

# Практика разработки современных вычислителей: COTS-платформы как уход от кастомных решений

Олег Холодный

В мире встраиваемой компьютерной техники для ответственных задач, где требования к надёжности, стойкости к ВВФ, сертификации, производительности и срокам жизни продукта крайне высоки, практикуются разные принципы разработки. Имеются подходы создания с нуля кастомизированного продукта, а также использования готовых COTS аппаратных платформ, что называется, с полки. Разработка специализированных аппаратных или программно-аппаратных платформ под конкретную задачу/рынок в определённых случаях является нормой, но влечёт за собой серьёзные затраты, длительные циклы создания и существенные риски. В определённый момент развития мирового рынка встраиваемых систем концепция COTS (Commercial Off-The-Shelf – коммерческие готовые аппаратные решения) кардинально изменила подход к созданию сложной высоконадёжной электроники.

## История концепции COTS: от военных стандартов к массовому рынку

Идея использования коммерческих компонентов в серьёзных ответственных проектах родилась не на пустом месте. Ее истоки лежат в оборонной и аэрокосмической отраслях США в конце 1980-х – начале 1990-х годов. Разработка специализированной электроники по стандарту MIL-STD была невероятно дорогой и медленной. В то же время гражданский рынок персональных компьютеров и серверов демонстрировал бурный рост, высокую производительность и относительно низкую стоимость, прежде всего за счёт массового спроса и высокой серийности.

Перед инженерами и управленческим звеном встал резонный вопрос: почему бы не использовать эти отработанные, мощные и доступные технологии в критических системах? Так стал популяризоваться подход COTS. Изначально это вызывало скепсис – коммерческие компоненты не были рассчитаны на экстремальные температуры, вибрацию, многолетний срок службы и длительную доступность, не проходили соответствующих отраслевых испытаний. Однако выгода от их использования была столь очевидна, что

индустрия ответила созданием нового класса продуктов – COTS – коммерчески готовых компонентов, доработанных и испытанных для жёстких условий эксплуатации.

Со временем концепция COTS эволюционировала. Сегодня это не просто отдельные компоненты, а целые экосистемы готовых вычислителей и модулей, одноплатных компьютеров (SBC) и программно-аппаратных платформ, которые можно быстро интегрировать в конечное целевое изделие или систему с минимальными затратами.

## Снижение затрат, циклов разработки и вывода на рынок

Важный тезис концепции готовых продуктов COTS – концентрация на ключевой компетенции вместо распыления ресурсов.

Разработка собственной аппаратной платформы в защищённом исполнении – это масштабный проект. Он требует серьёзных ресурсов: команды высококвалифицированных инженеров-схемотехников, электронщиков, специалистов по РСВ-дизайну/EMC, инженеров-конструкторов, программного обеспечения для проектирования и моделирования, оборудования для рабочих



Подробнее с характеристиками продуктов, рассмотренных в статье, можно ознакомиться, перейдя по ссылке в QR-коде

мест. Штат, площади, оборудование и ПО являются существенными затратами, но далеко не единственными. Как только макетирование завершено и РКД разработано, следуют не менее ресурсоёмкие этапы прототипирования, создания опытных экземпляров, испытаний/сертификации, постановки продукта на серийное производство, поддержания жизненного цикла. Многолетний опыт показывает, что создание подобной инфраструктуры, организация её профессионального функционирования наиболее целесообразны в рамках профильной компании. Это обеспечивает снижение циклов разработки и затрат.

Когда крупный отраслевой системный интегратор или OEM-производитель специализированного вычислительного комплекса строит собственные инженерные подходы вокруг концепции доступных COTS-решений, ему не нужно инвестировать миллионы и тратить годы на проектирование электронных модулей, встраиваемых вычислителей для конкретной целевой системы, проводить их сертификацию/валидацию. Готовые аппаратные решения позволяют сосредоточиться на основной задаче – разработке программного обеспечения, архитектуре построения и уникальной функциональности конечной системы.

На отечественном рынке это особенно актуально в свете требований к импортозамещению, где сроки выполнения ОКР (опытно-конструкторских работ), как следствие вывода продуктов на рынок, становятся критическим фактором. Использование COTS-платформ позволяет значительно сократить этапы основных



Рис. 1. Компактный универсальный вычислитель BLOK-S Rugged (ЛКЖТ.466259.030ТУ)

конструкторских работ, перенося фокус на собственные целевые приложения и корневые компетенции.

### Доступ к передовым технологиям

Производители COTS-оборудования следят за рыночными тенденциями и постоянно обновляют свои линейки, опираясь на новинки комплектующих, современные технологии и стандарты. Для пользователей это возможность создавать конкурентоспособные системные продукты на базе доступных компонентов, минимизируя зависимость от стремительно устаревающих решений, повышать ТТХ и уровень собственных целевых решений.

R&D-цикл по разработке собственной аппаратной платформы без испытаний и сертификации – это процесс, в среднем занимающий от 12 до 24 месяцев. За это время технологический ландшафт меняется кардинально: появляются новые поколения процессоров, могут обновляться стандарты и даже актуальные интерфейсы. Что это значит на практике: вы начинаете проект на базе актуального процессора, а через 18 месяцев, когда ваша плата и механика готовы к серийному производству, этот процессор уже морально устарел, а на рынке доминирует следующее поколение, производительность и энергоэффективность которого на 30–50% превышает выбранное решение.

В качестве примера продуктов, демонстрирующих, с какой скоро-

стью профильный OEM-производитель COTS-платформ использует новейшую компонентную базу, можно рассмотреть российские промышленные компьютеры (универсальные вычислители) BLOK Industrial|Rugged, BLOK-S Rugged (рис. 1), BLOK-GPU фирмы «РТСофт-ВС». Изделия построены с использованием открытого международного стандарта COM Express (PICMG COM.0). В 2025 г. завершены работы по обеспечению совместимости с новейшими процессорными модулями COM Express с ЦПУ 13th Gen Intel® Core™ Raptor Lake, на завершающем этапе ведутся работы по валидации платформ на базе 14th Gen Intel® Core™ Ultra. На сегодняшний день процессоры 13-го и 14-го поколений – одни из самых передовых многоядерных мобильных процессоров на рынке, с прекрасной энергоэффективностью и производительностью.

Примечательно, что инженерный путь платформы серии BLOK (рис. 2) начали в 2014 г. ещё на базе ЦПУ 4-го поколения Intel® Core™ Haswell. В течение более чем 10 лет серийного выпуска обновление аппаратной базы ведётся регулярно. Миграция на новые перспективные ЦПУ происходит фактически параллельно с выходом в серийную стадию кристаллов в каналах мировых производителей.

Работа в рамках современной компонентной базы является важным аспектом COTS-платформ, но не единственным. Тестирование новых модулей COM Express в составе изделий

серии BLOK не проходит в отрыве от других составляющих: обеспечения совместимости с отечественными ОС (Astra Linux 1,8, РЕД ОС 8, КПДА «Нейтрино», ALT Linux), проведения лабораторных испытаний на стойкость к ВВФ, сертификации по отечественной нормативной базе (промышленность, ГОСТ РВ, «Росатом», ж/д), поддержания длительного жизненного цикла от 7 лет и более. Для защищённых изделий класса COTS важно всё: как инновационная составляющая, так и процедуры быстрого безопасного внедрения целевых систем на ответственные объекты для долгосрочной надёжной эксплуатации.

Проверенный временем факт: OEM-производитель COTS-платформ, корневой компетенцией которого является создание готовых аппаратных платформ, концентрирует на этой задаче лучшие кадры и ресурсы, использует продвинутый мировой и локальный опыт. Он инвестирует в НИОКР и своевременную модернизацию, чтобы затем «упаковать» результат этих сложных разработок в готовый высокотехнологичный продукт, доступный для рынка – для широкого потребителя.

### Повышение надёжности

COTS-платформы производятся массово в рамках инфраструктуры профильного OEM-производителя. При серийном выпуске на таких предприятиях изделия проходят обкатку в большом объёме проектов сотен и тысяч устройств: отрабатываются рекламации, совершенствуется РКД, технологические этапы производства. Таким образом сосредотачивается опыт, концентрируется экспертиза и оптимизируются процессы: специализированный производитель изделий класса COTS занимается одним делом – созданием надёжных вычислительных платформ, поддержанием длительного жизненного цикла. Процесс проектирования, производства и тестирования отточен годами, используются передовые проверенные методики валидации, внедрение которых в непрофильной компании просто напросто нерентабельно.

Ведущие крупные производители встраиваемой компьютерной техники работают напрямую с оптимальными цепочками поставки компонентов (Intel, AMD, NXP



Рис. 2. Промышленный компьютер серии BLOK Industrial/Rugged (ЛКЖТ.466259.012ТУ / ЛКЖТ.466259.023ТУ) для монтажа в стойку 19"

и др.) и имеют отлаженный строгий входной контроль, прозрачные дорожные карты выпуска и систему управления жизненным циклом (End-of-Life – EOL) своей продукции. В каналах таких OEM-производителей ведётся постоянная проверка новых комплектующих и ЭКБ, происходит информирование клиентов об аппаратных изменениях с целью упреждающей адаптации ПО и адаптации работы изделия в целевой системе.

Весь перечень мероприятий, проводимый в отношении серийной COTS-продукции, положительно сказывается на потребительских свойствах, повышает удобство работы и надёжность. Как показывает практика, такая техника имеет более высокие показатели MTBF, сроки службы и гарантии.

### COTS в российских реалиях: межотраслевое применение

Как же обстоят дела с COTS в России? В классическом обиходе терминология COTS в кругах отечественных системных интеграторов и OEM-производителей практически не используется или используется крайне редко, что в целом не говорит об отсутствии подобных продуктов на локальном рынке. Данный термин является концепцией, он не имеет жёсткой специализации по отношению к какому-то конкретному типу продуктов или стандартов. В разных описательных материалах российских OEM-производителей

можно встретить понятия-синонимы, такие как «промышленные компьютеры/вычислители, построенные на базе открытых стандартов» или «вычислители или промышленные компьютеры межотраслевого/межвидового применения».

Среди российских профессионалов OEM-производителей встраиваемой компьютерной техники есть немало компаний, которые выпускают изделия класса COTS, в том числе с использованием COTS-компонентов уровня модулей: COM Express, VPX, cPCI и др. Отечественная экосистема готовых изделий с полки довольно широка.

Параллельно с использованием готовых продуктов существует противоположный подход, который не менее популярен: создание полностью кастомных узкоспециализированных вычислительных платформ на базе проприетарных технических решений (интерфейсы, формфакторы, протоколы и т.д.). Как правило, такой подход реализуется в рамках крупных концернов или привычной заводской кооперации и имеет свои плюсы и минусы. Из очевидных минусов – дополнительная финансовая нагрузка на отрасль, которая связана с процедурами НИОКР/ОКР, постановкой на производство, сертификацией аппаратных решений, чей функционал фактически уже покрыт готовыми коммерчески доступными продуктами. Сложно сказать, что продукция такого типа живёт по рыночным законам. Владение кастомными продуктами

сопряжено со сложностью и дороговизной управления жизненным циклом, низкой скоростью внедрения/модернизации, использованием не самой современной аппаратной базы, отсутствием кадров/ресурсов для рыночной оптимизации и коммерциализации созданных решений.

### В завершение

Концепция COTS в виде готовых межотраслевых аппаратных платформ доказала свою самостоятельность и состоятельность как в мире, так и в России, став основой для современных высокотехнологичных проектов. В российских реалиях, с фокусом на импортозамещение и ускорение цикла разработки, этот подход приобретает особое стратегическое значение. Он позволяет перевести создание сложной электроники из дорогостоящего и рискованного ОКР в область стандартизированного, эффективного и предсказуемого процесса применения готовой техники. Использование готовых решений, таких как отечественные платформы серии BLOK, – это взвешенная стратегическая политика, позволяющая выполнять задачи госзаказа и коммерческие проекты в сжатые сроки с оптимальными затратами. Такая техника весьма конкурентна по отношению к зарубежным аналогам и обеспечивает высокий уровень технологического суверенитета.

Автор – директор по продукту  
ГК «РТСофт»  
[www.rtsoft-es.ru](http://www.rtsoft-es.ru)  
тел.: +7(495)967-1505  
e-mail: [sales@rtsoft-es.ru](mailto:sales@rtsoft-es.ru)



Промышленный компьютер серии BLOK Industrial/Rugged в стойку 19"



Компактный встраиваемый вычислитель BLOK-S Rugged



Промышленный монитор GT777