

# Нагрузочное тестирование plug-компьютера

Ключеня В., Ковалёв С., Савицкий В., Щербич А.

Инновационная компания PROMWAD

Минск, Республика Беларусь

e-mail: {vitaly.kliuchenia, sergey.kovalev, vitali.savickiy, alexandr.shcherbich}@promwad.com

**Аннотация**—В данной статье описана методика тестирования процессоров встраиваемых систем под нагрузкой, результатом которой будет выход из строя не пригодных процессоров, все тесты будут проводиться на примере plug-компьютера.

**Ключевые слова:** стресс тестирование, plug-компьютер, процессор, нагрузочное тестирование

## I. ВВЕДЕНИЕ

Plug-компьютер – многофункциональный мини-сервер для решения широкого спектра задач в SOHO (Small Office & Home Office) сетях [1]. Работает в бесперебойном режиме от бытовой сети 220 В. Отличается низким энергопотреблением и малыми размерами (сопоставим с габаритами зарядного устройства для мобильного телефона).

Устройство может входить в состав локальной или глобальной сети, выполнять функции компьютера или сервера. Plug-компьютер используется для измерений параметров вычислительной сети, хранения и передачи конфиденциальных данных, проигрывания мультимедийного контента, маршрутизации данных и др.

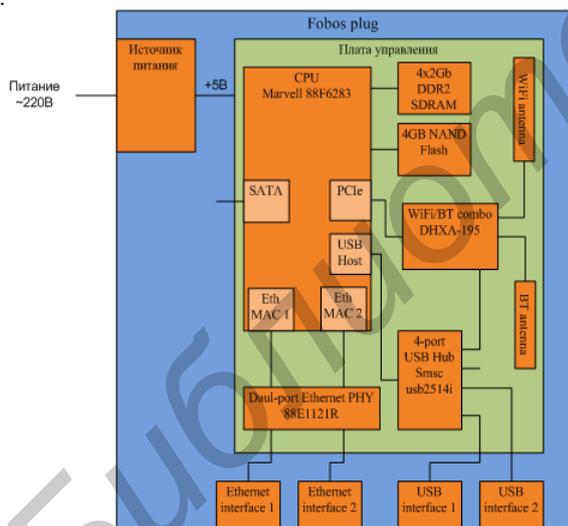


Рис. 1. Структура plug-компьютера

Plug-компьютер работает на базе процессора Marvell Kirkwood 88F6283 (1 ГГц) и ОС Linux Debian, обладает широким выбором интерфейсов (USB, WiFi, Ethernet, Bluetooth) и поддерживает различные сетевые протоколы (DLNA, FTP, SMB). Структурная схема plug-компьютера изображена на рисунке 1.

Существует также много модификаций plug-компьютеров с другой конфигурацией, такие как SheevaPlug, GuruPlug, DreamPlug, IonicsPlug и т. д. [2]

## II. МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОРА ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

При постановки на производство plug-компьютеров нужно было выяснить стабильно ли работает устройство в условиях превышающих нормальное функционирование. Для решения данной задачи было решено провести стресс тесты CPU и нагрузочное тестирование периферийных элементов (Ethernet, USB, Wi-Fi и т.д.) и проследить как долго и стабильно ли будет работать plug-компьютер в нестандартном состоянии.

Для начала тестирования нужно plug-компьютер подключить при определенных условиях к PC. *Условия тестирования*

1. По средствам UART-интерфейса plug-компьютер должен быть подключен к PC через стандартный преобразователь UART-RS232 или UART-USB, также должны рассматриваться ситуации, когда plug-компьютер подключен через ethernet-интерфейсы (eth0 или eth1). При тестировании должен быть запущен terminal или SSH для работы plug-компьютера через PC.

Примерная температура устройства при начале тестирования должна составлять + 25 °C (+/-3 °C), т. е. температура окружающей среды, в данном случае помещения. При тестировании используются термодатчики внутри CPU, с погрешностью измерения +/- 2,5 °C, а также к радиатору крепится термопара при помощи термопасты, а другой конец термопары соединен с цифровым мультиметром, который отображает температуру радиатора на экране. Это делается для сравнения температуры CPU с температурой радиатора.

2. Далее после запуска plug-компьютера надо запустить через terminal или SSH-консоль скрипт, который загружает ядро CPU от 0 до 100% [3], а также скрипты, например ping -f -s 60000 eth0 (eth1) [4], которые максимально загружают пакеты каналы eth0, eth1, далее запустить нагрузочные скрипты во всех возможных вариантах, т. е. под нагрузкой должны оказаться все интерфейсы одновременно и по отдельности. Делать замеры температуры через каждые 5 минут для каждого варианта. Каждый вариант длится от 30 до 150 мин. Все значения температуры должны быть занесены в таблицу и по результатам построить графики (зависимость температуры датчика от времени). Обобщенная схема алгоритма методики тестирования приведена на рисунке 2.

3. Выполнить пункт 2, когда plug-компьютер будет работать длительное время под нагрузкой (более 18 часов). Все значения температуры должны быть также

занесены в таблицу и по результатам надо построить графики (зависимость температуры датчика от времени). По полученным данным сделать выводы.

4. При необходимости повторить все этапы тестирования несколько раз для получения повторяемости результатов и более достоверных данных.

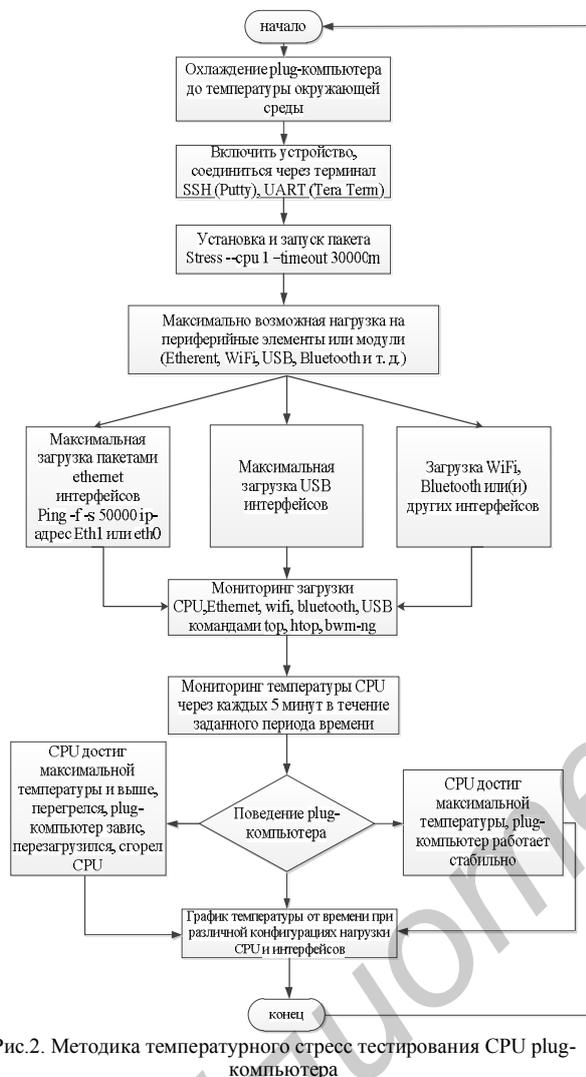


Рис.2. Методика температурного стресс тестирования CPU plug-компьютера

### III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Данная методика была использована на опытных образцах plug-компьютера с процессором Marvell Kirkwood 88F6283-A0-BKD2C100 с двумя ethernet-интерфейсами (eth0 и eth1) и двумя USB-интерфейсами (USB0 и USB1) и plug-компьютера с процессором 88F6283-A1-BK12C100 и двумя ethernet-интерфейсами (eth0 и eth1).

Данные plug-компьютеры оставляли работать под нагрузкой на длительные периоды времени (от 2-х часов и более, ночь, сутки и т. д.). По окончании тестирования или работы устройства построили графики зависимости температуры от времени (рис.3 и рис. 4). Данные эксперименты проводились летом при дневной температуре +25-30 °С.

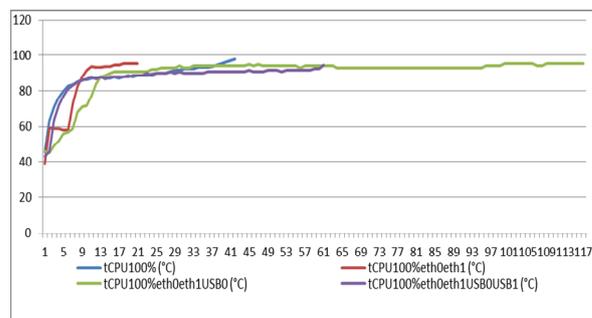


Рис.3. Графики разогрева процессора 88F6283-A0-BKD2C100 в зависимости от нагрузки

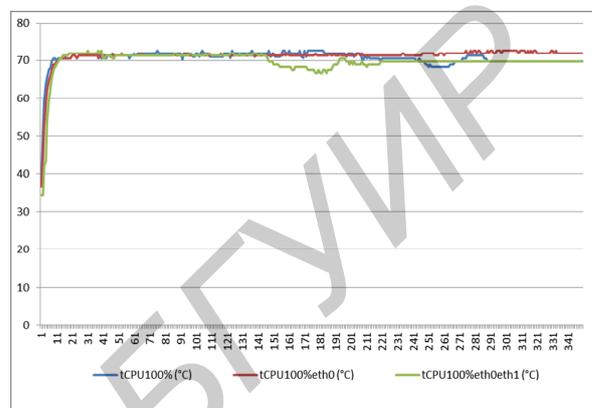


Рис.4. Графики разогрева процессора 88F6283-A1-BK12C100 в зависимости от нагрузки

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав полученные экспериментальные результаты (рис. 3) можно сделать выводы о работе plug-компьютера с процессором 88F6283-A0-BKD2C100: plug на длительные промежутки времени под нагрузкой работает нестабильно, периодически зависает, перезагружается при разогреве CPU до 94,6 – 97,6 °С, это видно по коротким оборванным графикам температуры на рисунке 4. Повторив данный эксперимент по данной методике, процессор plug-компьютера вышел из строя (сгорел). Следовательно, процессор 88F6283-A0-BKD2C100 имеет плохой теплоотвод и не пригоден для использования в plug-компьютерах.

Вывод о работе plug с процессором 88F6283-A1-BK12C100 (рис. 4): plug на длительные промежутки времени под нагрузкой работает стабильно, не зависает и не перегревается, достигает максимальной температуры 74,86 °С при нагруженных интерфейсах.

В результате стресс тестирования было выяснено, что plug-компьютер на основе 88F6283-A1-BK12C100 работает стабильно, имеет хороший теплоотвод и поэтому его стоит использовать при последующей разработке и массовом производстве plug-компьютеров. Данную методику можно использовать для стресс тестирования новых партий и модификаций plug-компьютеров или при разработке аналогичных устройств.

- [1] <http://www.promwad.com/news/27-10-2011-promwad-developments-contest-chip-expo-ru.html>
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Plug\\_computer](http://en.wikipedia.org/wiki/Plug_computer)
- [3] <http://unixfoo.blogspot.com/2008/12/linux-stress-testing.html>
- [4] [http://www.pixelbeat.org/cmdline\\_ru\\_RU.html](http://www.pixelbeat.org/cmdline_ru_RU.html)