

# **Многоканальные системы сбора данных**

## **Крейтовая система LTR** **Руководство программиста**

- *Крейтовые модули LTR11, LTR22, LTR27, LTR34, LTR41, LTR42, LTR43, LTR51, LTR212*



*Ревизия 1.0.0*  
*Сентябрь 2006г.*

**Автор руководства:**

Акристиний М.В.

[m\\_akristinii@lcard.ru](mailto:m_akristinii@lcard.ru)**ЗАО "Л-КАРД"**

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

тел.: (095) 785-95-25

факс: (095) 785-95-14

**Адреса в Интернет:**<http://www.lcard.ru/><ftp://ftp.lcard.ru/pub>**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)Общие вопросы: [lcard@lcard.ru](mailto:lcard@lcard.ru)**Представители в регионах:**Украина: HOLIT Data Sistems, <http://www.holit.com.ua>, (044) 241-6754Санкт-Петербург: Autex Spb Ltd., <http://www.autex.spb.ru>, (812) 567-7202Новосибирск: Сектор-Т, <http://www.sector-t.ru>, (383-2) 396-592Екатеринбург: Аск, <http://www.ask.ru>, 71-4444Казань: ООО 'Шатл', [shuttle@kai.ru](mailto:shuttle@kai.ru), (8432) 38-1600*Крейтовая система LTR*

Copyright 2005, ЗАО Л-Кард. Все права защищены.

История ревизий настоящего документа.

Ревизия	Дата	Примечания по внесенным изменениям
1.0.0	25.09.2006	Первая доступная для пользователя ревизия
1.0.1	01.11.2006	Добавилась информация о задержках при передаче данных

На CD-ROM, входящий в комплект поставки, всегда записывается последняя ревизия данного документа. Кроме того, последнюю ревизию Вы сможете найти в разделе [библиотека файлов](#) на нашем сайте.

L-Card оставляет за собой право обновлять документацию без уведомления пользователей об изменениях.

## Содержание :

Содержание : .....	4
1. Добро пожаловать в руководство программиста крейта LTR .....	5
2. Общая идеология работы с крейтом LTR .....	7
2. Описание работы с пользовательской библиотекой API функций крейта LTR.....	9
3. Дополнительная информация о взаимодействии LTR крейт – LTRSERVER .....	10
4. Краткое описание работы с LTR крейтом без LTRSERVER .....	12

## 1. Добро пожаловать в руководство программиста крейта LTR

В настоящем документе описана общая методика работы с крейтом LTR и его модулями, с точки зрения программиста, в нем не рассматриваются какие-либо вопросы, касающиеся подключения сигналов, параметров и принципов функционирования аппаратной части. Эти вопросы затронуты в документе [Крейтовая система LTR. Руководство пользователя](#).

LTR крейт поставляется вместе с готовым к использованию программным обеспечением для осуществления обмена информацией с модулями LTR крейта – LTRSERVER, а также набором библиотек для каждого модуля крейта, что делает процесс установки и использования LTR крейта быстрее и проще. Для работы с этим ПО просто установите драйвер, поставляемый с устройством, установите сервер, скопируйте необходимые библиотеки и подключите LTR крейт к USB порту вашего компьютера. Сервер берет на себя работу с USB и Ethernet, а также учитывает особенности модулей, подробнее об установке драйвера и сервера крейта LTR смотри [ltrserver.pdf](#).

В дальнейшем описании будем исходить из факта пользования LTRSERVER-ом<sup>1</sup>. Структура программного обеспечения, с использованием сервера, изображена на рис 1.1.

Помимо библиотек для работы с модулями в комплект поставки входят их исходники, а также статические библиотеки под Visual Studio C++ и Borland C++, примеры на C++, и Delphi. Для ускорения и упрощения работы с модулями в комплект поставки входит тестовая программа UTS – вместе с исходным кодом на ANSI C (National Instruments CVI). Перепрошивка модулей и крейта LTR осуществляется также через эту же программу, в ней помимо этого доступны функции конфигурирования модулей, осциллографа, мультиметра, генератора<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Вопрос об использовании LTR крейта без LTRSERVER-а в данном руководстве полностью не рассматривается

<sup>2</sup> Только для модулей, содержащих ЦАП

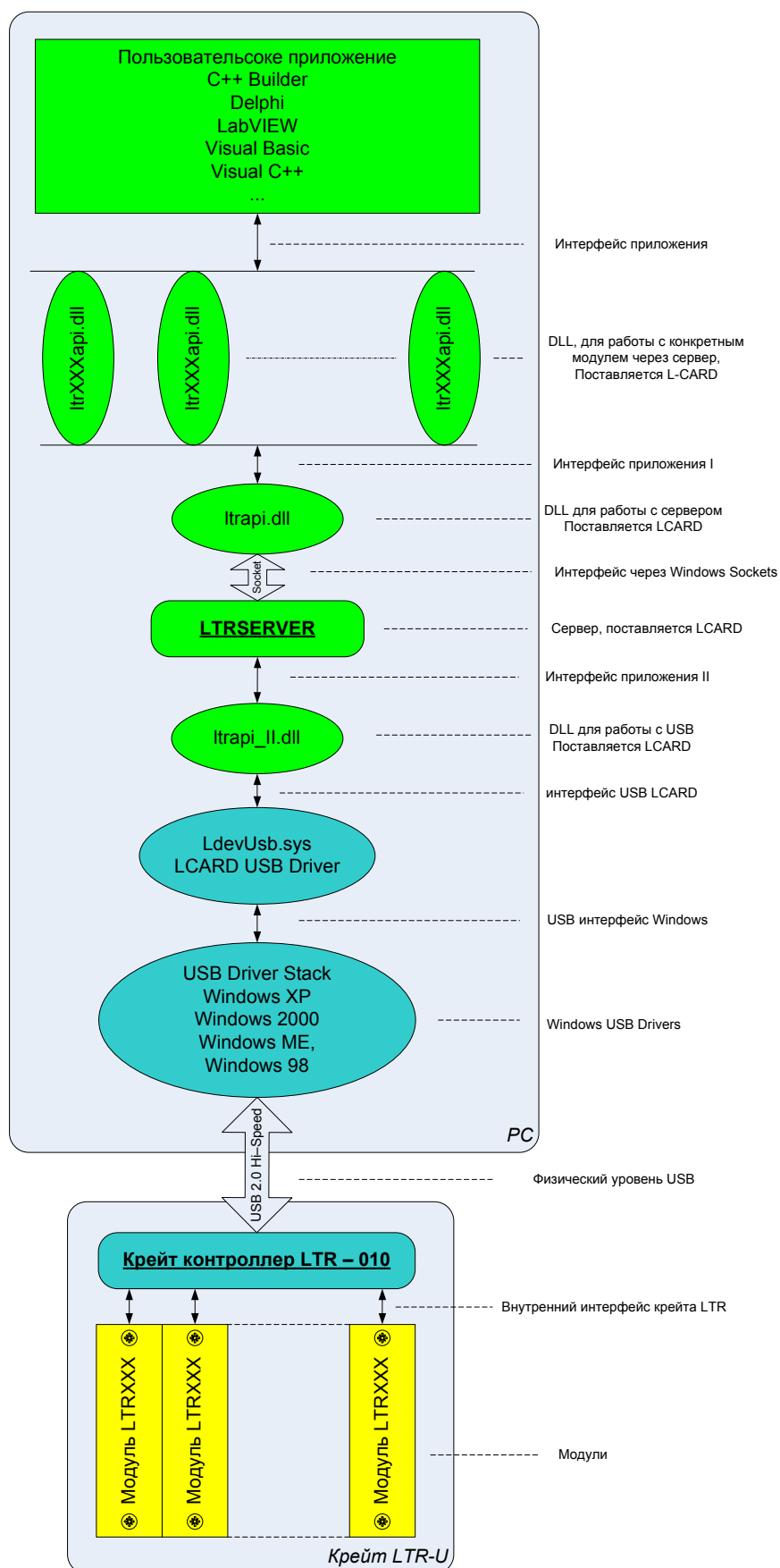


Рис 1.1. Структура программного обеспечения при работе с крейтом LTR

## 2. Общая идеология работы с крейтом LTR

Крейтовая система LTR предназначена для построения многоканальных измерительных систем сбора данных. В соответствии с этим работа с каждым модулем подразделяется на 3 основные этапа :

- Открытие и первоначальная инициализация модуля
- Конфигурирование модуля
- Работа с модулем – сбор или отсыл данных
- Закрытие модуля

Открытие и закрытие модуля – необходимо, поскольку с сервером работаем через Sockets. Дополнительная нагрузка на эти функции – первоначальная инициализация модуля, и очистка ресурсов, используемых сервером под соединение.

Конфигурирование модуля – индивидуально для каждого модуля, для некоторых модулей доступны несколько типов функций конфигурирования.

Работа с модулем через сервер осуществляется при помощи специальной структуры типа TLTR (подробнее – [ltrapi.pdf](#)). Для каждого модуля эта структура расширяется дополнительными индивидуальными параметрами.

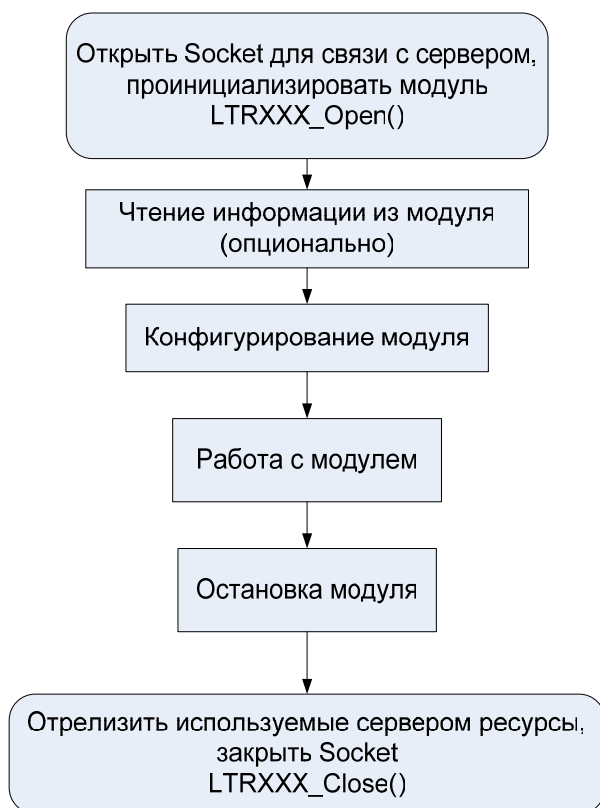


Рис 2.1. Типичный алгоритм работы с модулями LTR через LTRSERVER

Помимо основных функций также могут присутствовать дополнительные функции, например практически во всех модулях присутствуют функции доступа к EEPROM модуля, где хранятся калибровочные коэффициенты модуля, а также часть памяти отводится под хранение данных пользователя.

При использовании модулей LTR-41, LTR-42, LTR-43, доступна генерация временных меток, в таком случае сервер автоматически проглатывает эти метки и выдает время измерения в поле tmark – структуры TLTR ([ltrapi.pdf](#)).

Используя LTRSERVER можно управлять модулями, и осуществлять сбор или отсыл данных с использованием удаленного доступа. В таком случае LTRSERVER должен стоять на компьютере подключенном напрямую к LTR крейту, а также на компьютере пользователя.

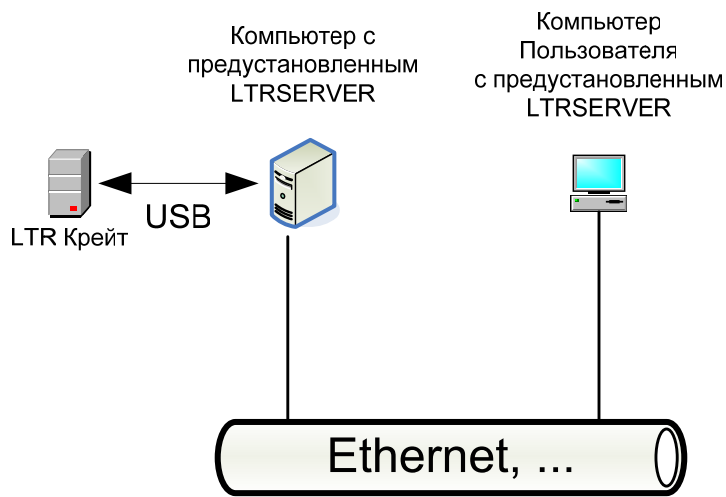


Рис 2.2. Удаленное использование LTR крейта

При этом интерфейс пользователя с модулями не меняется. Единственным добавлением является IP адрес компьютера подключенного к LTR крейту, задающийся при открытии модуля.

Приведенная идеология справедлива как для многоместного крейта LTR-U так и для одноместного крейта LTR – 021 ([ltr021.pdf](#))



## 2. Описание работы с пользовательской библиотекой API функций крейта LTR

Общая библиотека для работы с сервером – ltrapi.dll ([ltrapi.pdf](#)), является основой библиотекой для всех последующих специализированных библиотек.

**Внимание!** с 24.11.2006 стандартизовались описания структур модулей.

Нумерация слотов модулей начинается с 1 для всех модулей (используется в LTRXXX\_Open())

```
typedef struct
{
    INT size;
    TLTR Channel;
    // ... в зависимости от модуля - его конфигурация
    TINFO_LTRXXX ModuleInfo;
} TLTRXXX, *PTLTRXXX;
```

Таблица 2.1. Специализированные библиотеки под каждый модуль.

Название модуля и библиотека	Файл описания библиотеки
LTR11 – ltr11api.dll	<a href="#">ltr11api.pdf</a>
LTR22 – ltr22api.dll	<a href="#">ltr22api.pdf</a>
LTR27 – ltr27api.dll	<a href="#">ltr27api.pdf</a>
LTR34 – ltr34api.dll	<a href="#">ltr34api.pdf</a> , preliminary <a href="#">ltr34api_pre.pdf</a> <sup>3</sup>
LTR41 – ltr41api.dll	<a href="#">ltr41api.pdf</a>
LTR42 – ltr42api.dll	<a href="#">ltr42api.pdf</a>
LTR43 – ltr43api.dll	<a href="#">ltr43api.pdf</a>
LTR51 – ltr51api.dll	<a href="#">ltr51api.pdf</a>
LTR212 – ltr212api.dll	<a href="#">ltr212api.pdf</a>

Библиотеки ltravrap.dll и ltrbootapi.dll – технические библиотеки, необходимые для работы UTS и сервера.

Руководство программиста одноместного крейта [ltr021.pdf](#).

### 3. Дополнительная информация о взаимодействии LTR крейт – LTRSERVER

Максимальная скорость передачи данных из крейта – 20 Мб/с. Однако, эта скорость может меняться в зависимости от потоков записи и чтения в крейт.

Результаты тестирования крейта :

AVR – версия прошивки 1.5.13.190

Server – версия 1.4.5.6

FPGA – версия – 3.0.3.0

Тестовая FPGA – версия – 3.5.0.3

Система:

ОС – Windows XP, SP2

Центральный процессор - Pentium IV, 2,53 МГц

ОЗУ – 1024 Мб

Жесткий диск – Seagate, 160 Мб.

Полученные экспериментальные значения:

	Запись в крейт, Мб/с	Чтение из крейта, Мб/с	Суммарный поток, Мб/с
1	1,4	19,5	20,9
2	4	14,7	18,7
3	5,5	11,71	17,21
4	6,7	9,77	16,47
5	7,5	8,2	15,7
6	8	8	16
7	8,32	7,17	15,49
8	8,82	6,6	15,42
9	9,1	6	15,1
10	9,4	5,62	15,02
11	9,8	5,12	14,92
12	9,98	4,6	14,58
13	10,05	4,1	14,15
14	10,2	3,7	13,9
15	10,4	3,52	13,92
16	10,75	3,02	13,77
17	11,1	2,05	13,15
18	12,6	0	12,6

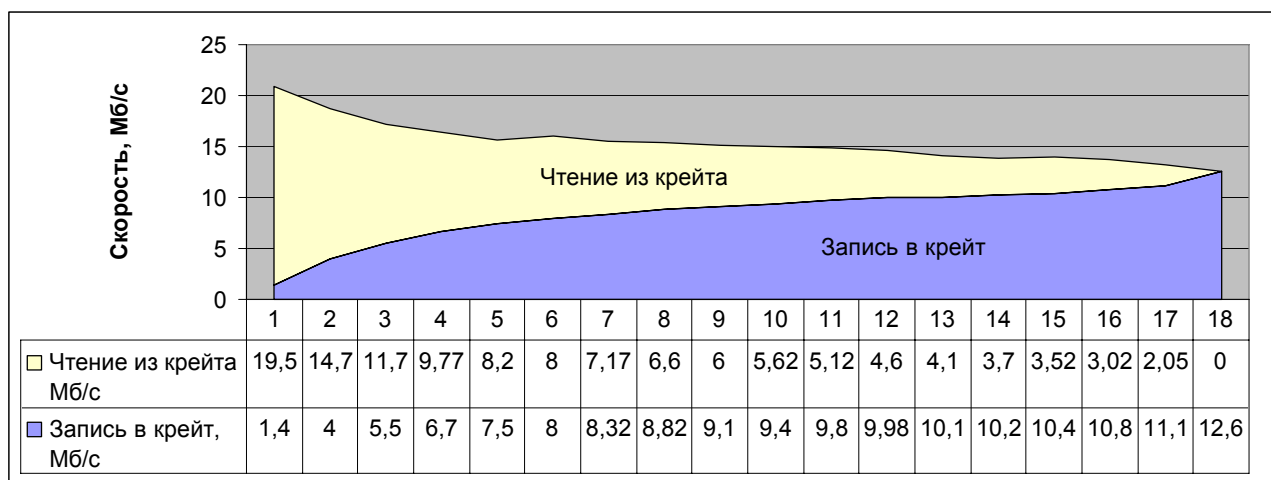


Рис 3.1. Диаграмма распределения скорости LTR крейта с накоплением, в зависимости от соотношения потоков на запись – чтение.

Как видно из диаграммы максимальную скорость 20 Мб/с можно получить – только при считывании из крейта.

**Важно !** Для стабильной работы не рекомендуется использовать USB контроллеры фирмы SiS, а также контроллеры, не поддерживающие запрос 1 Мб на аппаратном уровне.

При работе с LTR крейтом имеют место задержки.

При записи в крейт – задержки минимальные :

1. Передача данных по socket – в ltrserver обусловлена работой системы.
2. Передача данных ltrserver - минимальна, данные передаются по их наличию.
3. Прием данных LTR- крейтом (приоритет имеет передача данных крейтом, поэтому, если в крейте есть данные – на передачу больше определенного значения (зависит от прошивки))
4. Передача данных из крейта в модуль – в зависимости от загрузки буфера крейта (если данные в самом конце FIFO буфера)

При чтении данных из LTR крейта

1. Передача данных из крейта в USB – в зависимости от загрузки буфера крейта (если данные в самом конце FIFO буфера)
2. Передача данных по USB – задержка не более 5 мс + время передачи по USB.
3. Прием данных ltrserver – задержка не более 10 мс. ( в зависимости от версии сервера задержка может или увеличиваться или уменьшаться, для сервера начиная с 1.4.5.8 время задержки уменьшено до 7 мс).
4. Передача данных клиенту по socket – обусловлена работой системы.

#### 4. Краткое описание работы с LTR крейтом без LTRSERVER

- Если необходимо работать с крейтом без сервера, то необходимо использовать библиотеку ltrapi\_ll.dll или написать свою собственную.
- Физические параметры устройства : USB\_BULK\_IN и USB\_BULK\_OUT – размер эндпоинтов по 512 байт в режиме HI\_SPEED и по 64 байт в режиме FULL\_SPEED.
- LTR крейт при переполнении внутреннего буфера высылает команды 0xFFFFFFFF 0xFFFFFAA0.
- При обнаружении нового модуля крейт высылает команды 0xFFFFFFFF 0xFFFFFAA01 после чего необходимо считать регистры крейта (2 байта) по адресу 0x8008 с флагом 0x82000000 (0x82008008). Каждый бит в считанном слове означает присутствие или отсутствие модуля. Соответственно бит 0 – 1 слот, ... , бит 15 – 16 слот.