

## КОСМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ;

### ПЕРЕД УПОТРЕБЛЕНИЕМ – ВЗБОЛТАТЬ

Ситуация с электронной компонентной базой (ЭКБ) в России весьма сложна. Но в отношении ЭКБ специального и космического назначения она чрезвычайно драматична. Сейчас российские предприятия выпускают бортовую аппаратуру для, например, глобальной навигационной системы ГЛОНАСС, конкурирующей с американской системой GPS. При этом они используют ЭКБ компаний США, в том числе и с ведома Госдепартамента США. Поэтому в любой момент России могут начать "выкручивать руки". Это ведь классика – посадить потребителя на иглу своих поставок, например, за счет демпинга ликвидировав конкурентов, а потом – как монополист – диктовать условия рынку.

К сожалению, в России никто не делает реальных шагов к достижению независимости в фундаментальной части космических систем – в ЭКБ, в тех кирпичиках, на которых и покоятся все супер-программы. В результате они могут оказаться колоссами на глиняных ногах – вместо кремниевых.

Вот почему столь интересен взгляд на эту проблему Виктора Владимировича Хартова – заместителя генерального конструктора ФГУП "НПО прикладной механики имени академика М.Ф.Решетнева", предприятия, которое является непосредственным потребителем ЭКБ космического назначения. Напомним, что НПО ПМ – это один из ведущих разработчиков космических аппаратов (КА) в России: из 96 КА сегодняшней российской орбитальной группировки 64 разработано в НПО ПМ.

В.Хартов

Khartov@nppom.ru

О проблемах с ЭКБ в России известно всем. Об этом пишут и большие чиновники, и уважаемые академики. Я же предлагаю взглянуть на эту проблему глазами потребителя ЭКБ высокого качества, глазами разработчика космических аппаратов (КА) различного назначения.

Сразу отметим, что высокие требования заказчика к техническим характеристикам космических аппаратов, к сроку их активного существования в условиях воздействия факторов космического пространства входят в противоречие с совершенно неудовлетворительными способностями современной российской промышленности к производству ЭКБ космического применения. В результате разработчику бортовых приборов КА оказываются открыты лишь два пути.

Первый подход заключается в проведении комплекса дополнительных испытаний ЭКБ российского производства. Они предусматривают входной контроль, отбраковочные испытания, диагностический неразрушающий контроль и выборочный разрушающий контроль. Кроме этого необходимы испытания каждой партии на стойкость к радиационным эффектам и к воздействию тяжелых заряженных частиц. По каждому виду дополнительных испытаний разработаны – и продолжают разрабатываться и совершенствоваться – специальные методики, закупается оборудование, готовится персонал. Сформировалась целая группа организаций, для которых подобные испытания – основной бизнес. И бизнес неплохой. Затраты на отбор отечественных ЭКБ превышают стоимость самого элемента в 1,5–2 раза. Только через один из таких инженерно-технических центров (ИТЦ) за последние семь лет прошло 1,5 млн. единиц различной ЭКБ. И не напрасно – 80 тыс. компонентов не были допущены к установке в аппаратуру КА. Надежность этой аппаратуры и, соответственно, КА в некоторой степени повысилась. А изготовитель бортовых приборов был вынужден взамен этих 80 тыс. компонентов покупать новые партии ЭКБ, вновь тратить время и деньги на их дополнительные испытания в ИТЦ. Для ИТЦ же это – дополнительная работа и дополнительный доход.

Конечно, можно совершенствовать взаимоотношения между ИТЦ и изготовителями оборудования для КА, возложив на ИТЦ задачу закупок и поставки уже отобранных ЭКБ, но сум-



марные потери времени и средств неизбежны. Однако такой подход порочен в принципе. Ведь в его основе лежит отношение к ЭКБ не как к результату осознанной производственной деятельности, а как к некоему стихийному природному явлению. Некой руде, из которой надо намыть самородки. Усилия, средства, время направлены не на достижение должного качества промышленных процессов, а на сортировку уже проданной продукции – в надежде, что какая-то ее часть случайно окажется пригодной.

Кроме того, возможности неразрушающих методов все же ограничены, а разрушающий анализ применим, естественно, только к некой выборке из партии. И в результате всех работ лишь несколько снижается вероятность отказа ЭКБ из выбранной партии. Опыт эксплуатации КА на орбите, к сожалению, подтверждает это. Отказов в аппаратуре, укомплектованной прошедшими отбор элементами, более чем достаточно. И выручает только многократное резервирование, снижающее, в свою очередь, удельные характеристики КА.

Второй подход подразумевает использование так называемой ЭКБ импортного производства – ЭКБ ИП. Ее применение растет быстро и неуклонно. Причем о ЭКБ космического уровня качества правильнее говорить не "ЭКБ импортного производства", а "ЭКБ производства США". США в этой области – практически полный монополист, от них полностью зависят даже европейские спутниковые компании.

Американская ЭКБ космического назначения обладает массой достоинств: нет проблем с радиационной стойкостью и стойкостью к воздействию тяжелых заряженных частиц, а высокая надежность позволяет избежать излишнего резервирования. Но есть и два крупных недостатка: высокая цена и, самое главное, сложности процедур экспорта из США такого класса ЭКБ. Когда Госдепартамент даст разрешение на поставку конкретной партии для конкретного конечного пользователя, и даст ли вообще, не знает никто. Создать некий запас также проблематично из-за жесткой привязки поставляемых ЭКБ к конкретной программе.

Эти проблемы, а также следование принципу "максимальной эффективности при минимальных затратах и допустимых рисках" привели к волне использования в бортовой аппаратуре КА импортной ЭКБ коммерческого назначения. При этом к ней применяются меры по повышению вероятности многолетней работы в условиях воздействия факторов космического пространства, подобные описанным в первом подходе. Задача осложняется тем, что взятые на открытом рынке элементы не имеют необходимых спецификаций, и для каждого типа приходится на основании самостоятельных исследований выпускать некий эквивалент технических условий. Поскольку в данном случае отсутствуют такие понятия, как "партия", "однородность группы ЭКБ по составу примененных составных частей и материалов" и т.п., впрочем, как и четкая привязка к конкретной производственной линии, результаты исследова-

ний отдельных элементов не обязательно полностью применимы ко всей группе. Все это касается и радиационной стойкости, которую приходится доказывать на отдельных экземплярах из каждой закупленной группы ЭКБ. В надежде – опять же! – что элемент, впаянный в летный прибор, будет не хуже испытанного. На что никаких гарантий нет.

Конечно, разрабатываются все более совершенные методики, закупается все более совершенное испытательное оборудование, но принцип один: купить какую-нибудь ЭКБ, а затем потратить время и деньги на снижение рисков, связанных с применением купленного. При этом средств тратится немало. Так, одна из многочисленных партий импортной ЭКБ стоимостью в 1,4 млн. руб. потребовала на сертификацию около 2 млн. руб., а на проверку радиационной стойкости – еще 7 млн. руб. Данная ситуация выгодна различным ИТЦ, но в целом для отрасли – это тупик.

Самое неприятное, что в применении изложенных подходов изготовитель космического оборудования остается один на один с проблемой. Государственные структуры, регулирующие применение ЭКБ, в основном подвержены синдрому гаишника – "запрещать и не пущать". Организовывать, обеспечивать, помогать – таких функций никто за собой не числит. Вот и продирается правдами и неправдами создатель космической техники сквозь тернии – реальные и трудолюбиво построенные мнимыми радетелями за государственные интересы. Теряя при этом время, деньги и веру в светлое будущее российского космоса.

Учитывая критичность космической отрасли для национальной безопасности и суверенитета, государство должно сделать своей целевой задачей восстановление способности полностью самостоятельно производить космические системы государственного и оборонного назначения. В части ЭКБ Правительство РФ утвердило концепцию целевой программы "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" на 2008–2015 гг. Хорошая концепция правильной программы. Но в ней не сформулированы цели типа "достичь к 2012 году применения в космических системах 50% российских ЭКБ, а к 2020 – 100%". Речь в документе идет о промышленном освоении технологий – 0,18 мкм, 0,13 мкм.

Но это не цель, а средство достижения цели. Причем с точки зрения космических применений, достаточно консервативных по функциональным требованиям к ЭКБ, не самое главное средство. Гораздо важнее достичь высокого качества и надежности, радиационной стойкости и стойкости к воздействию тяжелых заряженных частиц. Именно это позволит расширить применение российской ЭКБ в космических программах. Можно ли представить, чтобы, например, компания Toyota заявила о достижении некоего уровня точности сверления как о цели своего развития? Нет, ее задача — продать (подчеркнем, не сделать — продать) больше всех в мире автомобилей, а для этого нужно прежде всего реагировать на запросы потребителя. В радиоэлектронной же отрасли продолжается отношение к потребителю, как при социализме.

Первый вице-премьер РФ, председатель ВПК С.Б.Иванов на совещании по проблемам электронной промышленности с членами Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ еще 11 сентября 2006 года заявил, что "реализация стратегии позволит до 50% снизить использование импортных комплектующих в военной и специальной технике". То есть показатель как бы обозначен, но будет ли он зафиксирован как целевой и кто будет отвечать за него — не ясно.

Необходимо понять, впитать, прочувствовать правящий во всем мире принцип: делать нужно то, что нужно потребителю. Западные производители ЭКБ это поняли. Фирма Actel проводит многодневные семинары в России, обучая своим новым продуктам, собирая пожелания к ним, бесплатно передает свои САПР в российские университеты. Компания Aeroflex направляет представительные команды в Сибирь для продвижения своего продукта. Российские компании в таких деяниях замечены не были. Они бедные и у них на это нет денег? Так и не будет, потому что нет вектора, направленного на борьбу за потребителя. Они предпочитают добывать бюджетные деньги на очередное достижение очередного уровня технологии. Но что от этого реальному потребителю, каков эффект на уровне государства? Известны примеры закупки за бюджетные деньги технологических линеек, поддерживающих новые уровни технологий, их успешного освоения. Но совершенно не известно, в какой степени это снизило зависимость от импорта. Вот следствие неправильно выбранных целевых показателей. Разруха в головах, как говорил классик.

Следствие полного пренебрежения отечественных предприятий к потребителю — качество продукции, точнее, его отсутствие. Трещина на кристалле, грязь на поверхности кристалла, коррозионное разрушение металлизации — вот примеры заключений по результатам разрушающего физическоего анализа элементов. Заметим, элементов, прошедших на заводе-изготовителе все этапы контроля и проданных потребителю. Апофеоз борьбы за качество уже купленного товара — так называемый PIND-тест, направленный на обнаружение свободных частиц внутри корпуса микросхемы. Элемент

подвергается вибрации с частотой 40–250 Гц, а акустический датчик регистрирует шум. И находят ведь в высокотехнологической продукции что-то лишнее и болтающееся. Вспору писать в технических условиях: "Перед употреблением — взбалтывать!" Заявлений же о повышении качества выпускаемой продукции как одной из стратегических целей российской электронной промышленности что-то не слышно.

На новые российские автосборочные производства не берут сотрудников, работавших на традиционных российских автозаводах. Боюсь, аналогичное правило актуально и для электронной промышленности. Работники, которые считают допустимыми нарушение сроков замены фильтров, упрощение операций настройки, применение случайных материалов, на любом новом оборудовании не обеспечат гарантированного качества. Они уже испорчены. А это ведь самое главное — кадры. Можно купить любое оборудование, но без подготовленных и мотивированных на качественную работу людей эффекта не будет. Нужна кампания по подготовке "с нуля" нового поколения специалистов. Подготовки и стажировки ядра специалистов на зарубежных фабриках и обучение уже ими в России более массовых специалистов для новых фабрик.

Неочевидна и целесообразность реставрации старых руин. Также неочевидна географическая ориентация на большие столичные города и их пригороды. Производство ЭКБ не требует перевозки больших объемов сырья и продукции. И поэтому размещать новые фабрики вполне можно в удаленных от центра районах. Где чистый воздух, вольная вода, минимальные налоги и избыток трудовых ресурсов, а рядом новый же поселок из современных малоэтажных домиков. Во Франции в 60–70-е годы прошлого века на государственном уровне решалась задача перевода ряда высокотехнологичных производств из Парижа и его окрестностей в аграрную и депрессивную тогда Тулузу. Сейчас это опорный пункт высоких технологий Франции, в том числе космических и военных.

Все планы России на упрочнение позиций в космической области выполнимы только при планомерном и постоянном расширении доступа к отечественной высококачественной ЭКБ. Причем ЭКБ, изначально спроектированной радиационно стойкой и устойчивой к тяжелым заряженным частицам. Это может быть не очень многочисленная группа наиболее универсальных компонентов типа ПЛИС, микроконтроллеров и других элементов, позволяющих строить системы на кристалле. У них могут быть далеко не рекордные функциональные характеристики, но качество и стойкость к факторам космического пространства необходимы абсолютно.

Для решения этой задачи необходимы предусмотренные в ФЦП "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" меры по повышению технологических возможностей российских предприятий электронной промышленности, но крайне важно и определение таких целевых показателей и таких правил господдержки, которые создадут сре-



ду для появления организаций, кровно заинтересованных во внедрении своей продукции в российские космические программы. И тогда российские изготовители ЭКБ тоже станут посещать производителей бортовых приборов для формирования оптимального ряда выпускаемых ЭКБ. Тогда они будут тоже проводить семинары по внедрению в практику разработчиков именно их продукции. И тогда они начнут воспринимать каждый случай отказа своего элемента как чрезвычайное происшествие со всеми вытекающими последствиями.

Бесполезно создавать очередные комиссии, делящие бюджетные деньги, усиливать жесткое регулирование, бодро рапортовать об освоении очередного технологического уровня. Необходимо формировать благоприятную среду и условия для плодотворного взаимодействия заказчика и производителя. Других эффективных механизмов просто нет.

Мне, специалисту в области систем управления КА, видимо не совсем корректно предлагать какие-то варианты выхода из сложившейся ситуации профессионалам, занимающим государственные должности именно для того, чтобы решать такие задачи. Но все же, абсолютно схематично это может выглядеть так: в специально созданную фирму по производству специальной ЭКБ вкладываются частные инвестиции, средства региона и крупный, многомиллиардный государственный кредит. По мере достижения заданных объемов продаж ЭКБ

космическим и оборонным предприятиям государство (возможно, в лице ВПК – другой организации, реально заинтересованной в этом, что-то пока не усматривается) принимает решение о погашении своего кредита. В итоге государство получает гарантированный доступ к специальной ЭКБ, регион – рабочие места и налоги, инвесторы – доходы. Банально и наивно? Наверно, но при продуманных правилах игры это может сработать. Конечно, есть и иные подходы. Важно только, чтобы в центре внимания был главный целевой показатель – уровень независимости государственных программ.

---

О важности правильного выбора целевых показателей я рассуждал, в очередной раз томясь в ожидании багажа в аэропорту. С точки зрения потребителя-пассажира важно суммарное время, затраченное на перемещение от центра одного города до центра другого. Но этот показатель отсутствует в оценке деятельности авиакомпании. Ее дело взлететь, попить минералкой и приземлиться. А остальное – проблемы аэропорта, автомобилистов, дорожников и т.д. Пока никто не отвечает за процесс в целом, пока нет рейтинга именно по интегральному показателю, важному потребителю, пока это не влияет на стоимость услуги – так и будем мы скорбеть по поводу неспешного трапа, величавых грузчиков и бандитообразных таксистов. ○