

## **Разработка интегрированной среды управления каналообразующими устройствами бортовых сетей**

*Д. Е. Гурьев, ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова,  
П. Ю. Демьянов, ЗАО НТЦ «Модуль»,  
С. Ю. Козаченко, ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова,  
О. Р. Лапонина, ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова,  
Н. Ю. Миронов, ЗАО НТЦ «Модуль»,  
В. А. Харин, ЗАО НТЦ «Модуль»,  
Д. А. Чихичин, ЗАО НТЦ «Модуль»*

Доклад посвящен программному обеспечению для управления устройствами сопряжения в макете бортовой сети и комплексе наземной отладки.

### **1. Введение**

Протокол «Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей», известный также как ГОСТ Р 52070-2003 [1] и MIL-STD-1553B [2], применяется для организации бортовых сетей летательных аппаратов различного назначения, а также для бортовых сетей кораблей и судов или сетей управления технологическими процессами.

Устройства сопряжения выпускаются небольшим числом производителей. Программное обеспечение, которому посвящен этот доклад, предназначено для работы с устройствами семейства MB11.xx, MB26.xx, БИС 1879BA1Г, выпускаемых НТЦ "Модуль" [3].

Основными компонентами ПО являются: драйверы устройств, библиотека времени выполнения, интерактивные прикладные программы для управления устройствами в макетах сетей и НКО [4].

В работе [4] также намечена программа развития этого программного обеспечения.

Основные направления этой программы:

- создание интегрированной интерактивной графической среды управления устройствами в макетах и НКО,
- обеспечение эксплуатации устройств и их системного и прикладного ПО под управлением нескольких операционных систем (в частности, предлагалось MS Windows и Linux).

В настоящее время намеченная в [4] программа частично выполнена, далее в докладе обсуждаются достигнутые результаты.

В докладе также затронут вопрос о взаимодействии данной – промышленной по своей сути - разработки с учебным процессом.

## **2. Интегрированная среда управления устройствами**

Данная программа предназначена для интерактивного управления устройствами в макете бортовой сети и комплексе наземной отладки. С ее помощью разработчик целевой сети или абонента сети может интерактивно настроить устройства сопряжения в соответствии с их ролями, определяемыми протоколом, политикой и назначением сети и устройств в ней, и обеспечить тестирование передачи данных.

Программа поддерживает всю линейку устройств MB11.xx, MB26.xx. В том числе поддерживаются устройства, реализующие логику тестера протокола ГОСТ Р 52070-2003. Это позволяет проводить интенсивное тестирование абонентов сети, в том числе - "негативное" тестирование, проверяющие реакции на сообщения, нарушающие протокол в части структуры сообщений (на канальном уровне) и в части кодирования сигнала (на физическом уровне).

Программа построена по модульному принципу. Каждый режим (роль) устройства обслуживается отдельным модулем, который включает пользовательский интерфейс, логику управления устройством и часть, ответственную за управления данными. В состав программы включены следующие модули:

- контроллера шины,
- оконечного устройства,
- монитора шины,
- тестера протокола,
- ряд "системных" модулей, ответственных за интерфейс пользователя, интерфейсы между модулями, сохранение и восстановление данных проекта в целом.

Модульная структура позволяет легко наращивать (и еще легче сокращать) функциональность в зависимости от потребностей практики.

Пользовательский интерфейс программы построен на основе мультиплатформной библиотеки Trolltech Qt library v. 4.1.3, редакция «Open Source» [5].

Программа может эксплуатироваться под управлением ОС MS Windows (2000/XP/2003 и 98/ME) и ОС Linux.

## **3. Модернизация системного ПО устройств сопряжения**

Реализация интегрированной среды управления устройствами потребовала существенной модернизации библиотеки времени выполнения и расширения набора драйверов устройств.

Обеспечена работа с несколькими драйверами одновременно. Это позволяет работать одновременно со всеми устройствами сопряжения

МКО, подключенными к компьютеру, независимо от того, подключены они по шине PCI или по шине USB, находятся под управлением ОС MS Windows или расширения Ardence RTX [6]. Решение этой задачи потребовало существенной перестройки внутренней структуры библиотеки. В частности, все функции доступа к устройству были "виртуализованы" (обеспечен косвенный доступ к разным реализациям этих функций в зависимости от типа драйвера и шины подключения по таблице точек входа, в какой-то степени имитирующей таблицы виртуальных методов при реализации объектно-ориентированных языков программирования). Эти изменения, конечно, никак не отразились на интерфейсе прикладных программ, обеспечена 100%-ная совместимость с предыдущими версиями библиотеки.

Библиотека времени выполнения портирована на ОС Linux. Разработан драйвер устройств MBxx.xx с подключением по шине PCI для ОС Linux. Управление устройствами с подключением по шине USB обеспечено без разработки драйвера, на основе стандартной для Linux библиотеки libusb. На платформе Linux также обеспечена одновременная работа с устройствами независимо от шины подключения. Планировался также порт на ОС FreeBSD, который был отложен по тактическим соображениям.

При подключении устройств по шине USB имеют место задержки около 3мс при передаче сообщений между компьютером и устройством. Природа этих задержек кроется в особенностях протокола USB и встроенного в устройство компонента сопряжения по USB. При этом большинство прикладных программ рассчитаны на работу с устройствами с подключением по PCI, когда доступ к ячейке памяти или регистру устройства по времени практически не отличается от доступа к ячейке собственной памяти компьютера. Задержки на USB вносят существенные негативные изменения в поведение этих программ.

Для частичной нейтрализации этих задержек разработаны дополнительные механизмы библиотеки времени выполнения:

- множественные операции обмена, т.е. несколько операций обмена в одном USB-сообщении,
- кэширование данных из ОЗУ и регистров USB-устройств.

#### **4. Промышленная разработка и учебный процесс**

Для реализации этой, промышленной по своей сути, программы разработок привлекались студенты Механико-математического факультета и факультета ВМиК МГУ им М. В. Ломоносова, слушатели магистратуры ВМиК. Участники проекта получили углубленные знания в широком спектре информационных технологий, подкрепленные практикой, а также опыт участия в коллективном проекте.

К сожалению, необходимость и периодичность подобных разработок определяются потребностями промышленности, что препятствует внедрению их в учебный процесс на регулярной основе, как собственно учебных.

Выполнение подобных проектов как собственно учебных, без заказа со стороны промышленности, могло бы быть полезно для учебного процесса, но искусственность воссоздания задач и условий, вероятнее всего, приведет к формальному отношению к проекту как со стороны руководителя, так и учеников, и неминуемо снизит обучающий эффект по сравнению с реальной промышленной разработкой.

### **5. Заключение**

Рассмотрены компоненты программного обеспечения устройств сопряжения мультиплексного канала обмена, их новые возможности, процесс их разработки и модернизации.

Обсуждены отдельные аспекты взаимодействия промышленных разработок с учебным процессом.

### **Литература**

1. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральной последовательной системы электронных модулей. Общие требования.
2. MIL-STD-1553B NOTICE 4. DIGITAL TIME DIVISION COMMAND/RESPONSE MULTIPLEX DATA BUS. DOD, 1996.
3. Гурьев Д.Е., Демьянов П.Ю., Миронов Н.Ю., Харин В.А.. Разработка устройств сопряжения мультиплексного канала обмена (MIL-STD-1553). / Современные информационные технологии и ИТ-образование. Под ред. В.А.Сухомлина. М., Макс-Пресс, 2005.
4. Гурьев Д.Е., Лызлов В.Е., Миронов Н.Ю., Харин В.А., Чихичин Д.А. Программное обеспечение устройств сопряжения мультиплексного канала обмена. / Современные информационные технологии и ИТ-образование. Под ред. В.А.Сухомлина. М., Макс-Пресс, 2005.
5. Ardence RTX Is The Real-Time Performance Solution For Microsoft Windows. <http://www.ardence.com/embedded/products.aspx?ID=70>
6. Qt Overview. <http://www.trolltech.com/products/qt/index.html>