

Народное камеростроение

Хотим мы того или нет, но мир уже никогда не вернется назад, в золотые годы научно-технической революции, в эпоху холодной войны, когда в угоду гонке вооружений государства не считались ни с какими затратами материальных и интеллектуальных ресурсов. Десятилетия тотальной индустриализации закончились, и все человечество как-то резко, не осознавая того, вступило в постиндустриальную эпоху. Это «новый чудный мир», когда враз оказались ненужными и выброшенными за ворота сотни тысяч высококвалифицированных инженеров и конструкторов, прекратили работать и были сданы в утиль тысячи машиностроительных предприятий.

А дальше будет еще «веселее» — везде, куда ни глянь, на пустующие «троны» производителей всего и вся бесшумно заползают «Его Уродства» — 3D-принтеры! Зачем нам сапожники и швеи? Обувь и одежду напечатают 3D-принтеры. Зачем нам токари, фрезеровщики, сварщики, строители? Ведь все машины и жилье нам напечатают 3D-принтеры! Зачем нам повара, кондитеры, фармакологи и врачи-протезисты? Блюда и «запчасти» для наших тел напечатают 3D-принтеры! Стоит ли вообще говорить о потребительской или даже профессиональной электронике. Пока что человеческие мозги и руки нужны, чтобы собирать и ремонтировать сами 3D-принтеры, но и здесь замены осталось ждать недолго.

Слава богу, мы сами еще не превратились в бездушные автоматы, да и вряд ли большую часть человечества устроит машинное единомыс-

лие и однообразие. А значит, остаются пока сферы, где бы мог приложить свои способности и умения современный Левша. Иное дело, что в большинстве случаев это уже не может быть талант-одиночка, да и стоимость современных инструментов разработчика и средств производства конструктору-затворнику не по карману. Другой пример — это когда в рамках большого стабильно работающего предприятия организовывается коллектив единомышленников, желающих «пойти своим путем» — реализовать свой собственный проект. В любом случае, для начала своего дела не хватает «самой малости» — стартового капитала.

Crowdfunding, или, иными словами, народное финансирование (от англ. crowd — толпа, funding — финансирование) — это одна из примет нашего времени, которая прочно вошла в нашу жизнь и во многом определяет пути дальнейшего развития. Сотни, а то и тысячи людей могут добровольно объединить свои усилия и деньги в рамках одного проекта, например, произвести средствами малого предприятия под заказ всего 200 шт. «чего-то с крыльями и перламутровыми пуговицами», что ввиду малых тиражей и большой себестоимости крупным производителям неинтересно. Наиболее эффективно народное финансирование заработало в направлениях финансирования всевозможных startup-компаний, работающих в сфере информационных технологий. Это создание СПО (свободного программного обеспечения), охранных и информационных систем, специализированных систем управления, систем

«Умный дом», альтернативных устройств, обладающих уникальными характеристиками и наборами функций.

Приход народного финансирования в киноиндустрию был неспешным — первые робкие шаги выражались в сборе

Александр Лакуша

средств для покрытия неожиданного дефицита кинобюджетов. Например, в течение трех недель в середине 2004 года продюсерам Бенджамину Поммеро (Benjamin Pommeraud) и Гийому Колбоку (Guillaume Colboc) удалось собрать более 50 тыс. долларов для продолжения работы над проектом «Ожидание вечера» (Demian la Veille). Впоследствии все жертвователи получили бонусы в виде DVD с фильмом и пропуск на съемочную площадку. Уже в следующем году удачно стартовала акция по народному финансированию производства документального фильма о климатических изменениях «Век глупцов». Съемочной команде кинокомпании Spanner Films (Великобритания) во главе с продюсером Френни Армстронгом (Frenny Armstrong) в течение пяти лет удалось собрать более чем 1 млн фунтов стерлингов. Также в качестве весьма удачного проекта на основе народного финансирования можно вспомнить художественный полнометражный проект «Железное небо», собравший «под единой крышей» команду продюсеров, операторов и актеров из десятка государств.

Развитие семимильными шагами микроэлектроники привело к резкому упрощению и удешевлению процессов разработки и производства различных устройств. «Сердцем» большинства таких устройств стали «наборы разработчика Ардуино» (developer kits Arduino) — как оригинальные на основе ARM-микроконтроллеров, так и всевозможные ардуиноподобные клоны на базе микроконтроллеров альтернативных архитектур, систем команд и функциональных возможностей. Примером удачного использования народного финансирования для построения цифровой кинокамеры на основе ардуиноподобной архитектуры является проект камеры 2K RAW Bolex D16



3D-принтер — заменитель всего



Цифровая кинокамера Volex D16

одноименной швейцарской компании. Сбор средств и подписка на первые 100 экземпляров камеры были организованы в рамках интернет-ресурса Kickstarter. Первые десятки подписчиков уже лично сумели оценить «способности и таланты» «народной камеры», в скромном корпусе которой

нашли оптимальное сочетание качественные характеристики, функциональные возможности и невысокая цена.

Многие кинокомпании лишь относительно недавно, в силу инертности процесса обновления парка съемочной техники, смогли ощутить все достоинства и возможные недостатки перехода к съемке цифровыми камерами в разрешении HD/2K. А

на пороге съемочных полигонов уже настойчиво предлагает попробовать себя новый стандарт 4K. Недостатка в ассортименте профессиональных 4K-камер нет – это и Canon EOS C500, и Blackmagic Production Camera 4K/Studio Camera 4K/URSA, и RED One/Epic/Scarlet, и Sony F55/F65, и Panasonic VariCam 35/GH4, и JVC GY-HMQ10 – покупай (или бери в аренду) и радуйся жизни и качеству картинки.

Одними из первых преодолели психологический рубеж 4K камеры компании RED. Более того, в создании новых моделей в компании до сих пор используются принципы народного финансирования. Конечно, с одной стороны, потребитель получает

в пользование еще достаточно «сырое» устройство, находящееся в состоянии перманентной доработки. Но с другой стороны, у конечного потребителя имеются действенные инструменты влияния

на характеристики и функциональные возможности итоговой системы. Так, благодаря пожеланиям пользователей появилась возможность оснащать камеры следующего поколения Epic и Scarlet, кроме стандартной «родной» матрицы 5K Mysterium-X, еще и средние-, а также крупноформатными высококлассными матрицами сторонних производителей:

- ◆ 28k Mysterium Monstro (617-й формат) и 9k Mysterium Monstro (645-й формат) производства Pentax/Mamiya;
- ◆ 6k Mysterium Monstro (полный 35-мм кадр) производства Nikon;
- ◆ 6k Dragon (анаморфотный формат).

Тенденцию свободного пользовательского выбора модели оптического сенсора и монтажного крепления уловили инженеры компании Blackmagic Design при создании новой модели камеры URSA для цифрового кинопроизводства. Технологически операция смены сенсора должна быть доступна обслуживающему персоналу средней квалификации благодаря тому, что конструктивно оптический сенсор и крепление для объектива скомпонованы в виде единого, прочного, защищенного от неблагоприятных воздействий среды моноблока. Пока покупателю доступны камеры Blackmagic URSA со следующими вариантами сменного блока:

- ◆ URSA PL – с матрицей формата Super35 mm и креплением Carl Zeiss PL;
- ◆ URSA EF – с матрицами форматов APS-C или Super35 mm и креплением Canon EF;
- ◆ URSA Broadcast – с матрицами 2/3" и креплением B4.

Как было отмечено выше, сейчас ассортимент коммерчески доступных моделей 4K-камер уже достаточно широк. Но это вовсе не означает, что появление новых разработчиков и производителей в этой сфере не-



Цифровая кинокамера Blackmagic URSA

возможно. Даже наоборот, благодаря достижениям в микроэлектронике, с каждым днем будет расти количество независимых поставщиков подобной техники. Например, одно такое решение представила в рамках прошедшей отраслевой выставки NAB2014 независимая компания Apertus.

Apertus Axiom – это опирающийся на народное финансирование проект цифровой кинокамеры разрешения 4K, который уже «дорос» до стадии beta-тестирования. Причем рост прошел достаточно быстро – alpha-прототип камеры был представлен общественности всего лишь год назад. За прошедший год была несколько изменена концепция проекта, встроенное программное обеспечение (embedded software, «прошивка») «научилось» стабильно работать во всех основных режимах, получены первые материалы, подтвердившие правильность выбранных технологических решений. Но обо всем по порядку.

Особенностью проекта Apertus Axiom является концепция «полностью на открытых комплектующих сторонних производителей». В частности, инженеры компании Apertus не стали «заморачиваться» созданием с нуля «в железе» процессорной платформы – «мозгов» для камеры, а использовали готовую ардуиноподобную платформу MicroZed разработки компании Avnet.

Процессорная плата MicroZed (\$199) – это оптимизированная и более дешевая версия платформы ZedBoard (\$495), на основе которой первоначально базировалась разработка камеры Axiom (alpha). В свою очередь, «сердцем» MicroZed является большая интегральная микросхема SoC (System-on-Chip) Xilinx XC7Z010-1CLG400C (Zyng-7010).

Ключевые особенности чипа Zyng-7010:

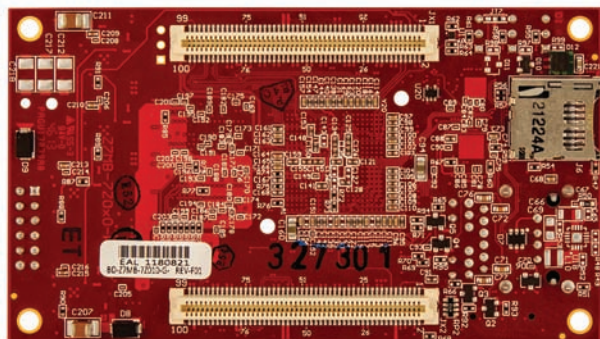
- ◆ два полноценных вычислительных ядра – Dual ARM Cortex-A9 MPCore;

реклама

- ◆ математический сопроцессор – NEON;
- ◆ максимальная тактовая частота – 800 МГц;
- ◆ буфер L1 – 32 КБ для команд и 32 КБ для данных, буфер L2 – 512 КБ;
- ◆ встроенная память – 256 КБ;
- ◆ поддерживаемая внешняя оперативная память – DDR3, DDR2, LPDDR2;
- ◆ поддерживаемая внешняя статическая память – 2xQuad-SPI, NAND, NOR;
- ◆ каналы DMA – 8 (4 для ПЛИС);
- ◆ интерфейсы – 2xUSB 2.0 с DMA, 2xGigabit Ethernet с DMA (трехрежимные), 2xSD/SDIO с DMA, 2xUART, 2xCAN 2.0B, 2xI2C, 2xSPI, 4xGPIO;
- ◆ доступные физические линии ввода/вывода – 54 контакта;
- ◆ шифрование – AES и SHA 256b;

В свою очередь, чип Zyng-7010 является центральным элементом платформы MicroZed и дополнительно обеспечивает:

- ◆ 1 Гб оперативной памяти DDR3 SDRAM;
- ◆ 128 Мб программируемой памяти Flash QSPI;
- ◆ слот для карты памяти micro-SD (для ввода программы извне);
- ◆ разъемы интерфейсов Gigabit Ethernet, USB 2.0, UART USB;
- ◆ 2 50-контактных слота межплатных соединений, конфигурируемых как 48 дифференциальных пар LVDS или 100 асимметричных линий ввода/вывода;
- ◆ два 6-контактных слота для установки совместимых с Digilent Pmod интерфейсных модулей (выходы/выходы HDMI, SDI);
- ◆ порт конфигурации Xilinx PC4 JTAG;
- ◆ системный генератор OSC 33,33 МГц.



Плата MicroZed

- ◆ характеристики матрицы логических ячеек (ПЛИС) FPGA: 28К логических ячеек (эквивалентных ASIC вентилей), 17600 ячеек Look-Up Table (LUT), 35200 триггеров-«защелок»;
- ◆ расширяемая блочная память RAM – 240 кбит (блоками по 36 кбит);
- ◆ число ячеек DSP – 80 (18x25 МАСС);
- ◆ максимальная производительность DSP – 56 GMACC.

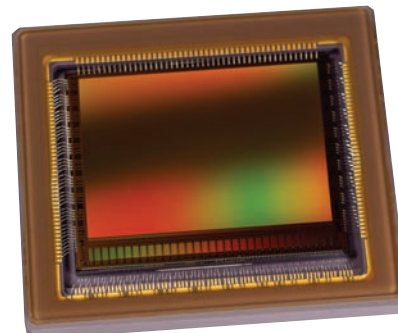
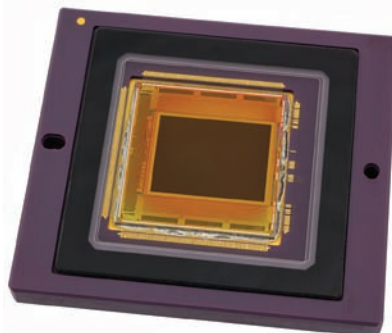
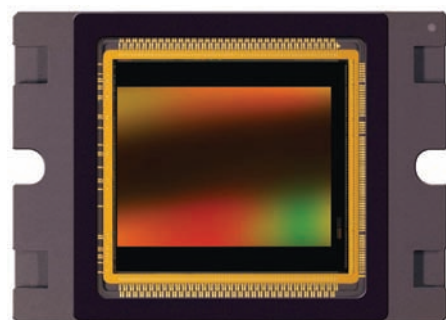
В этом месте стоит сказать, что столь пристальное внимание описанию платформы MicroZed, как и комплектовующих далее по тексту, оправдано стремлением показать, что для разработки даже таких сложных современных устройств, как цифровая кинокамера, вовсе не обязательно располагать какой-то очень мощной элементной базой или заоблачным уровнем знаний. Небольшому коллективу из пяти человек с уровнем подготовки чуть выше колледжа вполне по силам справиться с подобной задачей в достаточно разумные сроки.

Выбор в пользу применения платформы MicroZed позволил придать разрабатываемому прототипу камеры довольно богатую функциональность:

- ◆ полноценный интерфейс HDMI (Full HD, 4:4:4, 1080p60);
- ◆ вывод материала 4K RAW (10/12 бит, без сжатия) видео через интерфейсы HDMI и 12G-SDI;
- ◆ получение неподвижных стоп-кадров (фотографий) и запись данных RAW на карту памяти micro-SD;
- ◆ ДУ с помощью специализированного ПО для мобильных платформ iOS и Android, работающее в диапазоне Bluetooth LE;
- ◆ опция профессионального видеовыхода (например, 12G-SDI);
- ◆ оснащение акселерометром, магнитометром и гироскопом (для стабилизации изображения, например);
- ◆ различные опции крепления оптики (Nikon F, Canon EF, Carl Zeiss PL, Micro 4/3");
- ◆ широкий диапазон питающего напряжения – 5...40 В;
- ◆ малые размеры базового модуля (примерно 110x110x60 мм);
- ◆ управляющее ПО, работающее «поверх» ОС реального времени (ArchLinux);
- ◆ наличие встроенных алгоритмов первичной обработки видеосигнала (LUT, дематрицирование Байера, коррекция FPN, индикация в моно/основных цветах, и т.д.).

Следующим по значимости компонентом камеры является светочувствительная матрица. Вместе с заменой платформы ZedBoard (Axiom alpha) на MicroZed (Axiom beta) произошла и смена базовой модели светочувствительной матрицы – с CMOSIS CMV12000 на Truesense KAC12040. Однако, следуя в

Следующим по значимости компонентом камеры является светочувствительная матрица. Вместе с заменой платформы ZedBoard (Axiom alpha) на MicroZed (Axiom beta) произошла и смена базовой модели светочувствительной матрицы – с CMOSIS CMV12000 на Truesense KAC12040. Однако, следуя в



Слева направо – сенсоры CMOSIS CMV12000, Truesense KAC12040 и CMOSIS CMV8000

русле идеологии Open Source, команда разработчиков Apertus оставила за конечным пользователем право выбора модели матрицы для комплектования. На сегодняшний день список ограничен пока тремя моделями:

видео на 7" HD-мониторе, откалиброванном в заводских условиях по SMPTE Rec.709 со 100% гаммы и баланса по белому D65. Shogun осуществляет запись на сменные твердотельные (SSD) RAID-картриджи или на карты CFast со скоростью до 120 кадр/с.

♦ power – модуль установки и подключения аккумуляторных площадок (V-mount, AB-mount, U-mount) для использования соответствующих АКБ.

Первые 250 базовых комплектов камеры Axiom 4K beta со всеми необходи-

Параметр	Матрица		
	CMOSIS CMV12000 (+\$1800)	Truesense KAC12040 (+\$890)	CMOSIS CMV8000 (+\$550)
Разрешение	4096x3072	4000x3000	3360x2496
Типоразмер	Super35 мм/APS-C	4/3"	4/3"
Максимальная скорость съемки, кадр/с	300/180 (10/12 бит)	70	104
Динамический диапазон	до 10 F-stop (до 15 F-stop HDR)	до 12 F-stop (лепестковая диафрагма), до 9,3 F-stop (электронный затвор)	до 10 F-stop (до 15 F-stop HDR)
Затвор	полнокадровый электронный с регулируемым углом раскрытия	–	полноформатный электронный

Перечень опциональных модулей для комплектования Axiom 4K beta достаточно обширен, включая как модули, уже доступные пользователю, так и те, процесс разработки которых пока не завершен.

Первый из них, это Storage – модуль HDMI-вывода высокоскоростного видео для записи на внешнем устройстве (разработчики Apertus не стали «изобретать велосипед», сочтя ассортимент имеющихся в продаже устройств записи вполне достаточным). Например, портативный рекордер Atomos Ninja Star (\$295), ставший первой моделью без дисплея, может записывать видео HD 1080 и/или 720 в 10-разрядном кодеке Apple ProRes 4:2:2 на карты памяти CFast.

Далее, находящийся пока в состоянии доработки модуль RAW обеспечивает вывод «сырого» видео в разрешении 4K через интерфейс 12G-SDI для последующей записи на внешний рекордер. Для желающих вести запись материала в разрешении 4K компания Atomos в конце 2014 года начнет продажи новой модели портативного рекордера Shogun (\$1995), способного записывать в 10-разрядном кодеке ProRes 4:2:2 4K (ввод/вывод через HDMI) и 12-разрядном 4K RAW через 12G-SDI. Shogun позволяет визуально контролировать записываемое

Также в продаже имеется портативный рекордер Convergent Design Odyssey7Q (от \$2295), поддерживающий широкий диапазон форматов записи, включая Avid DNxHD (до 120 кадр/с), несжатый HD/2K RGB 444 (до 60 кадр/с), 2K/HD RAW, ARRIRAW 2K/3K/4K (4:3 и 16:9), Canon 4K RAW, Sony FS700 RAW. Запись со скоростью более 4 Гбит/с ведется на сдвоенные 2,5" твердотельные RAID-носители серверного класса объемом 256/512/1024 Гб. Рекордер оснащен многофункциональным 7,7" IPS-монитором, совместимость по форматам команд и данных с Axiom beta может быть достигнута в короткое время.

Кроме того, есть и другие модули:

- ♦ time – модуль ввода-вывода временного кода и сигналов студийной синхронизации;
- ♦ sound – профессиональный модуль работы со звуком, содержит симметричные входы BNC для подключения микрофонов, источник фантомного питания, светодиодные индикаторы уровня и выход для мониторинга на головные телефоны;
- ♦ meta – модуль для установки дополнительных сенсоров – акселерометра, магнитометра, гироскопа, GPS, UMTS-модема;

модулями ввода-вывода по цене \$760 уже доступны всем желающим участвовать в разработке устройства. К этой цене следует добавить стоимость светочувствительной матрицы, модель которой пользователь определяет сам. Таким образом, за сумму от \$1300 будущий пользователь приобретает вполне работоспособное изделие с гарантией доведения его функциональности до требуемой на основе пожеланий и опыта клиента, на что уйдут ближайшие несколько лет.



Рекордер Odyssey7Q



Ассортимент модулей Axiom 4K beta

Планируется, что уже осенью этого года следующая версия – Axiom gamma – обзаведется IMS-системой креплений сменной оптики от компании P+S Technik. В результате с камерой можно будет использовать широкий ассортимент сменных объективов с креплениями PL, Canon EF, Canon FD, F, B4, C, Leica M, Leica R, Panavision и BNC-R. Разработчики Axiom обещают и в дальнейшем сохранить величину рабочего отрезка FFD (между сенсором и задней линзой объектива) минимальной для сохранения совместимости с разными видами оптики.