

## ТЕНДЕНЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ

доцент, к.т.н. Зубков О.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
кафедра микропроцессорных технологий и систем,  
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14  
E-mail: oleh.zubkov@nure.ua

**Abstract.** The world experience in the development of embedded systems on microcontrollers is analyzed. The main leaders in the production of microcontrollers and the growth dynamics of sales of their products are identified. Revealed trends in the number of projects with embedded real-time operating systems and processors with ARM architecture. The requirements for the training of specialists in the field of microcontroller programming are formulated.

**Основная часть.** Повсеместное применение микроконтроллеров в электронике бытового, промышленного, военного и иных назначений делает востребованной подготовку инженеров на современном уровне университетами Украины. При этом перечень требований к будущим специалистам определяется такими компаниями в области электроники, которые являются лидерами по внедрению инновационных технологий. Их применение позволяет решать главные задачи, стоящие перед коллективом разработчиков:

- затратить минимальное время на разработку;
- сделать дешевле и с большим перечнем функциональных возможностей, чем у конкурентов;
- обеспечить наилучшую совместимость с беспроводными или проводными сетями передачи информации;
- обеспечить соответствие существующим международным стандартам и даже анонсированным.

Интерпретируя перечисленные требования по отношению к вузам Украины можно сформулировать основные предпосылки к составлению плана обучения.

1. Перед выбором аппаратной платформы следует проанализировать тенденции развития рынка микроконтроллеров и количество внедрений ведущих производителей. Сегодня 36% фирм разработчиков в своих проектах применяет микроконтроллеры TI, 32% – NXP, 30% – STmicroelectronics, 27% – Microchip, 24% – Atmel. При этом, из перечисленных производителей микроконтроллеров, наибольшую динамику роста демонстрирует фирма STmicroelectronics, рост продаж которой составил за прошлый год 19,5% в сравнении с лидером TI (7%).

Этой фирме принадлежит первенство в секторе внедрений 32-битных микроконтроллеров, что особенно важно в сравнении с результатами сравнительного анализа применений МК различной разрядности, приведенными на рисунке 1. Таким образом, мировая тенденция говорит о росте внедрений 32 и 64-битных микроконтроллеров и постепенном спаде применений 8 и 16-битных микроконтроллеров. Поэтому, для подготовки специалистов вузам следует использовать аппаратную платформу одного из ведущих производителей микроконтроллеров на базе 32 или 64-битных микроконтроллеров с ядром ARM.

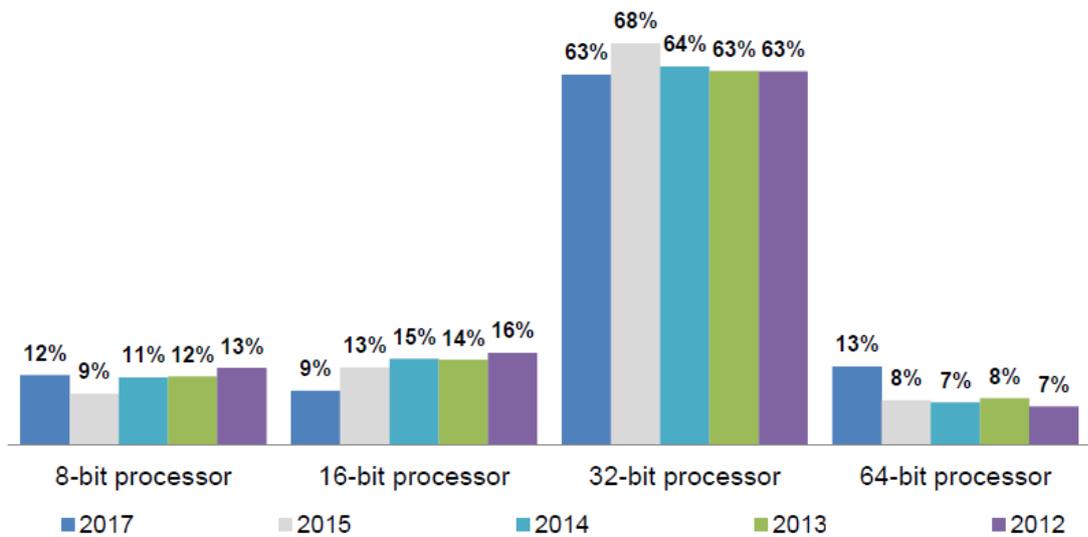


Рисунок 1 – Сравнительный анализ количества применений микроконтроллеров различной разрядности

2. При обучении должны использоваться последние версии программных продуктов от производителя микроконтроллеров и широко применяемые IDE для написания и отладки программ (IAR, Keil, Eclipse). Производители подобных IDE, как правило, предоставляют бесплатные ограниченные по ресурсам версии, возможностей которых вполне достаточно для организации обучения. Применение последних версий позволяет обеспечить безболезненный переход к практической деятельности на фирме, а применение специализированных программных продуктов от изготовителя (как, например STM32CubeMX) снизить время разработки и упростить переход с одной модификации контроллера на другую. При этом время разработки является одним из основных критериев выбора микроконтроллера, о чем свидетельствует сравнительный анализ времени выполнения проекта: до 6 месяцев – 37%, от 6 до 12 месяцев – 36%, от года до двух – 20%. Время выполнения проекта напрямую связано с его экономической рентабельностью и новизной на рынке.

3. При обучении основной упор должен делаться на применение в проектах языков C/C++. Сегодня в 52% проектов применяется язык C, в 24% – C++, 5% – Python, 3% – Java.

4. В последние годы все большее количество практических проектов выполняется с применением операционных систем реального времени (RTOS) – 60%. Их использование позволяет упростить и ускорить разработку сетевого обмена информацией, работу с накопителями, дисплеями и т.д. Так у фирмы STmicroelectronics наблюдается тенденция разработки новых программных продуктов для управления дисплеями исключительно под микроконтроллеры с RTOS системами, поддержкой LTDC интерфейса и графическим ускорителем. Поэтому, при обучении программированию микроконтроллеров необходимо равное время уделять программированию микроконтроллеров с RTOS и без RTOS.

5. Микроконтроллер является составной частью принципиальной схемы устройства. Понимание программистом микроконтроллера работы схемы, а весьма часто и участие в разработке является обязательным требованием к будущему специалисту. Поэтому изучение цифровой, аналоговой и силовой схемотехники является обязательным этапом практической подготовки специалиста.

6. На данный момент при применении беспроводных технологий в новых разработках используются следующие стандарты: Wi-Fi (65%), Bluetooth (49%), мобильные сети (25%), ZigBee (14%) и т.д. Понимание беспроводных и проводных стандартов передачи данных является важным этапом подготовки будущего инженера и обязательно должно быть включено в курс обучения.

**Выводы.** Быстрый рост номенклатуры и аппаратных возможностей современных процессоров требует от разработчика оперативного внедрения новинок, чему способствуют специализированные программные продукты от производителя. Требование к выпуску на рынок актуальных новинок влечет уменьшение сроков разработки и использование при разработке наилучших IDE, высокопрофессионального коллектива и встроенных операционных систем. Поэтому подготовка будущих разработчиков должна проводиться на современной аппаратно-программной базе и учитывать тенденции развития рынка микроконтроллеров.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- |   |   |
|---|---|
| 1. <a href="http://www.eetimes.com">www.eetimes.com</a> .     | 5. <a href="http://www.edn.com">www.edn.com</a> .           |
| 2. <a href="http://www.embedded.com">www.embedded.com</a> .   | 6. <a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a> .             |
| 3. <a href="http://stackexchange.com">stackexchange.com</a> . | 7. <a href="http://www.ieee.org">www.ieee.org</a> .         |
| 4. <a href="http://www.digikey.com">www.digikey.com</a> .     | 8. <a href="http://investors.st.com">investors.st.com</a> . |