

интерфейсов передачи данных, которые позволяют осуществлять простую и надежную интеграцию оборудования различных производителей.

*Руф В.* Согласен, в ближайшем будущем ВКТ будут развиваться и дальше, так как требования рынка диктуют все более высокую производительность систем при все более меньшем форм-факторе. Это означает, что нам придется разрабатывать новые системные архитектуры и современные интерфейсные технологии для большей пропускной способности обрабатываемых данных.

*Пинаев А.Л.* На этот вопрос ответить сложно. Как было сказано, по-настоящему новые тенденции на рынке ВКТ появляются редко. Конечно, косметические изменения в такт с изменениями линейки производимых электронной промышленностью компонентов будут (и даже, несмотря на то, что большинство изделий ВКТ используют компоненты, производимые по программам long-term availability). Наиболее вероятно, на мой взгляд, появление новых устройств класса интеллектуальных некомпьютерных.

*Контактный телефон (495) 334-91-30.  
Http://www.avtprom.ru*

## Ключевые события рынка встраиваемых ОС за последние 10 лет. Мнение специалиста С.В. Золотарев (Компания ФИОРД)

*Предлагаем вниманию читателей взгляд специалиста на проблематику развития и использования ОС для встраиваемых решений за последние 10 лет, основанный на обзоре научно-технических публикаций и личном опыте.*

*Ключевые слова: ОС RV, встраиваемые системы, Internet для вещей, язык программирования, открытый исходный код.*

Рассмотрим изменения в области ОС, применяемых для создания встраиваемых компьютерных систем, произошедшие за последние 10 лет.

1. Значительное изменение состава участников и лидеров рынка встраиваемых ОС за счет ухода «старых» и появления новых ОС для встраиваемых и мобильных систем, особенно на базе Linux. Проиллюстрируем этот тезис. По данным отчета «Evans Data Corporation 2001 Embedded Systems Developer Survey», 10 лет назад список лидеров среди встраиваемых ОС выглядел так: Home grown ОС, Wind River OSes (VxWorks и VxWorks AE), DOS, Embedded Linux, Microsoft Windows CE, QNX, ATI Nucleus, Green Hills (ThreadX и Integrity), LynuxWorks LynxOS, Sun Microsystems Chorus. Сегодня картина, по данным отчета UBM Electronics, выглядит иначе: Android, FreeRTOS, In house/custom, Ubuntu, Micrium (uC/OS-III), Debian (Linux), Micrium (uC/OS-II), Wind River (VxWorks), Microsoft (Win 7 Embedded/Standard), TI (DSP/BIOS), Microsoft (Win 7 Compact), QNX (QNX), Wind River (Platform neLinux), Green Hills (Integrity).

Детальнее представление о современной структуре рынка ОС для ВКТ в различных сегментах можно получить из обзора «2012 Embedded Market Survey» компании UBM Electronics ([http://seminar2.techonline.com/~additionalresources/esd\\_apr2012/ubme\\_embeddedmarket2012\\_full.pdf](http://seminar2.techonline.com/~additionalresources/esd_apr2012/ubme_embeddedmarket2012_full.pdf)) и из обзоров в Википедии «Usage share of operating systems» ([http://en.wikipedia.org/wiki/Usage\\_share\\_of\\_operating\\_systems](http://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems)).

На мой взгляд, одной из причин этого тренда является стремительное увеличение доли устройств и числа поставщиков микросхем на базе процессоров

с архитектурой ARM и сокращения доли решений для x86 платформы (и соответственно ОС для этих архитектур), как это видно из отчета UBM Electronics. Если вспомнить хотя бы список ОС, которые приводились в хорошем для своего времени журнале RealTime Magazine (его сменил журнал Dedicated Systems), то большинство из названных там ОС уже закончило свой жизненный цикл. Этот список также представлен в [1]. С другой стороны, именно в течение этого десятилетия появились и стали играть очень заметную роль такие ОС, как Android и iOS (правда, можно спорить насчет того, в какой степени правомерно причислять их к сегменту встраиваемых систем).

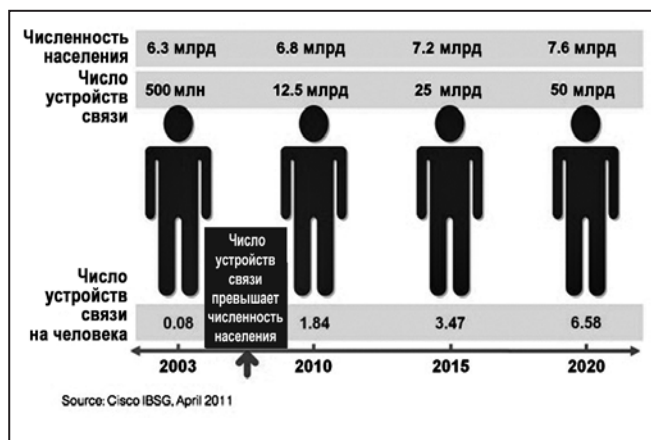
2. Существенный рост доли проектов и решений на базе Open Source (точнее Open Source без коммерческой поддержки) и одновременное сокраще-

*Таблица. Ключевые встраиваемые ОС, приобретаемые различными компаниями в последнее 10-летие*

Год	Производитель	ОС	Покупатель
2012	Petalogix	Linux	Xilinx
2010	QNX Software Systems	QNX	Research In Motion
2009	Monta Vista Software	Linux	Cavium
2009	Wind River Systems	VxWorks, Linux	Intel
2008	Symbian Limited	Symbian	Nokia
2005	Android	Android	Google
2004	QNX Software Systems	QNX	Harman International Industries
2002	Accelerated Technology	Nucleus	Mentor Gdaphics
2001	Eonic Systems	Virtuoso	Wind River Systems
1999	Integrated Systems	pSOS	Wind River Systems
1998	Spectron Microsystems	DSP/BIOS, SPOX	Texas Instruments

Источник: Will M&A Reignite in OS Market

[http://www.ebnonline.com/author.asp?section\\_id=2144&doc\\_id=250152](http://www.ebnonline.com/author.asp?section_id=2144&doc_id=250152)



ние доли использования проприетарных и коммерческих ОС. Среди основных причин предпочтения в пользу Open Source ОС — наличие исходных кодов и, следовательно, потенциальная возможность сертификации по различным критериям (отраслевым и общим), отсутствие платежей за лицензии и все возрастающие характеристики с точки зрения поддержки РВ.

3. Поглощение практически всех ведущих поставщиков (вендоров) встраиваемых ОС и ОС РВ производителями аппаратных средств (в большинстве случаев) (таблица). Как показала история, в последующем часто эти ОС либо просто «умирали», либо существенно изменяли традиционное направление своего развития в угоду бизнес-интересам покупателя. Сейчас из относительно крупных независимых вендоров встраиваемых ОС из старой когорты остались только Green Hills и LynuxWorks. И остались они только потому, что большая доля их заказов — это проекты в оборонной отрасли и в авионике.

4. Замедление темпов развития и сокращение использования «классических» ОС РВ, таких как LynxOS, QNX и Integrity, соответствующих стандарту POSIX. Появление и развитие новых направлений в области ОС РВ, таких как гипервизоры для систем, связанных с безопасностью (safety critical and secure system). Это, например, ОС LynxOS-178, LynxSecure, VxWorks-653 и Integrity-178, ориентированные на такие стандарты, как DO-178B и IEC-61508 и спецификации ARINC-653 и MILS. И, вообще, область применения «классических» ОС РВ будет еще более сокращаться и смещаться в сторону очень специальных задач. Это объясняется тем, что заложенная в большинстве ОС РВ концепция разделения ресурсов в стандарте POSIX с ориентацией на потоки и процессы становится устаревшей ввиду развития многоядерных архитектур, поддержки виртуализации на аппаратном уровне и возможности более просты-

*Всегда, прежде чем может быть возведено что-то новое, должен быть поколеблен авторитет уже существующего.*

С. Цвейг

ми способами обеспечить характеристики РВ совершенно другими методами.

5. Появление и развитие новых областей применения встраиваемых ОС, в том числе для M2M (Machine-to-machine) приложений и «Internet устройств» («Internet для вещей», Internet of Things, IoT). Консалтинговая компания Gartner назвала 10 главных технологий и тенденций, которые будут стратегическими, начиная с 2012 г. Gartner называет стратегической технологию, которая обладает потенциалом оказать значительное влияние на весь мир в ближайшие 3 года. Стратегической может быть существующая технология, которая достигла зрелости и/или стала доступна для более широкого спектра применений. В этот список вошла технология IoT, которая будет иметь непосредственное отношение к таким новым направлениям развития цивилизации, как интеллектуальная энергетика, «умные» города и дома, фабрики, автомобили и транспорт, экология, медицина и здравоохранение. По оценке Cisco IBSG, число устройств, подключенных к Internet, сравнялось с аналогичным показателем для людей именно в прошедшее 10-летие примерно в 2008–2009 гг. (рисунк), а к 2020 г. достигнет 50 млрд. устройств.

6. Разнообразные события происходили в области использования языков программирования для встраиваемых систем. В 1997 г. 80% респондентов использовали язык С. Через 15 лет это число сократилось до 65%, но язык С по-прежнему является доминирующим языком программирования, используемым для программирования встраиваемых систем. На сегодняшний день не подтвердились прогнозы об усилении позиций языка С++ и не полностью для Java. Максимум использования Java пришелся на 2004 г. (20%), а сейчас упал до 2% проектов. Доля инструментальных средств программирования встраиваемых систем, таких как MatLab и LabView колеблется в районе 1%, и даже немного сокращается за последние 5 лет [2]. Эти данные также подтверждаются и другими источниками.

#### Список литературы

1. Сорокин С. Как много ОС РВ хороших... // Современные технологии автоматизации. 1997. №2.
2. Shifting sands: Trends in embedded systems design//Embedded Systems Design (EDC) 2012. № 5.

*Золотарев Сергей Викторович — канд. техн. наук, ведущий эксперт компании ФИОРД.  
Контактный телефон (812) 323-62-12.  
E-mail: zolotarev@fiord.com*