

Выбор ОСРВ для среды ПО систем ЦОС *TORNADO-MTSA* и ПО контроллеров/IoT

МикроЛАБ Системс

www.mlabsys.ru

13 декабря 2018г., г-ца «Космос», г.Москва

ОСРВ в ПО ТМТСА и Контроллеров/IoT

Системы ЦОС **TORNADO-MTCA (TMTCA)**
и АМС-модули **TORNADO-Axxx**



Промышленные
контроллеры



Устройства IoT



ОСРВ – программный инструмент организации мультизадачного режима П/МК, т.е. имитации «параллельного» исполнения нескольких задач/процессов в П/МК.

- ОСРВ в ПО систем ЦОС **TORNADO-MTCA**:
 - В среде ПО **TAMMC[®]** и F/W MMC-контроллеров АМС-модулей **TORNADO-Axxx**
 - ✓ ПО недоступно для разработки/модификации Пользователем
 - ✓ ПО супер-критично для «надежности» и «живучести» АМС-модуля и всей системы TMTCA
 - В среде ПО **TASDK[®]** для ядра-0 ПЦОС и ядер ARM АМС-модулей **TORNADO-Axxx**
 - ПО доступно для разработки Пользователем
 - ✓ ПО некритично для «надежности» и «живучести» АМС-модуля и всей системы TMTCA
 - ✓ ПО критично для функционала АМС-модуля и всей системы TMTCA
- ОСРВ в ПО промышленных контроллеров и IoT:
 - Используется практически везде
 - ✓ ПО недоступно для разработки/модификации Пользователем устройства (как правило)
 - ✓ ПО критично для функционала контроллера и всей системы
 - ✓ ПО м.б. критично для «надежности» и «живучести» контроллера и всей системы

Требования к ОСРВ

- ✓ Детерминизм → гарантия «адекватной работы» ПО изделия
- ✓ (2) Скорость реакции на внешние события (IRQ) → адекватное управление изделием
- ✓ (2) Скорость обработки системных запросов и данных → производительность изделия
- ✓ Функционал → решение задачи
- Поддержка мульти-ядерности (AMP/SMP) → «эффективное» программирование
- Защита памяти (данных, приложений) → отсутствие взаимовлияния задач, надежное ПО
- ✓ (11) Простой и понятный API → понятный и читаемый код, легко писать ПО
- (13) Модульность → размер кода
- ✓ (16) Наличие опций (FAT, IP/LAN, USB, GUI, Trace, ..) → решение задачи, время разработки
- ✓ (1/MS) Наличие исходного кода ОСРВ → безопасность, «гибкость», сертификация ПО
- ✓ (7) Открытый (open source) или бесплатный (free) код → цена изделия, время разработки
- Совместимость со стандартом MISRA → переносимость, сертификация ПО
- ✓ (9) Поддержка требуемого процессора/МК → совместимость с Н/В, время разработки
- (12) Поддержка требуемых средств разработки (IDE, компилятора) → время разработки
- ✓ (4) Техническая поддержка → время разработки
- (3) Отчисления с продаж (royalty) → цена изделия
- Наличие пре-сертификатов → надежность «критических» приложений, сертификация ПО
- ✓ (10) Цена → цена изделия
- (20/LS) Репутация ОСРВ и ее разработчика

(#) – рейтинг критерия по опросу '2012 UBM Embedded Developer Survey (1628 опрошенных)

(/MS), (/LS) – высший и низший рейтинг критерия соответственно



Критерий исходного кода ОСРВ



- Критерий №1 по результатам опроса '2012 UBM Embedded Developer Survey (1628 опрошенных)
- ✓ Позволяет разработчику понять как функционирует ОСРВ
- ✓ Позволяет модифицировать функции ОСРВ в соответствии с требованиями разработки
- ✓ Позволяет компилировать ОСРВ, используя разные конфигурационные опции ОСРВ и компилятора
- ✓ Позволяет разработчику ПО не зависеть от технической поддержки фирмы-разработчика ОСРВ и ее состояния, и обеспечить максимально необходимый срок поддержки ПО изделия
- ✓ Гарантирует разработчику отсутствие недокументированного поведения ОСРВ для «критически безопасных» приложений
- ✓ Позволяет проводить сертификацию ПО изделия (требуется исходный код всего ПО)
- ✓ Позволяет оценить/характеризовать качество кода ОСРВ («ясный»-«непонятный», «хорошо комментированный») и оценить возможность ошибок и правильность работы ОСРВ

→ Наличие исходного кода ОСРВ – ключевой критерий выбора ОСРВ, определяющий качество разрабатываемого ПО изделия.

Критерий «открытого кода» ОСРВ

✓ «Открытый код» (ОК) ОСРВ с GPL-лицензией удобен для некоммерческих задач (макетирование, обучение, исследования, хобби/развлечения и др.)

- ✓ Бесплатная ОСРВ с исходным кодом
- ✓ «Коллективное» творчество - добавление функционала и устранение ошибок
- ✓ Наличие примеров и форумов

✗ Коммерческие применения ОСРВ с ОК:

- ✗ *Высока вероятность ошибок в коде ОСРВ → «неправильное» поведение ПО изделия*
- ✗ *GPL/MIT - нет гарантии и ответственности за «неправильную»/«ненадежную» работу ОСРВ → низкая «надежность» ПО изделия*
- ✗ *Проблема безопасности кода ОСРВ → возможно «недокументированное» поведения ПО изделия*
- ✗ *Низкая (как правило) производительность (~x0.1-x0.6 от коммерческой ОСРВ) → низкая производительность ПО изделия*
- ✗ *Отсутствие (как правило) современных технологий (SMP, защита памяти, ...) → невозможность реализации (ограниченность) функционала ПО изделия, цена разработки*
- ✗ *Не всегда полный набор опций (FAT, IP, USB, GUI, Trace, IoT Cloud API, ...) → невозможность реализации (ограниченность) функционала ПО изделия, цена разработки*
- ✗ *Отсутствие технической поддержки → время и цена разработки*
- ✗ *Неизвестен автор (части) кода ОСРВ → проблема Copyright ПО изделия*
- ✗ *GPL – требование раскрытия добавленного кода ОСРВ → проблема Copyright ПО изделия*
- ✗ *Нет пре-сертификации кода ОСРВ → надежность ПО изделия, проблема сертификации ПО для «критических» приложений, цена разработки*
- ✗ *Нет стимула к совершенствованию кода ОСРВ → производительность и функционал ПО изделия*

→ **ОСРВ с «открытым кодом» подходят для некоммерческих задач, но несут серьезные риски для коммерческих приложений с высокой стоимостью разработки (по сравнению с коммерческой ОСРВ)**



Сертификация ОСРВ



- Сертификация ПО изделия для «критических» приложений:
 - Авионика
 - Автомобильный транспорт
 - Ж/Д транспорт
 - Медицинские приборы (томографы, ...)
 - Промышленные контроллеры (турбины, ...)
 - Телекоммуникационные устройства (роутеры, связь, ...)
 - ...

- ✓ Наличие пре-сертификатов ОСРВ:
 - ✓ «Надежность» ПО изделия (даже без его сертификации)
 - ✓ Наличие «сертификационных пакетов»
 - ✓ Упрощение сертификации ПО изделия

Сравнение производительности ОСРВ



- Производительность ПО приложения зависит от:
 - Типа процессора/МК и частоты его работы
 - Зависит от типа компилятора и уровня оптимизации
 - Зависит от кода теста
- Как выделить и сравнивать только производительность ОСРВ ?
 - Временные параметры ОСРВ производителей не подходят (основаны на разном коде тестов)
 - Необходимы измерения в циклах процессора, а не в единицах времени
 - Необходимо сравнивать соизмеримые результаты
 - Необходимо тестировать различный функционал ОСРВ
 - Необходимо минимизировать время выполнения кода тестового приложения для максимально точного измерения «вклада» только ОСРВ

→ Необходимы унифицированные и легко портируемые тесты производительности ОСРВ и IP/LAN опции



Унифицированный тест производительности ОСРВ отсутствует

Express Logic Inc предложила унифицированный **Thread Metric (TM) Test** для производительности ОСРВ (<https://rtos.com/support/extra-tools>):







- ✓ Легко портируемый набор тестов на любую ОСРВ и аппаратную платформу
- ✓ Минимальный «вклад» кода тестового приложения в измеряемое время, максимум «вклада» ОСРВ
- ✓ Тест «детерминизма» ОСРВ (Equal Priority Cooperative Context Switching)
- ✓ Тест передачи управления между задачами (Preemptive Context Switching)
- ✓ Тесты взаимодействия прерываний и задач
- ✓ Тесты передачи сообщений, семафоров, ...
- ✓ Тест выделения памяти



Тест производительности IP/LAN опции – **IPERF/JPERF** (<https://github.com/esnet/iperf>):

- ✓ Тест приемо-передачи TCP/IP и UDP пакетов
- ✓ Измеряет скорость приемо/передачи, потерю пакетов, ...
- ✓ Легко портируется на разные ОСРВ с IP/LAN опцией

Сравнение ОСРВ

Критерий	 eLinux	  FreeRTOS/ OpenRTOS/ SafeRTOS	 DSP SYS BIOS (TI)	 VxWorks (WindRiver)	 ThreadX (Express Logic)
Тип ОСРВ	Открытый код	Бесплатная/ Коммерческие	Бесплатная	Коммерческая	Коммерческая
Цена	-	-\$7K+/\$55K+	-	\$18K+/год	RUS: \$16K+
Исходный код	+	+	+	+ (опция/\$)	+ (стандарт)
Техническая поддержка	форум	- / + / +	форум	+	++
Опции (<u>F</u> at, <u>I</u> P/LAN, <u>U</u> sb, <u>G</u> ui, <u>T</u> race)	F,IP,U,G	F,IP,T	IP	F,IP,U,G,T	F,IP,U,G,T
Детерминизм	-	- / - / ND	+	+	+
Скорость ОСРВ/LAN (шкала 1-10)	2-6 / 7-10	1-4 / 6-8	3-5 / 5-7	ND	10 / 10
Время старта (запуска) ПО изделия	15-40с	<1с	<1с	ND	<1с
Функционал/технологии	+	++	++	+++	+++
Поддержка мультитядерности (AMP, SMP)	SMP	AMP	AMP	AMP, SMP	AMP, SMP
Отчисление с продаж	-	- / - / ND	-	+	-
Наличие пре-сертификатов	-	-/-/+	-	++	++
Простота API	+	+	±	±	+
Лицензия	GPL	GPL	~GPL	Коммерческая	Коммерческая

(*) ND – нет данных

ОСРВ для АМС-модулей **TORNADO-Axxx**



- ОСРВ для ПО ядра-0 ПЦОС **TORNADO-A6678xx**
 - TI DSP SysBIOS (стандарт)
 - Express Logic ThreadX (опция, пре-серт.)
- ОСРВ для ПО x2 ARM Cortex-A9 **TORNADO-AZ/FMC**
 - eLinux (стандарт)
 - FreeRTOS (стандарт)
 - Express Logic ThreadX (опция, пре-серт.)
- ОСРВ для ПО x4 ARM Cortex-A53 **TORNADO-AZU+/FMC+**
 - eLinux (стандарт)
 - FreeRTOS (стандарт)
 - Express Logic ThreadX (опция, пре-серт.)
- ОСРВ для ПО x2 ARM Cortex-R5 **TORNADO-AZU+/FMC+**
 - FreeRTOS (стандарт)
 - Express Logic ThreadX (опция, пре-серт.)
- ОСРВ для ПО F/W MMC **TORNADO-Axxx**
 - MMC@XMEGA: FreeRTOS (стандарт) → Express Logic ThreadX (опция)
 - MMC@ARM: Express Logic ThreadX (пре-серт.)

ОСРВ для Контроллеров, IoT

- **eLinux**
(сетевые устройства, IoT, исследования, ...)
- **FreeRTOS**
(IoT, исследования, промышленность, ...)
- **Express Logic ThreadX** (>6.2млрд. устройств)
(промышленность, принтеры (HP), IoT, бытовые устройства, медицина, SoC (Broadcom, Marvel, ...), автомобильные контроллеры, сетевые устройства, ...)
- **WindRiver VxWorks** (~5млрд. устройств)
(авионика, «критические» системы, автомобильные контроллеры, медицина, ...)
-

МикроЛАБ Системс

Дубнинская ул., д.83, оф.612, Москва 127591
тел.факс: (499)-900-6208

WEB: www.mlabsys.ru
E-mail: info@mlabsys.ru