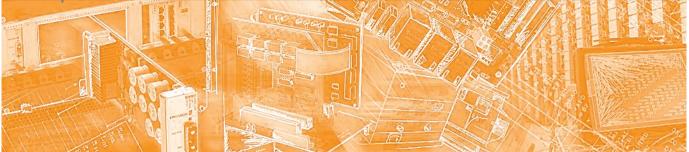
0530P/BCTPANBAEMЫE CNCTEMЫ



Сергей Солдатов

Компьютеры на модуле стандарта SMARC 2.0 компании ADLINK

Компьютер на модуле – сравнительно новое решение, предназначенное для упрощения реализации встраиваемых систем. Тем не менее, уже успел сформироваться ряд конкурирующих стандартов, в статье рассказано об одном из них – SMARC. Описаны некоторые модули компании ADLINK, которая входит в число авторов стандарта SMARC.

Введение

Компьютер на модуле (COM — Computer-on-Module) совершенствует встраиваемые технологии за счёт использования совместимых и готовых к применению платформ. Применяя СОМ-модули, компании могут сфокусироваться на основной задаче — разработке собственной системы и несущей платы как базовой электронной конструкции, которые будут взаимодействовать с удалёнными датчиками, приводами и целыми установками.

При этом разработка и настройка СОМ-модулей может быть передана сторонним разработчикам. Модули, готовые к применению, могут быть доработаны с учётом конкретных требований заказчика и модернизированы по мере необходимости, без дополнительных работ по их интеграции.

На данный момент выделяют три основных стандарта СОМ — это СОМ Express, Qseven и SMARC. Несмотря на то что все три стандарта обладают преимуществами в части компактных размеров и энергосбережения, наиболее перспективным видится стандарт SMARC.

Спецификация SMARC

Спецификация SMARC 1.0 (Smart Mobility ARChitecture) для СОМустройств была представлена группой стандартизации встраиваемых технологий SGET (Standardization Group for

Еmbedded Technologies) в 2012 году. Спецификация определяет два формфактора устройств (рис. 1): полноразмерный модуль (82×80 мм), а также компактный модуль размером с кредитную карту (82×50 мм). Устройства, соответствующие данной спецификации, являются весьма миниатюрными, низкопрофильными и обладают малым энергопотреблением.

Модули SMARC применяются в качестве блоков для построения мобиль-

 Полноразмерный модуль

 82×80 мм

 О

 Компактный модуль

 82×50 мм

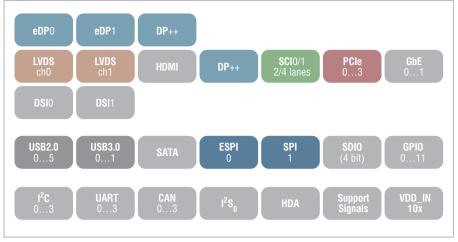
Рис. 1. Внешний вид полноразмерного и компактного SMARC-модуля

ных и стационарных встраиваемых систем. Они используются совместно с несущими платами, которые поддерживают широкий набор шин и различные типы памяти. Модульный подход обеспечивает масштабируемость, необходимую производительность, низкую потребляемую мощность и компактный размер конечного изделия. Также он позволяет снизить затраты на разработку и сократить сроки выхода на рынок.

Ряд системных интеграторов уже предлагает заказчикам как отдельные платы, так и целые системы. А несколько ОЕМ-производителей (Original Equipment Manufacturer — изготовитель комплектного оборудования) выпускают системы на основе модулей SMARC большими сериями. С 2012 года количество участников SGET выросло до 53 членов, и на сегодня все ведущие производители модульных вычислительных устройств имеют SMARC-продукты в своём портфеле изделий.

Спецификация SMARC 2.0

В июне 2016 года была опубликована спецификация SMARC 2.0. В данной спецификации группе SGET удалось найти баланс между обеспечением обратной совместимости с сохранением уже сделанных инвестиций и реализацией поддержки перспективных интерфейсов, ориентированных на будущее.



Условные обозначения: eDPO/1 –универсальный встраиваемый дисплейный интерфейс для мобильных устройств; DP++ – интерфейс дисплея Dual-Mode DisplayPort для поддержки разрешений до Ultra HD/4K; LVDS – низковольтная дифференциальная передача сигналов, ch0/ch1 – канал 0 и 1 соответственно; HDMI – интерфейс для мультимедиа высокой чёткости; CSIO/1 2/4 lanes – последовательный интерфейс камеры; PCIe – интерфейс PCI Express; GbE – гигабитный Ethernet; DSI – последовательный интерфейс для подключения дисплея; USB – USB-интерфейс; SATA – SATA-интерфейс; ESPI – расширенный SPI-интерфейс; SPI – последовательный периферийный интерфейс; SDIO (4 bit) – интерфейс для подключения периферийных устройств через SD-слот; GPIO – интерфейс ввода/вывода общего назначения; I^2C – интерфейс I^2C ; UART – последовательный интерфейс; CAN – CAN-интерфейс; I^2S_0 – интерфейс электрической последовательной шины, использующийся для соединения цифровых аудиоустройств; HDA – цифровой аудиоинтерфейс; Support Signals – вспомогательные линии; VDD_IN 10x – питание.

Рис. 2. Набор интерфейсов модулей SMARC 2.0

Новая спецификация SMARC 2.0 использует все 314 контактов МХМ-разъёма (рис. 2) и представляет собой новый этап развития миниатюрных устройств размером с кредитную карту, имеющих большое количество интерфейсов в ограниченном пространстве.

Основным требованием данной спецификации было то, что сигналы интерфейсов, которые практически не используются или, скорее всего, будут заменены в ближайшее время более современными интерфейсами, было разрешено переназначить для других задач. Другим важным требованием было, чтобы компоненты платы не получили электрическое повреждение при случайной установке модуля 2.0 в несущую плату SMARC 1.1, или, наоборот, при установке модуля SMARC 1.1 на несущую плату спецификации 2.0. Тем самым продлеваются сроки использования существующих разработок после окончания производства модулей SMARC 1.1. Стоит отметить, что большинство основных интерфейсов, поддерживаемых в спецификации 1.1, не изменилось и в версии 2.0.

Но что же ещё привнесла спецификация 2.0? Прежде всего, появились новые интерфейсы для подключения дисплея. Технологии отображения, используемые в SoC (System-on-Chip - система на кристалле), быстро развивались в последнее время, что привело к добавлению нового интерфейса дисплея DP++ (Dual-Mode DisplayPort) с поддержкой Ultra HD/4K разрешением 3840×2160 пикселей. Поддержка DP++ упрощает реализацию DVI- и HDMIдисплеев, поскольку всё, что требуется, - это преобразование уровня электрического сигнала из TMDS в LVDS. Кроме того, поскольку одноканальный LVDS в SMARC 1.1 стал двухканальным LVDS в 2.0, этот интерфейс теперь может управлять двумя дисплеями с низким разрешением или одним с высоким разрешением. В зависимости от того, какой процессор используется, интерфейс может поддерживать до 1920×1200 пикселей при частоте 60 Гц. С другой стороны, параллельный ЖК-интерфейс больше недоступен, поскольку в SoC-системах редко поддерживается ARM/x86 верхнего уровня. Интерфейс HDMI/DP не изменился, разработчики могут подключать до трёх цифровых дисплеев высокого разрешения через современные последовательные интерфейсы. Существующие несущие платы с одноканальным LVDS и HDMI могут использоваться с модулями SMARC 2.0 так же, как и раньше.

Надо отметить, что значительно возросло число USB-интерфейсов. В предыдущей версии было всего три USBпорта (без учёта блоков альтернативных функций, AFB - Alternate Function Blocks), теперь поддерживается до шести USB-портов High Speed 2.0 с пропускной способностью 480 Мбит/с. Дополнительно реализованы два интерфейса SuperSpeed версии 3.0, обеспечивающих впечатляющие 4000 Мбит/с каждый. Это особенно важно для высокоскоростных Plug&Play-устройств хранения информации, а также высокоскоростных камер и специальных решений для видеозахвата или цифровых сигнальных процессоров. Для всех существующих USB-интерфейсов поддерживается одинаковое назначение контактов.

Поддержка не одного, а двух гигабитных интерфейсов Ethernet позволяет реализовать подключение нескольких устройств через одно промышленное устройство, тем самым уменьшая количество кабелей за счёт реализации линейных или кольцевых топологий вместо топологии «звезда». Встроенная поддержка второго интерфейса Ethernet также является плюсом для IoT-шлюзов (IoT — Internet of Things, Интернет вещей) при работе в системах с вертикальной интеграцией, где один Ethernetпорт соединяется с полевым уровнем, а другой — с уровнем управления.

В тех случаях, когда имеющихся на модуле интерфейсов недостаточно, возможно расширение за счёт четырёх интерфейсов PCIe. Три PCIe совместимы со SMARC 1.1. Одна из двух шин SPI была обновлена до версии eSPI/SPI, а вместо трёх интерфейсов I^2S (I^2S 2 для HDA) и SPDIF теперь поддерживается $1 \times I^2 S$ (на платформе ARM) и $1 \times HDA$ (на платформе х86). Поддержка НDA особо важна для интеграции, поскольку кодеки HDA гораздо больше стандартизированы, чем I^2S . Тем не менее, I^2S тоже поддерживается, поэтому гибкость и большая энергоэффективность, которые предлагает эта шина, по-прежнему доступны разработчикам.

Спецификация SMARC 2.0 больше не поддерживает параллельный интерфейс камеры и параллельные интерфейсы ЖК-дисплеев. Кроме того, больше не поддерживаются интерфейсы eMMC/SD (8 бит), так как в большинстве случаев они уже реализованы в СОМ-модуле в качестве загрузочного носителя. Также разработчики должны в дальнейшем исключить применение

редко используемых вспомогательных сигналов PCIe.

Что не изменилось: поддержка 1×SA-TA, 12×GPIO, 2×CAN, 1×SDIO (4 бит), 4×UART, 1×HDMI, 1×SPI и 4×I²C. Значительные улучшения были достигнуты за счёт устранения блоков альтернативных функций (AFB). Поскольку был очень большой разброс в функциональности AFB, это приводило к различиям в конструкции несущей платы в SMARC 1.1, которые нельзя было заменить один в один. В SMARC 2.0 область AFB была заменена специальной фиксированной распиновкой.

Когда дело доходит до количества интерфейсов в ограниченном пространстве, новая спецификация SMARC 2.0 является подходящей платформой для реализации высокоинтегрированных компьютеров на модуле в формате кредитной карты. При сравнении набора функций, например, с прародителем всех ведущих спецификаций СОМ ЕТХ очевидно, что существующие модули SMARC поддерживают значительно более современные интерфейсы, несмот-

ря на их меньшую площадь. Одной из причин является высокий уровень интеграции новейших процессоров.

Ещё одним существенным фактором стал переход на последовательные шины. Все маломощные и ультрамаломощные процессоры могут быть использованы для реализации SMARC-платформы. Модули SMARC 1.1 могут быть реализованы, например, на следующих процессорах: Altera Cyclone V, AMD Embedded G-Series, Freescale i.MX6, Intel® Atom E3800, Intel® Quark, Nvidia Tegra, а также Texas Instruments ARM Cortex A8 и A9.

Модули стандарта SMARC 2.0 компании ADLINK

Первыми продуктами, выполненными по новой спецификации SMARC 2.0, стали LEC-AL и LEC-iMX6/2GbE. С их характеристиками можно ознакомиться в табл. 1, там же приведены для сравнения характеристики модулей, выполненных по спецификации 1.1. Все SMARC-решения обладают крайне

низким энергопотреблением и имеют следующие характеристики:

- потребляемая мощность модуля от 2 до 6 Вт во время активной работы;
- все модули безвентиляторные, с пассивным охлаждением;
- низкая потребляемая мощность в режиме ожидания;
- оптимизированы для работы от батареи;
- напряжение ввода-вывода по умолчанию 1.8 В.

Модули нового поколения SMARC с современными процессорами Intel® Pentium и Celeron могут применяться в мобильных устройствах и промышленной автоматизации, медицинском оборудовании, аппаратуре для испытаний и измерений, а также в рекламных дисплеях и на транспорте. Благодаря проверенной технологии Extreme Rugged от ADLINK новые модули могут работать в расширенном диапазоне температур —40...+85°C.

В сочетании с облачной платформой ADLINK SEMA (Smart Embedded Management Agent), которая позволяет

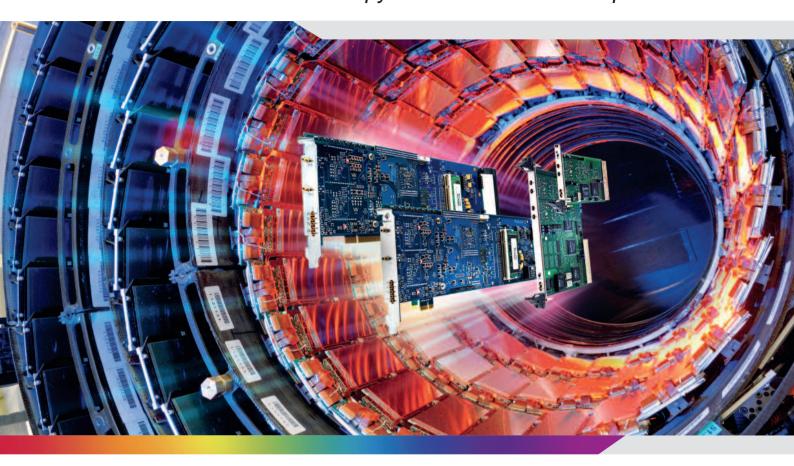
Таблица 1

SMARC-модули производства ADLINK

SMARC-модули производства ADLINK							
Внешний вид							
Модель	LEC-AL	LEC-BW	LEC-BT	LEC-BTS	LEC-iMX6	LEC-iMX6/2GbE	
Форм-фактор, версия спецификации	82×50 мм, SMARC v2.0	82×50 мм, SMARC v1.1	82×80 мм, SMARC v1.1	82×50 мм, SMARC v1.1	82×50 мм, SMARC v1.1	82×50 мм, SMARC v2.0	
цпу	Intel®Atom™ E3900, Pentium N4200 или Celeron® N3350 SoC	Intel® Celeron®/ Pentium® N3000 SoC	Intel® Atom™ E3800 SoC	Intel® Atom™ E3800 SoC	NXP i.MX6 Quad, Dual, DualLite, Solo	NXP i.MX6 Quad, Dual, DualLite, Solo	
Память	До 8 Гбайт DDR3L 1867 MT/s	До 8 Гбайт DDR3L 1333/1600 MT/s	До 8 Гбайт DDR3L 1333/1066 МГц с ECC	До 4 Гбайт DDR3L 1333/1066 МГц без ECC	До 2 Гбайт DDR3L 1066 МГц	До 2 Гбайт DDR3L 1066 МГц	
Кэш	L2: 2 Мбайт	L2: 2 Мбайт	L2: 512 кбайт до 2 Мбайт	L2: 512 кбайт до 2 Мбайт	L2: 512 кбайт до 1 Мбайт	L2: 512 кбайт до 1 Мбайт	
Загрузчик	AMI UEFI BIOS	AMI UEFI BIOS	AMI UEFI BIOS	AMI UEFI BIOS	U-Boot	U-Boot	
Сетевой интерфейс	1×GbE	1×GbE	1×GbE	1×GbE	1×GbE	2×GbE	
USB	2×USB 3.0 хост, 4×USB 2.0 хост	1×USB 3.0 хост, 4×USB 2.0 хост	1×USB 3.0 хост, 3×USB 2.0 хост, 1×USB 2.0 клиент	1×USB 3.0 хост, 3×USB 2.0 хост, 1×USB 2.0 клиент	2×USB 2.0 хост, 1×USB 2.0 ОТG	4×USB 2.0 хост, 1×USB 2.0 ОТG	
Носители информации	1×SATA 6 Гбит/с, 1×SDIO, 1×eMMC 5.0 на плате	2×SATA 6 Гбит/с, 1×SDIO/SD, 1×eMMC 4.51	2×SATA 3 Гбит/с, 1×SDIO/SD, 1×еММС 4.51 на плате	2×SATA 3 Гбит/с, 1×SDIO/SD, 1×eMMC 4.51	1×SATA 3 Гбит/с (только Quad и Dual), 1×SDIO/SD, 1×еММС 4.41 на плате	1×SATA 3 Гбит/с (только Quad и Dual), 1×SDIO/SD, 1×еММС 4.41 на плате	
Аудио	HDA	HDA	HDA	HDA	Посредством S/PDIF	Посредством S/PDIF	
PCI Express	4×PCIe x1	3×PCIe x1	3×PCIe x1	3×PCIe x1	1×PCIe x1	_	
Поддержка SEMA	Да	Да	Да	Да	Да	Да	
Питание (постоянный ток)	3,05,25 B ±5%	3,05,25 B ±5%	5,0 B ±5%	5,0 B ±5%	3,05,25 B ±5%	3,05,25 B ±5%	
Диапазон рабочих температур	0+60°C, -40+85°C	0+60°C	0+60°C, -40+85°C	0+60°C, -40+85°C	0+60°C, -40+85°C	0+60°C, -40+85°C	



Высокоскоростные инструментальные платы Spectrum



Для широкого спектра решений по сбору данных и генерации сигналов

PCI/PCI-X и PCI Express

- Свыше 200 моделей плат
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

6U CompactPCI

- Около 80 вариантов модулей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

3U PXI

- Более 45 моделей
- Соответствие стандарту РХІ
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение



- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений

LXI-системы сбора сигналов



- Более 60 моделей
- Соответствие стандарту LXI
- Число каналов 2-48
- Частота опроса до 500 МГц
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Полоса частот от 100 кГц до 250 МГц



МОСКВА С.-ПЕТЕРБУРГ АЛМА-АТА ВОЛГОГРАД воронеж **ЕКАТЕРИНБУРГ**

КАЗАНЬ

(812) 448-0444 (727) 321-8324 (8442) 391-000 (473) 229-5281 (343) 356-5111 (912) 620-8050

(495) 234-0636 info@prosoft.ru info@spb.prosoft.ru sales@kz.prosoft.ru volgograd@regionprof.ru voronezh@regionprof.ru info@prosoftsystems.ru ekaterinburg@regionprof.ru (843) 203-6020 kazan@regionprof.ru

КРАСНОДАР н. новгород новосибирск OMCK ПЕНЗА CAMAPA УΦА ЧЕЛЯБИНСК

(861) 224-9513 krasnodar@regionprof.ru (831) 215-4084 n.novgorod@regionprof.ru (383) 202-0960 nsk@regionprof.ru (3812) 286-521 omsk@regionprof.ru (8412) 49-4971 penza@regionprof.ru (846) 277-9166 samara@regionprof.ru





Наборы средств разработчика несущей платы SMARC-модуля

Модель	LEC-Starterkit MINI	LEC-Starter Kit R1	LEC-Starter Kit R2	LEC-Starter Kit 2.0
Возможности	• SMARC v1.1; совместимая несущая плата LEC-BASE MINI; • SD-карта и флэш-накопитель USB; • 7" TFT LVDS, кабель сенсорного контроллера; • адаптер переменного/ постоянного тока, шнур питания ЕС и США и универсальный разъём	 Совместимая с SMARC v1.1 несущая плата LEC-BASE R1; 7" дисплей на панели 800×400 со сборкой и сенсорным USB-кабелем; карта SD и USB-накопитель; интерфейсные кабели для камеры, GPIO, управления питанием, I²S и SPI; адаптер переменного/ постоянного тока, шнур питания и универсальное гнездо 	 Совместимая с SMARC v1.1 несущая плата LEC-BASE R1; карта SD и USB-накопитель; интерфейсные кабели для камеры, GPIO, управления питанием, SPI, I²C и LVDS; адаптер переменного/постоянного тока, шнур питания и универсальное гнездо 	 Совместимая с SMARC 2.0 несущая плата LEC-BASE 2.0; карта SD и USB-накопитель; дисплей LVDS; блок питания ATX, шнур питания США, шнур питания EC
иино	 Модуль: LEC-BW; теплоотвод: для LEC-BW; программное обеспечение: BSP в зависимости от операционной системы 	Совместимые модули: LEC-iMX6	 Модули: LEC-BT, LEC-BTS или LEC-BW; теплоотвод: для LEC-BT, LEC-BTS или LEC-BW; программное обеспечение: BSP в зависимости от операционной системы 	 Совместимая с SMARC 2.0 несущая плата LEC-BASE 2.0; 7" ЖК-дисплей и кабели LCD TFT LVDS; SD-карта, карта SDHC ёмкостью 4 Гбайт (класс 10); USB-накопитель (флэш-накопитель 8 Гбайт USB2.0); блок питания ATX 300 Вт; шнур питания США 10 A, 125 В; шнур питания 220 В переменного тока
Информация для заказа	LEC-Starterkit MINI с платой LEC-BASE MINI, включая SD-карту, USB-флэш-накопитель и блок питания (модуль LEC-BW и охлаждающий раствор дополнительно)	LEC-Starter Kit R1 с несущей линией LEC-BASE R1, включая SD-карту и блок питания (модули LEC-iMX6 дополнительно)	 Модули: LEC-BT, LEC-BTS или LEC-BW; теплоотвод: для LEC-BT, LEC-BTS или LEC-BW; программное обеспечение: BSP в зависимости от операционной системы 	• Модуль LEC-AL;• обогреватель

осуществлять удалённый мониторинг и управление встроенными платформами SMARC, новый модуль SMARC 2.0 станет отличным строительным блоком для разработки устройств, обеспечивающих безопасную связь IoT-устройств с облаком.

Поддержка клиентов

Для клиентов, использующих модули SMARC от ADLINK, большая часть разработки уже выполнена. Хотя прототипы модулей состоят из 8—12-слойных печатных плат, несущие платы обычно требуют только 4, 6 или 8 слоёв, поскольку конструкция периферийных интерфейсов менее сложная.

ADLINK предлагает специалистам поддержку разработки несущих плат, например, путём предоставления типовых схем вместе с результатами моделирования электрических сигналов и потребляемой мощности.

Помимо этого ADLINK предоставляет дополнительные ресурсы для разработки, услуги по проектированию специализированной несущей платы и при необходимости сотрудничает на местном уровне с различными проектно-конструкторскими бюро сторонних производителей, которые также предлагают услуги по проектированию несущей платы стандарта SMARC. Это позволяет ОЕМ-производителям, где бы они ни находились, быстро и эффективно получить индивидуальные модульные платформы (рис. 3).

Для сокращения времени выхода разрабатываемых продуктов на рынок ADLINK предлагает стартовые комплекты разработчика (табл. 2), которые содержат практически всё необходимое для самостоятельной разработки (рис. 4). По запросу предоставляются готовые к применению образы стандартных операционных систем



Рис. 3. Пример заказной несущей платы с пассивным охлаждением



Рис. 4. Пример стартового комплекта разработчика

с предварительно интегрированными BSP (Board Support Platform — платформа поддержки платы), включая Windows 10 IoT Enterprise, Windows 10 IoT, Core и Yocto Linux, VxWorks и Android BSP.

Заключение

ADLINK — одна из немногих компаний на рынке встраиваемых систем, которая не просто разрабатывает устройства, но и изготавливает их. Опыт производства, а также контроль над всеми технологическими процессами дают существенные преимущества по сравнению с другими поставщиками. Клиенты получают превосходное качество и длительные сроки доступности устройств даже в тяжёлых промышленных условиях. Вместе с высокой доступностью продуктов и всесторонней поддержкой это приводит к снижению общей стоимости владения нового оборудования.

SMARC — это новый стандарт для промышленной автоматизации. Низкая потребляемая мощность (до 15 Вт), компактность, а также широкие возможности масштабирования и множество встроенных интерфейсов позволяют применить его для широкого круга задач. В свою очередь, ADLINK является одним из создателей SMARC и имеет большой опыт внедрения встраиваемого оборудования. В совокупности это делает выбор SMARC-модулей от ADLINK наиболее верным решением. ●

E-mail: ssacompany@mail.ru

Getac



УНИВЕРСАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ В ЗАЩИЩЁННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Особенности:

- Процессоры Intel® Core™ i5/i7 8-го поколения
- Операционная система Windows 10 Pro
- 12,5" TFT LCD Full HD-дисплей яркостью 1200 кд/м²
- Опциональная клавиатура/док-станция с портами ввода-вывода
- Широкий набор дополнительных аксессуаров



