

Средства журналирования и отладки вычислительного комплекса радиолокационной станции

Д.И. Киселев^{1,2}, М.М. Родкин²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ПАО «НПО «Алмаз»

Управляющий компьютер радиолокационной станции (РЛС) представляет собой вычислительный комплекс (ВК) реального времени под управлением операционной системы (ОС) Эльбрус. ОС Эльбрус операционная система реального времени на основе ядра Linux 2.6.33 производства ЗАО «МЦСТ». Основу ВК составляют четыре 4х ядерные процессорные платы с процессором R1000. ВК РЛС не имеет графического терминала, для связи используются сетевые интерфейсы (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet). Таким образом, ВК является встроенной системой.

Отладка программного обеспечения (ПО) направлена на обнаружение и исправление ошибок в прикладном коде. Отладка ПО встроенных систем (в т.ч. реального времени) отличается от отладки пользовательских и Web-приложений. Она является одним из этапов кросс-разработки, схему которой можно представить следующим образом. Разработка приложения ведется как минимум на двух машинах: инструментальной и целевой. На инструментальной машине происходит написание исходного текста, компиляция и сборка. На целевой - загрузка приложения, его тестирование и отладка.

Ключевым требованием к средствам отладки является возможность наблюдать и анализировать весь процесс выполнения отлаживаемых задач, а также системы в целом. В данной работе рассматриваются два метода отладки: активная отладка и мониторинг.

Так как ОС Эльбрус - операционная система реального времени на основе ядра Linux, то целесообразно применить опыт разработки ядра Linux [1]. Ядро Linux представляет собой пример встроенного приложения, имеющего длительную историю разработки (с 1994г) и огромный коллектив разработчиков. Основным способом отладки модулей ядра было и остаётся использование отладочного вывода `printk()`. `Printk()` — это функция ядра, выполняющая форматированный вывод сообщений. Также функция `printk()` может указывать уровень вывода сообщений ядра (`loglevel`). Использование `printk()`— это самый универсальный способ выполнения отладки. Для формирования файла сообщений используются демоны `syslogd` и `klogd`.

При невозможности продолжения работы из-за ошибок ядро Linux формирует т.н. сообщение «Oops». Оно включает в себя вывод информации об ошибке на консоль, вывод дампа содержимого всех регистров и вывод обратной трассировки вызовов функций (`backtrace`) [2].

Сейчас для журналирования и отладки ВК РЛС используются следующие средства:

- RD (программа для записи информации, передаваемой по каналам RS-485 между аппаратурой РЛС);
- Log (программный модуль журналирования);
- Assert() (конструкция, позволяющая проверять предположения о значениях произвольных данных в произвольном месте программы);
- Console (текстовый терминал, индикация текущего состояния и настройка ВК);
- ID (Программа индикации/подмены информации, передаваемой по каналам RS-485 между аппаратурой РЛС);
- TD (программа профилирования);
- Debug_MSG(определение состава посылаемых сообщений по каналам Ethernet и вывод типа сообщений и их размер);
- Dump (снимок информации о состоянии приложения в момент аварийного завершения);
- Repeater (запись/воспроизведение информации, передаваемой по каналам RS-485).

Соответствие между средствами журналирования и отладки ядра Linux и ВК РЛС приведено в таблице 1:

Таблица 1 Средства журналирования и отладки ядра Linux и ВК РЛС

Ядро Linux	ВК РЛС
Функция ядра <code>printk</code> (вывод сообщений ядра в текстовый файл)	Log (программный модуль журналирования)
Дамп ядра и вывод диагностического сообщения на консоль	Дамп приложения

Требуется сократить номенклатуру средств отладки ВК РЛС, объединив однотипные Log, Debug_MSG, Assert() и добавить опции, приближающие возможности программного модуля журналирования Log к функции ядра `printk()`:

- Обязательные уровни логирования (ALL, DEBUG, INFO, WARN, ERROR, ALARM, FATAL);
- Пользовательские уровни логирования (дополнительная информация от пользователя);
- Возможности управления уровнями через `config` файл;
- Настройка дополнительных параметров таких, как включение/отключение Debug_MSG и Assert().

Существующие средства журналирования и отладки ВК РЛС разнородны. Для их типизации решено применить опыт успешной разработки ядра Linux. Результат типизации упростит отладку ВК РЛС и повысит качество выпускаемого продукта.

Литература

1. Лав Р. Ядро Linux: описание процесса разработки, 3-е изд.: Пер. с англ. - М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2013.
2. <https://www.kernel.org/> [Электронный ресурс]