
202	Неисправность батареи
204	Требуется обслуживание
205	Ошибка теста батареи
206	Понижение температуры
211	Разряд батареи
212	Разряд резервной батареи
213	Норма резервной батареи
214	Короткое замыкание входа
215	Короткое замыкание ДПЛС
217	Потеря связи по ветви
218	Норма связи по ветви
219	Доступ открыт
220	Срабатывание датчика СДУ
221	Отказ СДУ
222	Повышение напряжения ДПЛС
224	Некорректный ответ АУ в ДПЛС
225	Неустойчивый ответ АУ в ДПЛС
228	Блокировка выхода
229	Задержка пуска выхода
230	Останов задержки пуска выхода
231	Отмена пуска выхода

Код	Состояние
250	Потеря контакта с устройством
251	Норма контакта с устройством

Перечень кодов может дополняться при обновлении прошивки.

6. Особенности опроса

- **Актуальность.** Данные читаются из базы прибора в момент запроса, значения всегда актуальны. Отдельного «времени обновления» в регистрах нет.
- **Групповое чтение.** Можно читать сразу весь блок объекта одним запросом (5 или 16 регистров). Чтение блока за одну транзакцию гарантирует согласованность состояния внутри объекта.
- **Границы блоков.** Один запрос не должен выходить за пределы блока в область незанятых адресов, иначе прибор вернёт исключение Illegal Data Address. Формируйте запросы по границам объектов согласно вашей карте адресов.
- **Порядок байт.** Стандартный для Modbus — big-endian (старший байт регистра передаётся первым).

7. Краткий чек-лист интегратора

1. Узнать IP-адрес прибора; порт 502.
2. В веб-конфигураторе задать «Адрес Modbus» нужным элементам/зонам/группам зон, не допуская перекрытия блоков (шаг ≥ 5 для элементов, ≥ 16 для зон).
3. В SCADA настроить опрос **Input Registers (0x04)** по этим адресам: 5 регистров на элемент, 16 — на зону/группу зон.
4. Элементы — декодировать по два кода состояния «Орион» на регистр (старший байт = приоритетнее). Зоны — как 256-битную маску.