

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

7 ноября 2013 г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

### **1.1. Введение.**

OpenSource операционные системы и приложения для них получают все большее распространение. Появление высокопроизводительных и недорогих контроллеров с ОС Linux позволяет использовать их как альтернативу традиционным PLC в автоматизации производственных процессов, а богатый выбор свободного программного обеспечения для разработки графических приложений дает возможность создавать НМІ любой сложности. Проект LxDCS - попытка создания набора библиотек и базовых приложений для создания распределенных систем управления технологическим оборудованием.

### **1.2. Назначение**

Пакет предназначен для разработки систем автоматизации производственных процессов разных уровней сложности, от автономных систем сбора данных и управления на базе ПК и микроконтроллеров, до распределенных многоуровневых комплексов включающих Linux-контроллеры, станции НМІ и сервера данных, связанные локальной сетью с обменом данными в реальном времени, децентрализованной обработкой и с возможностью резервирования оборудования и хранилищ данных. Поддержка стандартных промышленных протоколов позволяет использовать в составе систем так же PLC и другие устройства. Пакет ориентирован на специалистов, имеющих представление о системах UNIX/Linux и программировании на языке Си. Однако, как показывает 10-летняя практика использования, для создания несложных систем сбора данных достаточно набора входящих в пакет приложений.

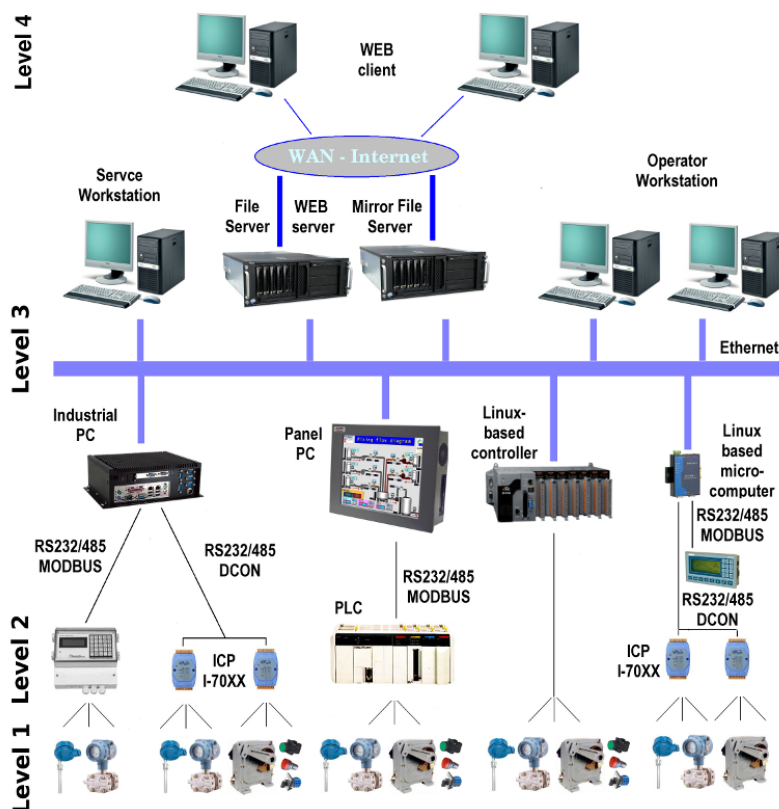
### 1.3. Идеология

При разработке архитектуры системы использовались следующие принципы:

- Компактный программный код с минимальным использованием внешних библиотек и тулкитов.
- Переносимость на разные аппаратные платформы другие UNIX-подобные ОС без изменения исходного кода.
- Использование одних и тех же приложений на всех уровнях - от микроконтроллерах до сервера. Любое приложение может работать как автономно, так и в любой комбинации элементов системы.
- Масштабируемость - возможность построения как простых автономных систем контроля до территориально распределенных комплексов.
- Максимальное упрощение разработки управляющих программ и новых приложений и драйверов ввода-вывода с использованием библиотеки LxDCS и программных шаблонов. В системе не используются:
- Какие-либо графические средства конфигурирования. Приложения настраиваются редактированием простых текстовых файлов, как это принято в UNIX системах.
- Технология OPC. Для связи с устройствам ввода-вывода используются драйвера.
- SQL-СУБД. Как показывает практика, эта технология крайне неэффективна для работы с однородными технологическими данными, тем более в реальном времени. Для хранения данных используется собственная БД. Для экспорта возможно создавать массивы данных в виде .csv файлов. Возможно создание SQL-интерфейса к БД, однако это пока не планируется.
- МЭК-языки. Для написания сложных управляющих программ используются язык Си и библиотеки пакета. Элементарную обработку данных (арифметика, извлечение кв.корня, логические операции) и генерацию управляющих сигналов можно выполнять непосредственно в драйверах ввода-вывода, с помощью директив в конфигурационном файле драйвера.

## 2. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Конфигурация технических средств системы включает четыре уровня: полевое оборудование, PLC и LxDCS-хосты и WEB-клиенты:



*Пример построения PCY*

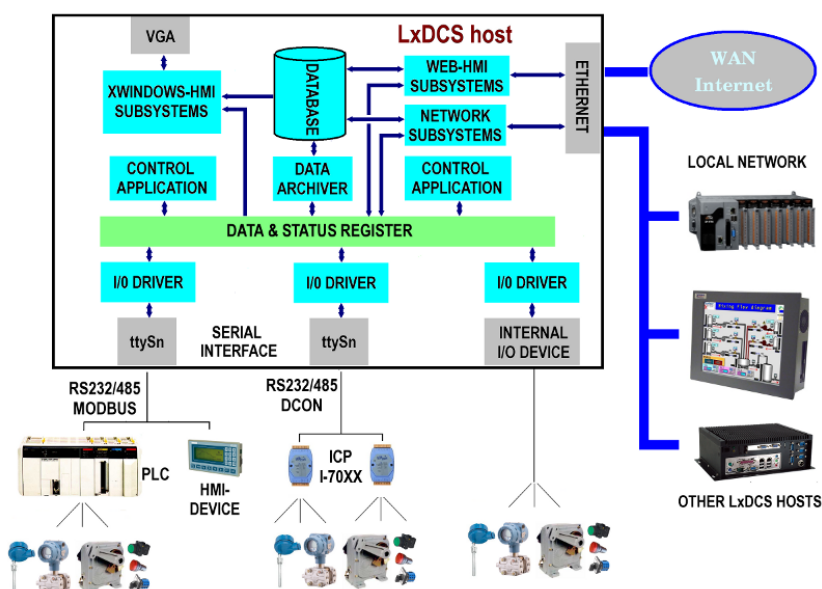
- Первый уровень включает аналоговый и дискретные датчики физических величин, исполнительные механизмы, органы ручного управления и задания параметров, сигнализации и т.п.
- Второй уровень - программируемые логические контроллеры и другие интеллектуальные устройства измерения и управления (устройства сбора данных, расходомеры, счетики эл.энергии, цифровые регуляторы и т.п.), имеющие RS232/485 или Ethernet интерфейсы и поддерживающие стандартные протоколы передачи данных (MODBUS, DCON...).
- Третий уровень включает управляющие компьютеры, операторские станции и сервера данных, с набором необходимых приложений LxDCS, объединенные локальной вычислительной сетью. К

третьему уровню относятся так же и Linux-based контроллеры, в этом случае полевое оборудование подключается непосредственно к ним. Обмен данными между хостами производится в реальном режиме времени, причем каждый хост имеет возможность получать данные с любого другого.

- Четвертый уровень - локальные и удаленные WEB-клиенты, которыми являясь обычный интернет-браузер, с помощью которого можно получить текущую и историческую информацию о техпроцессах в виде таблиц и трендов.

### 3. ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ LxDCS

Базовым элементом системы является хост (LxDCS-host) - компьютер или контроллер с ОС Linux и программным обеспечением LxDCS.



Структура программного обеспечения LxDCS

Основным элементом хоста является набор регистров ( $R_n$ ), где хранятся текущие значения технологических параметров, результаты их обработки и управляющие сигналы. Содержимое регистров доступно для всех приложений LxDCS. Максимальное число каждого типа регистров данных - 65535. Необходимое для конкретного хоста число регистров задается в файле `/etc/lxdc.conf`. Для хранения информации о работе приложений, а так же управления их выполнением предназначены служебные

регистры (Sn, Status). Для работы с регистрами предназначены два приложения:

- `lc_rrw` - консольная утилита, позволяющая просматривать и изменять содержимое регистров данных
- `lc_simd` - симулятор данных, генерирует случайные значения регистров данных с определенным диапазоном, дискретностью и периодом. Может использоваться для отладки проектов.

### **3.1. Подсистема ввода-вывода**

Предназначена для связи с техническими средствами второго уровня и включает драйвера устройств, имеющих интерфейс RS232/485, а так же встроенных модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. Данные, считанные с этих устройств записываются в регистры AR и DR, оттуда же берутся данные для вывода управляющих воздействий. Каждый драйвер позволяет так же выполнять простую обработку введенных данных (логические и арифметические операции), т.е. может использоваться для несложных алгоритмов управления. В состав подсистемы входят следующие программы:

- `lcio_i7kd` - ввод-вывод аналоговых и дискретных данных с модулей ICP серии I-7000 и других устройств, имеющих протокол обмена DCON (ADAM-4000/5000, NuDam-6000, и др.). Кроме ввода-вывода данных имеется возможность выполнения математических действий над данными (вычисление расходов, суммирование и т.п.). Параметры драйверов настраиваются с помощью конфигурационных файлов, расположенных в `$LXDCSDIR/etc`.
- `lcio_modbusd` - ввод-вывод данных с устройств, имеющих протокол обмена MODBUS/RTU (PLC, УСД, узлы учета, устройства управления, частотные преобразователи и т.п.). Так же имеются возможность выполнения математических операций над данными.
- `lcio_mbc` - консольная утилита, позволяющая просматривать и изменять содержимое регистров устройств, имеющих протокол MODBUS.
- `lcio_serial` - шаблон для создания драйверов и управляющих приложений для устройств с последовательным интерфейсом.

### **3.2. Подсистема хранения данных.**

Предназначена для хранения исторических значений технологических параметров. В состав подсистемы входят следующие программы:

- `lcdb_archd` - архивирование данных. В базу данных могут записываются текущие значения регистров с интервалом один в 10 миллисекунд, 1 секунду, усредненные значения за минуту и час. Диапазон архивируемых регистров и необходимые типы интервалов, а так же срок хранения данных для каждого типа задается в файле конфигурации.
- `lcdb_calc` - утилита вычисления усредненных и суммарных значений за различные интервалы времени.
- `lcdb_print` - утилита выборки данных, результат может выводиться как на экран, так и в csv-файл.

### **3.3. Сетевая подсистема.**

Предназначена для обмена данными между LxDCS-хостами по локальной вычислительной сети в реальном времени, а так же для обмена данными с различными устройствами, имеющими интерфейс Ethernet и поддерживающие протокол MODBUS/TCP. Настройки всех приложений осуществляются конфигурационными файлами. Подсистема включает следующие программы:

- `lcnt_modbusd` - сервер MODBUS/TCP (MODBUS slave), поддерживает как стандартные функции MODBUS, так и специфические для LxDCS функции, обеспечивающие доступ к базе данных.
- `lcnt_mbtc` - консольный клиент MODBUS/TCP, позволяющий читать и записывать регистры и архивные данные на локальном и удаленном LxDCS-хосте или любом другом сетевом устройстве, поддерживающем протокол обмена MODBUS/TCP.
- `lcnt_modbuscd` - клиент MODBUS/TCP (MODBUS master), обеспечивает циклический обмен данными с MODBUS/TCP устройствами. В качестве приемника и источника данных используются регистры  $R_n$ .
- `lcnt_send` - программа, периодически отправляющая сетевые переменные ( $N_n$ ), содержащие текущие значения регистров  $R_n$  LxDCS-хоста, определяемых в файле конфигурации `lcnt_send.conf`

- `lcnt_recvd` - программа, принимающая сетевые переменные от определенных LxDCS-хостов. Производит выборку необходимых данных и записывает их в соответствующие регистры Rn хоста-приемника. Работа программы определяется файлом конфигурации `lcnt_recvd.conf`

## 2.4. X Window HMI.

Предназначена для отображения текущих и архивных технологических данных на мониторе рабочей станции с графической системой XWindows, а так же для задания управляющих воздействий. Набор и последовательность форм отображения может задаваться в любом порядке с помощью конфигурационных файлов. Подсистема включает следующие приложения:

- `lcvx_menu` - меню выбора форм отображения.
- `lcvx_mnemo` - мнемосхема, отображает текущие значения технологических данных в виде цифровых и линейных шкал и дискретных индикаторов на фоне схематического изображения производственного объекта.
- `lcvx_rview` - отображение текущих значений аналоговых и дискретных регистров.
- `lcvx_trend` - отображение исторических значений технологических параметров в виде трендов и таблиц.
- `lcvx_set` - панель ввода управляющих воздействий и изменения параметров.

## 3.5. WEB-HMI.

Набор бинарных CGI файлов для http сервера (Apache, Nginx, Boa...). Дополнительных приложений (PHP и т.п) не требуется. Набор и последовательность форм отображения может задаваться в любом порядке с помощью конфигурационных файлов, структура которых аналогична конфигурационным файлам подсистемы X Window визуализации. Состав подсистемы:

- `lcgi_index` - меню выбора форм отображения, может отображать так же текущие значения данных.
- `lcgi_tabtrend` - отображение исторических значений технологических параметров в виде трендов и таблиц.

### **3.6.           Управляющие программы.**

Пользователь может создавать целевые управляющие программы, используя при разработке библиотеки LxDCS - функции ввода-вывода, регулирования, и работы с базой данных. - lcc\_pattern.c - шаблон для создания управляющих программ.