

## **LxDCS - ПАКЕТ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

19 ноября 2013 г.

### **6. СЕТЕВАЯ ПОДСИСТЕМА**

#### **6.1. Назначение и состав подсистемы**

Подсистема предназначена для обмена технологическими данными между хостами LxDCS, а так же устройствами, поддерживающими протокол MODBUS-TCP и состоит из следующие компонентов:

- Сервер MODBUS-TCP **lcnt\_modbusd**
- Консольный MODBUS-TCP клиент **lcnt\_mbc**
- Клиент MODBUS-TCP **lcnt\_modbuscd**
- Передатчик данных реального времени **lcnt\_send**
- Приемник данных реального времени **lcnt\_recvd**

MODBUS протокол поддерживает как стандартные команды, так специфичные для LxDCS, позволяющие получить доступ к базе исторических данных.

#### **6.2. Сервер MODBUS/TCP **lcnt\_modbusd****

Демон **lcnt\_modbusd** выполняет функции Slave устройства MODBUS-TCP и выполняет обработку запросов как стандартных команд MODBUS, так и расширенных для LxDCS. Сервер рассчитан на работу со стандартными потоками ввода-вывода и работает совместно с суперсервером **inetd**, который запускает **lcnt\_modbusd** при поступлении запроса на порт 502. Сервер поддерживает следующие команды MODBUS:

- **FC3** - множественное чтение регистров хранения. Запрошенные данные передаются в формате float, который занимает два 16 битных слова, поэтому в запросе необходимо указывать четные адреса, соответствующие удвоенному номеру регистров LxDCS и удвоенное значение числа запрашиваемых регистров. (например, для чтения 8 регистров, начиная с R12 в MODBUS-запросе нужно задавать начальный адрес 24(dec) и число регистров 16(dec)). Таким образом, через MODBUS можно получить доступ к R0..R32767 (четные MODBUS 0..65535).

Формат кадра запроса(Hex): 00 00 00 00 00 06 00 03 [AH AL] [NH NL]

Формат кадра ответа(Hex): 00 00 00 00 [LH LL] 00 03 RB [d0]..[dn]

- [LH LL] - старший и младший байты длины сообщения
- 03 - код функции
- [AH AL] - старший и младший байты адреса регистра
- [NH NL] - старший и младший байты числа запрошенных регистров \*2
- RB - число байт считанных значений данных
- [d..] - четырехбайтовое значение данных (float)

- **FC16** - множественная запись регистров. Данные для записи передаются в формате float, который занимает два 16 битных слова, поэтому в запросе необходимо указывать четные адреса, соответствующие удвоенному номеру регистров LxDCS и удвоенное значение числа запрашиваемых регистров. Доступны регистры R0..R32767.

Формат кадра запроса(Hex): 00 00 00 00 00 06 00 10 [AH AL] [NH NL] SB [d0]..[dn]

Формат кадра ответа(Hex): 00 00 00 00 00 06 00 10 [AH AL] [NH NL]

- 03 - код функции
- [AH AL] - старший и младший байты адреса регистра
- [NH NL] - старший и младший байты числа записываемых регистров \*2
- [LH LL] - старший и младший байты длины сообщения
- SB - число байт передаваемых значений данных
- [d..] - четырехбайтовое значение данных (float)

#### Специфические команды LxDCS

- **FC67** - множественное чтение архивных данных.

Формат кадра запроса(Hex): 00 00 00 00 [LH LL] 00 43 [TM] SI [CH CL] [NH NL]

Формат кадра ответа(Hex): 00 00 00 00 [LH LL] 00 43 [RH RL] [d0]..[dn]

- [LH LL] - старший и младший байты длины сообщения
  - 43 - код функции
  - [TM] - метка времени, 8 байт
  - SI - тип интервала, первая тетрада определяет последовательность данных: 0 - данные одного канала, начиная с интервала, указанного в [TM] в количестве [NH NL], 1 - данные SN каналов, начиная с [CH CL] за один временной интервал. Вторая тетрада определяет тип интервала: 4 - секундный, 5 - минутный, 8 - часовой
  - [CH CL] - старший и младший байты номера канала
  - NH, NL - старший и младший байты числа запрошенных данных
  - [RH RL] - старший и младший байты числа принятых данных
  - [d..] - принятые данные, четыре байта (float)
- **FC68** - множественная запись архивных данных
- Формат кадра запроса(Hex): 00 00 00 00 [LH LL] 00 44 [TM] SI [CH CL] [NH NL] [d0] .. [dn]
- Формат кадра ответа(Hex): 00 00 00 00 00 02 00 44
- [LH,LL] - старший и младший байты длины сообщения,
  - 44 - код функции
  - [TM] - метка времени, 8 байт
  - SI - тип интервала, первая тетрада определяет последовательность данных: 0 - данные одного канала, начиная с интервала, указанного в [TM] в количестве [NH NL], 1 - данные SN каналов, начиная с [CH CL] за один временной интервал. Вторая тетрада определяет тип интервала: 4 - секундный, 5 - минутный, 8 - часовой.
  - CH,CL - старший и младший байты номера канала
  - NH,NL - старший и младший байты числа данных для записи
  - [d..] - данные для записи, 4 байта

### 6.3 Клиент MODBUS/TCP lcnt\_modbuscd

Демон lcnt\_modbuscd предназначен для работы с различными устройствами, имеющими интерфейс MODBUS/TCP. Программа производит циклическое чтение и запись данных в подчиненное устройство. Результаты чтения регистров и логических ячеек записываются в регистры **Rn**, отсюда же берутся данные для вывода. К данным может применяться масштабирование. Программа также может выполнять некоторые операции над

данными регистров. Работа программы описывается в файле конфигурации, находящимся в директории `/$datapath/etc/`. Сообщения записываются в файл журнала `/var/log/lcnt_modbuscd.cfg.log`, где `cfg` - имя файла конфигурации.

Командная строка :

```
lcnt_modbuscd -c cfgfile [--debug]
```

Опции командной строки:

- `-c cfgfile` - задает файл конфигурации
- `--debug` - выдача результатов работы программы на консоль.

Директивы файла конфигурации:

- `delay=time` - Определяет задержку цикла выполнения в миллисекундах. Если директива отсутствует, устанавливается в 1000.
- `cfgreload=time` Определяет периодичность перезагрузки файла конфигурации в минутах. Если опция не определена, перезагрузка производится каждые 5 минут. Если директива отсутствует или значение равно нулю , перезагрузка не производится.
- `in_mhr=host:off:num:Rerr` - Чтение с устройства `host` (IP адрес) `num` регистров хранения (FC3) начиная с `off` , в регистр `Rerr` записывается результат выполнения операции ("0"-успешное, "1"-ошибка). В случае успешного считывания, принятые значения MODBUS-регистров размещаются в буфере приема и именуются `M0..Mn`. Следом за директивой идет блок, описывающие обработку принятых данных:
- `Rn=Mn input=min:max scale=smin:smax` - данные из буфера `Mn`, записываются в регистр данных `LxDCS Rn`, предварительно пройдя преобразование значения из диапазона считанных данных `min` и `max` (MODBUS 0..65535, ) диапазон локального регистра `Rn`, значение которого определяется `smin` и `smax` (float). В случае ошибки чтения данные регистров не изменяются.
- `end` - завершает блок описания обработки принятых данных.

Пример:

```
in_mhr=192.168.1.12:40027:3:R7
R8=M0 input=200:16000 scale=50:200
R12=M1 input=0:65535 scale=-6.3:12
R17=M2 input=1000:4500 scale=0:600
end
```

*Чтение с устройства, имеющего IP адрес 192.168.1.12 трех регистров хранения MODBUS начиная с 40027, первый считанный регистр помещается в регистр R8 с предварительным приведением из диапазона входных значений 200..16000, в диапазон от 50 до 200. Результат выполнения записывается в регистр R7.*

- **out\_mhr=host:off:num:Rerr** - Запись в устройство **host** (IP адрес) **num** регистров хранения (FC3) начиная с **off**. В регистр **Rerr** записывается результат выполнения операции ("0"-успешное, "1"-ошибка). Данные для записи размещаются в буфере передачи и именуются **M0..Mn**. Следом за директивой идет блок, описывающий обработку данных перед передачей.
- **Mn=Rn output=min:max scale=smin:smax** - Данные в буфере передачи **Mn** берутся из регистра **LxDCS Rn**, предварительно пройдя преобразование из диапазона регистра **Rn**, значение которого определяется **smin** и **smax** (float) в диапазон выходных значений **min** и **max** (MODBUS 0..65535, ).
- **end** - завершает блок обработки отправляемых данных

Пример:

```
out_mhr=192.168.1.12:40027:3:R007
M0=R17 output=200:16000 scale=50:200
M1=R23 output=0:65535 scale=-6.3:12
M2=R09 output=1000:4500 scale=0:600
end
```

*Запись в устройство, имеющего IP адрес 192.168.1.12 трех регистров хранения начиная с 40027, в который записывается значение регистра R17, приведенное в диапазон 200 до 16000 из 50..200. следующие данные регистров R23 и A9 записываются в регистры 40028 и 40029 соответственно. Результат выполнения записывается в дискретный регистр R7.*

Арифметические операции, позволяют производить элементарную обработку данных

- **Rn=val** - Операция присваивания константы - регистру **Rn** присваивается значение **val**
- **Rn=RN** - Операция копирования регистру **Rn** присваивается значение регистра **RN**
- **Rn+=RN** - Операция сложения - к значению аналогового регистра **Rn** прибавляется значение **RN**, результат записывается в регистр **Rn**
- **Rn-=RN** - Операция вычитания - из значения аналогового регистра **Rn** вычитается значение **RN**, результат записывается в регистр **Rn**

- **Rn=\*RN** - Операция умножения - значение регистра **Rn** умножается на значение **RN**, результат записывается в регистр **Rn**
- **Rn=/RN** - Операция деления - значение регистра **Rn** делится на значение **RN**, результат записывается в регистр **Rn**
- **Rn=sqrt(RN)** - Операция извлечения квадратного корня - вычисляется квадратный корень значения регистра **RN**, результат записывается в **Rn**

#### 6.4. Консольный клиент MODBUS/TCP `lcnt_mbc`

Консольная утилита `lcnt_mbc` предназначена для чтения и записи регистров и логических ячеек устройств, имеющих протокол MODBUS/TCP.

Командная строка:

```
lcnt_mbc host [Rn[:num][%format]] [-v] [-r] [-t text] [Rn=val]
```

```
lcnt_mbc host [-a DDMMYY:hhmmss:i] [-v] [-r] [-t text]
```

```
lcnt_mbc host [rn[:num][%format]] [rn=val] [dn[:num][%format]]  
[dn=val] [-v] [-r] [-t text]
```

Опции командной строки:

- **host** - IP адрес устройства (e.g. 192.168.0.80).
- **-a DD..** - чтение исторических данных LxDCS, **DDMMYY** - дата, **hhmmss** - время, **i** - тип временного интервала: **s(S)** - секундные, **m(M)** - минутные, **h(H)** - часовые. Если интервал задан строчными символами, производится чтение `num` архивных данных канала **Rn**, начиная с заданного времени, прописными - читаются `num` каналов данных за один интервал, начиная **Rn**.
- **-v** - при чтении выводит тип и номер регистра (e.g. R12=1.2345).
- **-n** - вставляет в выходной поток символ перевода строки.
- **-t text** - вставляет в выходной поток `text`
- **rn** - чтение регистра хранения MODBUS с номером **n**.
- **dn** - чтение логической ячейки с номером **n**.
- **Rn** - чтение регистра LxDCS с номером **n** (float).
- **:num** - множественное чтение `num` регистров.

- **%format** - формат вывода значений регистров, аналогичный принятому в языке Си, допускаются форматы `%[d, %[x, %[X, %b`, последний выводит содержимое регистра в бинарном виде, начиная со старшего бита.
- **rn=val** - запись в регистр хранения MODBUS `n` значения `val` (0..65535).
- **dn=val** - запись в логическую ячейку MODBUS `n` значения `val` (0..255)
- **Rn=val** - запись в регистр LxDCS (float).

#### 6.4. Передатчик данных реального времени `lcnt_send`

Демон `lcnt_send` предназначен для передачи сетевых переменных, обозначаемых `host:Nn`, содержащих текущие значения регистров `Rn` хоста LxDCS. Работа программы описывается в файле конфигурации, `lcnt_send.conf`, находящимся в директории `/datapath/etc/`. Сообщения записываются в файл журнала `/var/log/lcnt_send.log`.

Командная строка

```
lcnt_send [--debug]
```

Директивы файла конфигурации:

- **delay=time** - Определяет периодичность передачи в миллисекундах. Если опция не определена, устанавливается в 1000.
- **cfgreload=time** - Определяет периодичность перезагрузки файла конфигурации в минутах. Если опция не определена, перезагрузка производится каждые 5 минут. Если `n=0`, перезагрузка не производится.
- **interface=ifname** - Определяет, по какому интерфейсу будут отправляться пакеты. Если эта опция не указана, используется `eth0`.
- **Nn=Rn** - Присваивает значение регистра `Rn` сетевой переменной `Nn`.

#### 6.5. Приемник данных реального времени `lcnt_recvd`

Демон `lcnt_recvd` предназначен для приема сетевых переменных от различных хостов LxDCS. Полученные данные записываются в соответствующие регистры `Rn`. Работа программы описывается в файле конфигурации, `lcnt_recvd.conf`, находящимся в директории `/datapath/etc/`. Сообщения записываются в файл журнала `/var/log/lcnt_recvd.log`.

Командная строка

```
lcnt_recvd [--debug]
```

Директивы файла конфигурации:

- **cfgreload=time** Определяет периодичность перезагрузки файла конфигурации в минутах. Если опция не определена, перезагрузка производится каждые 5 минут. Если **cfgreload=0**, перезагрузка не производится.

Блок описания приема данных:

- **src=host** - Определяет источник получения данных, следом идет описание.
- **timeout=time** - Необязательная директива, Определяет время таймута према данных от источника в миллисекундах. В случае непоступления данных за интервал time, соответствующие регистры устанавливаются в состояние NO\_DATA. Если директива отсутствует, время ожидания приема не ограничено.
- **status=Rn** - Необязательная директива, определяющая регистр, в который записывается состояние приема - 1 нормальное, 0 - таймаут.

Следом идут строки, описывающие размещение принятых данных:

- **Rn=Nn** - Значение сетевой переменной Nn присваивается регистру Rn.
- **end** - Конец блока.