

**"Научный космос сегодня - это инструмент, с помощью которого человечество получает новые знания, делает шаги дальше в развитии"**

В.В. Хартов

*Среди ведущих российских космических фирм, принесших когда-то славу отечественной космонавтике, свое место занимает НПО имени Лавочкина. С какими трудностями столкнулась известная на весь мир фирма в последние годы, какие задачи сегодня решает - обо всем этом "Интерфаксу-АВН" рассказал генеральный конструктор - генеральный директор НПО имени Лавочкина Виктор ХАРТОВ.*

**- Виктор Владимирович, вы возглавили НПО имени Лавочкина несколько месяцев назад. Когда принимали это решение, у вас, очевидно, было определенное представление о фирме. Первые месяцы внесли в него коррективы?**

- Как-то так получается, что работники космической отрасли довольно слабо знают другие фирмы. Например, работал я на железногорском предприятии "Информационные спутниковые системы" и более-менее знал предприятия, с которыми у нас были непосредственные контакты. То есть те, например, у которых мы что-то заказывали или они у нас, с кем вели совместные проекты. А вот о фирме имени Семена Алексеевича Лавочкина представления у меня были довольно туманные.

Да, я еще в детстве зачитывался книгами об этом легендарном авиаконструкторе, знал его выдающиеся творения - истребители Ла-5, Ла-7. Позже, уже повзрослев, как и все, с интересом следил за экспедициями луноходов, венерианскими миссиями - проектами известной космической фирмы. Что касается последних десятилетий, то знал, что здесь были проблемы, некоторая пауза в создании новых спутников и их запусках. Не более того.

Был, правда, такой штрих, оставивший, как говорится, в той жизни положительное впечатление о лавочкинцах. Как-то попал в руки сборник научных трудов этой фирмы. Я поразился его высокому научному уровню. Из тех, что делаются на других фирмах и которые я видел, этот здорово выделялся.

Когда встал вопрос о моем назначении, я, конечно, стал изучать более внимательно положение дел здесь. Что могу сказать? Первое, конечно, история совершенно великолепная. Есть масса позиций, где фирма однозначно была первой в мире. И до сих пор многие космические проекты, реализованные тогда, остаются единственными, их никто пока не повторил. Например, венерианский аэростат для исследования атмосферы или другие проекты. А ведь были еще луноходы, доставленный на Землю лунный грунт и т.д.

За счет того, что здесь решали всегда очень сложные задачи, коллектив сформировался очень интересный. Кстати, упомянутые сборники научных трудов об этом же говорят. Здесь много очень высокообразованных, очень умных людей. Это как безусловные плюсы.

Что касается минусов, то о некоторых я уже упомянул. Напомню, я пришел, скажем так, из промышленного космоса. Там жесткие сроки, четкие взаимоотношения с реальным заказчиком, который за счет этих спутников живет. Поэтому он к этим заказам относится очень тщательно, с точки зрения технической, качества. Здесь же считалось, и, наверное, продолжает еще считаться, что каждый космический аппарат, а в основном это исследовательские спутники - совершенно уникальная вещь, его можно делать сколь угодно долго, время не имеет значения.

К тому же, повторюсь, налицо длительное отсутствие запусков новых аппаратов. Это, кроме всего прочего, еще какой-то психологический момент дает - страшно вато пускать аппарат после перерыва.

Ведь все аппараты, которые сейчас у нас готовятся к запуску, совершенно новые. То есть все решения, которые там применены, не имеют летного опыта. Хорошо когда удастся предварительно опробовать на аппарате старой серии элементы нового. В этом

случае риски, которые неизбежны при запуске нового спутника, будут максимально снижены. Здесь же не так.

Получилось, что мы в этом году должны в общем-то сделать колоссальный скачок, когда совершенно новые аппараты начнут получать летный опыт. Во-первых, осуществить запуск метеорологического спутника "Электро-Л", созданного на базе новой платформы "Навигатор". Кроме того, должны обеспечить полную готовность к запуску космической обсерватории нового поколения "Спектр-Р".

**- Очевидно, намечены меры, которые обеспечат решение стоящих задач? Что-то уже пришлось изменить?**

- Конечно, новшества есть. Какие? Вернусь к вопросу о промышленном подходе к работе над космическими аппаратами, недостаток которого я ощутил в Химках. Может быть, я зря такой термин придумал, но мне он кажется удобным. В чем плюсы такого подхода? Это очень четкие графики, четкое планирование каждого проекта. У каждого проекта должен быть руководитель, занятый менеджерской деятельностью, с тем, чтобы шел процесс, все стыковалось по срокам, по деньгам.

Кроме того, промышленный подход - это очень жесткая система качества, которая должна пронизывать все. Вы, наверное, понимаете, что система качества - это не бабушка-контролер в цехе, которой принесли сделанную деталь, она ее померяла и сказала: годится. Это полная профанация смысла системы качества. Его суть в налаживании всех процессов, начиная с проектирования спутника и кончая эксплуатацией его на орбите. Чтобы все эти процессы были четкие, определенные, описанные, с постоянным контролем того, что все они выполняются правильно. Следствием правильного выполнения этих процессов и будет высокое качество готового продукта.

В эту же систему качества входит работа со смежниками. Потому что сегодня в спутникостроении на фирму, выпускающую финальную продукцию, приходится едва ли половина стоимости аппарата. Примерно 50 процентов стоимости, как минимум, а зачастую даже больше - это смежники, подрядчики, кооперация второго, третьего уровней. А ведь, согласитесь, совершенно неважно, почему спутник перестал работать - потому что мы сами что-то сделали плохо или что-то плохо нам сделал подрядчик. От этого нам не легче. Поэтому одна из важнейших задач - наладить работу с подрядчиками. Со всеми аудитам качества, регулярной работой по их графикам, применяемым материалам, по электронным радиоизделиям и т.д.

Все эти вопросы, на мой взгляд, были не самой сильной стороной нашей фирмы. Поэтому сделаны некоторые структурные изменения. Например, создана объединенная дирекция проектов. Она же занимается системой качества. Новую структуру возглавил Евгений Николаевич Корчагин. Он в свое время приобрел очень ценный опыт, отвечая тогда еще в НПО прикладной механики - ныне ИСС за российско-европейский проект SESAT. Прошел западную школу в части управления проектами и менеджмента качества.

Назначены приказом по каждой теме руководитель проекта и главный конструктор. Один отвечает за менеджмент, другой - за техническую сущность.

В новой структуре создано подразделение, которое занимается менеджментом качества. Эта служба вобрала в себя всех специалистов, которые занимаются надежностью, и более того, всех контрольных работников, которые были в цехах. Сейчас все они входят в эту службу с тем, чтобы они меньше зависели от начальников цехов.

Сейчас идет становление службы. Мы ее растим, формируем, учим работать. Как только удастся ее развить нужным образом, она, как того требуют западные стандарты (например, ISO 9000) будет, выделена в отдельную структуру, подчиненную непосредственно генеральному.

Также приказом утвержден график аудита всех смежников. И уже два месяца ездят наши бригады по их предприятиям. Надо сказать, эффект даже в этой начальной фазе очень ярко заметен. Задача - со всеми нашими смежниками работать на регулярной и очень интенсивной основе.

Должен сказать, что я пришел не в той фазе, когда фирма находилась в самой нижней точке. Я пришел, когда она уже начала рост. Уже были сделаны довольно большие

вложения в новые цеха, оборудование и пр. Поэтому мне гораздо легче. Спасибо предыдущему руководителю, Георгию Максимовичу Полищуку, что он сумел дать импульс, обозначивший положительный вектор, тренд развития фирмы.

Но поскольку фирма большая, и довольно долго длились эти тяжелые времена, конечно, очень много еще есть мест, где надо переделывать, улучшать. Где-то легче снести, новое построить. Весьма много позиций, где не так выглядит фирма, как должна.

**- Каким видится будущее НПО имени Лавочкина с точки зрения происходящих в отрасли интеграционных процессов?**

- Куда идет процесс? В той его части, которую мы знаем, принято решение о том, что НПО имени Лавочкина в будущем войдет в структуру, создаваемую на основе ИСС имени Решетнева. Сегодня в ИСС входит девять фирм по всей стране. На следующем этапе интеграции, планируется, что к ним добавятся, кроме нас, ВНИИЭМ, а также калининградский "Факел" и еще ряд фирм.

**- В чем плюсы такого объединения для вашей фирмы?**

- Сейчас на рынок космических услуг надо смотреть целиком, как на мировой рынок. На спросе внутри страны замыкаться нельзя. Это узкий рынок. А чтобы в мировой конкуренции иметь нормальные шансы, надо чтобы продукция была качественной, быстро делалась и стоила дешево. Мировой рынок полон предложениями. Чтобы делать аппараты быстро, качественно и дешево, на мой взгляд, есть только одно решение. Это сплочение, консолидация сил и, главное, широкая унификация применяемых решений. Сейчас у нас не все благополучно в этой части, мне кажется.

Сейчас космическая фирма в одиночку ищет решение технических проблем. Потом в процессе испытаний находит ошибки, начинает исправлять, искать новые решения. Другая фирма, при решении тех же задач, заново начинает все делать, применяет свои транзисторы, микросхемы, тот набор, который ему показался нужным и т.д. То есть, множится поле проблем, потому что каждый идет своим путем.

Когда же спутниковые фирмы попадают в единую структуру, появляется шанс сократить издержки. По крайней мере, наладить оптимальную унификацию, например, с точки зрения хотя бы применяемых бортовых вычислительных комплексов, радиоэлементной базы.

Некоторая кооперация, кстати, между ИСС, НПО имени Лавочкина и ВНИИЭМ есть уже и сегодня. Например, Железногорск поставляет НПО имени Лавочкина солнечные батареи для трех аппаратов. Наши баки поставляются ИСС для тех же "Глонассов".

То есть между нами есть довольно много связей, но они сложились, скажем так, стихийно. А если у нас появится общность и если правильно будет выстроена политика единой структуры, направленная на снижение себестоимости всех решений, то задачу широкой унификации в спутникостроении можно будет решить. Цель состоит в том, чтобы, продавая продукцию по рыночной цене, иметь большой слой прибыли, которую дальше можно вкладывать в развитие.

Кстати, в рамках отрасли решить задачу унификации не получилось за все годы ее существования. Хотя попытки такие были. Например, в части наземного оборудования, контрольно-проверочной аппаратуры. В стоимости проекта эта составляющая сегодня тоже очень значительная. Поэтому мы, например, уже сегодня начинаем применять тот же подход к КПА, что используется в Железногорске.

Думаю, если будет структура, связанная общими заботами о прибыли, выживании, то, конечно, можно будет политику унификации жестко вести. Нам надо обязательно все решения делать унифицированными на уровне технологий.

**- Недавно НПО имени Лавочкина было исключено из списка стратегических предприятий. Это связано с планами акционирования?**

- Да, процедура вхождения в интегрированную структуру совершенно обязательно подразумевает, что мы должны стать акционерным обществом. У нас должен быть пакет акций, который затем будет передан ИСС. Соответственно, интегрированная структура будет созывать собрания акционеров, назначать своих представителей в совет директоров, проводить выбор руководства. У нее будет право оценивать результаты деятельности, например, нашей компании или какой-то другой, вошедшей в холдинг, за полгода, год. То есть определять стратегию. Без какого-то вмешательства в оперативную деятельность.

Мы работаем над тем, чтобы в первой половине следующего года завершить все необходимые для акционирования процедуры. У нас есть специальная служба, и она сейчас над этим изо всех сил работает.

**- НПО имени Лавочкина специализируется на научном космосе. К сожалению, это направление часто финансировалось по остаточному принципу, что не могло не сказаться на предприятии. Из чего сегодня складывается его бюджет?**

- Фирма сейчас живет за счет нескольких направлений деятельности. Правда, все они практически финансируются из федерального бюджета. Мы процентов на 85 зависим от бюджетных денег, что очень плохо. Образно говоря, мы сидим сейчас на стуле с одной ножкой. Представьте, случится что-то с бюджетом и что дальше?

Поэтому мы изо всех сил ищем других заказчиков. А чтобы их найти, надо получить летный опыт тех решений, которые у нас есть. Тогда реально будет перейти в фазу близкую к заключению контрактов.

Что касается тематики, то об одном направлении работ, наверное, говорить не будем. Тем более что она не очень большая по объемам - это заказы министерства обороны.

Теперь наш "Фрегат". Это очень интересный разгонный блок, который по общему признанию имеет характеристики, которых нет у его аналогов. В частности, он может двадцать и более раз включать двигатели. То есть он может при групповом запуске аппаратов по разным орбитам спутники "развозить". К тому же его автономная система навигации позволяет парировать возможные погрешности, например, если носитель не совсем нормально отработает. Эта система в каждой точке определяет местонахождение разгонника с аппаратом и просчитывает программу с тем, чтобы выйти туда, куда надо. То есть обеспечивается большая точность вывода в условиях помех.

У "Фрегата" также довольно хорошая эффективность с точки зрения отношения выдаваемого импульса к массе блока. Например, при запуске спутника на геостационарную орбиту с Байконура "Фрегат", по сравнению с блоком ДМ дает выигрыш в массе полезного груза примерно в 400 кг. Это довольно много.

Благодаря всем этим положительным свойствам и хорошей летной статистике "Фрегат" попал в программу "Союз в Гвианском космическом центре". Имеются твердые заказы уже на 24 пуска "Союзов", а значит и "Фрегатов".

На космодроме Куру работает наша бригада. Кстати, нелегко им там. Еще осенью прошлого года туда ушли два разгонных блока и заправочный макет. На нем сейчас завершаются работы по проверке всех процедур заправки. На 17 декабря объявлен первый пуск "Союза" с Куру.

В отношении "Фрегатов" стоит задача довести их производство до промышленного, конвейерного уровня. Сегодня они делаются как штучные образцы, хотя мы вышли на серийные заказы. В этом году мы должны сделать девять "Фрегатов" и дальше наращивать объемы.

Чтобы усовершенствовать производство надо приложить силы, найти деньги. Но "Фрегат" достоин вложений в него.

**- Как обстоят дела с вашими астрофизическими космическими аппаратами?**

- Это следующее очень важное направление работ. В Федеральной космической программе они включены в отдельный раздел - научный космос. Деньги на него выделяются в рамках программ Российской академии наук. Существует совет РАН по

космосу. В рамках этого совета и решается, как правильно распределить деньги, какой проект впереди.

Что касается астрофизических исследований, то фирма имени Лавочкина участвовала в них и ранее. Это аппараты "Гранат", "Астрон". Они в свое время дали большой прорыв. Цитируемость полученных с их помощью результатов была колоссальная. Но теперь пришла пора делать новые аппараты.

За последние 10-20 лет зарубежные коллеги прошли большой путь. Их обсерватория "Хаббл", другие телескопы планку подняли очень высоко. Сегодня исследования в мире идут по всему спектру - ультрафиолет, рентген-излучение, радиоволны, оптический диапазон. Делать аппараты слабее - смысла нет.

В астрофизике сейчас очень интересная ситуация. За последние годы, когда стали выводить в космос телескопы, набрали массу данных, намного порядков больше, чем раньше их можно было получить, сидя на земле, глядя через воздух наверх. Ведь целый ряд спектров волн сквозь атмосферу просто не проходит. Но чем больше знаний, тем больше вопросов возникает. Для поиска ответов на них РАН в свое время наметило программу "Спектр". Сейчас она модернизируется под новую технику.

Про "Спектр-Р" я уже говорил. Дальше будут "Спектр-РГ", "Спектр-УФ". Несколько подальше виден "Спектр-Миллиметрон". Все они делаются с большим участием зарубежных ученых. Например, Германия делает за свой счет один из двух телескопов для "Спектра-РГ".

Научный космос сегодня - это инструмент, с помощью которого человечество получает новые знания, делает шаги дальше в развитии. Поэтому я надеюсь, что у нашей стороны всегда будет желание и возможности, потенция заниматься научным космосом, как важнейшей страницей деятельности человека по его дальнейшему движению вперед с точки зрения познания мира.

По мнению многих ученых, человечество стоит на пороге колоссального прорыва вперед в изучении Вселенной и материи. Поэтому я думаю, что осознание важности участия в этом движении человечества вперед, должно стимулировать наши научные космические программы. Мы здесь часть международного труда, кооперации. Поэтому я думаю, что эта ниша - создание научных космических аппаратов - она будет, и мы должны быть в ней лучшими. И не только в России, но и в числе лучших в мире. А для этого надо развиваться изо всех сил с точки зрения техники, качества, персонала.

#### **- На каких еще спутниках фирма специализируется?**

- В самом общем смысле, это спутники дистанционного зондирования Земли. Например, тот же метеорологический "Электро-Л". Сейчас наши партнеры дорабатывают основной сканер с учетом летного опыта спутника "Метеор-М" №1.

В программе есть второй номер этого аппарата с запуском в 2011 году. Работа по нему уже ведется, со всеми смежниками заключены договора, делаются части аппарата.

Примерно в этом же ряду стоят аппараты, планируемые по программе "Арктика", которая сейчас в фазе старта, разгона. Она предусматривает, в частности, два метеорологических аппарата "Арктика-М" на высокой эллиптической орбите, чтобы хорошо видеть полярные области. В этом их отличие, например, от "Электро-Л", который будет запущен на геостационарную орбиту.

Мы считаем, что эти два аппарата резонно поручить нам, учитывая наши наработки по "Электро-Л", который к тому времени получит летный опыт.

Есть в проектах еще два радиолокационных спутника "Арктика-Р". Здесь активную позицию занимает компания "Газпром космические системы", у которой есть свои наработки по аналогичной системе дистанционного зондирования Земли "Смотр". Не исключено, что мы вместе будем делать эти аппараты.

У НПО имени Лавочкина есть задел по радиолокационным спутникам. В свое время был очень важный проект "Аркон-1". Это оптический телескоп, который имел очень хорошие характеристики с точки зрения точности прицеливания этим телескопом, удержания одной точки в течение длительного времени. У него была правильно выбрана орбита, а самое главное, были правильно выстроены бортовые системы. Это позволяло

очень хорошо управлять положением этой оси с нужной стабильностью. Именно это свойство можно применять в решении задач в области дистанционного зондирования Земли.

Частично эти наработки используются при создании малых спутников на основе нашей стокилограммовой платформы "Карат". Сейчас в Федеральной космической программе прописаны пять таких аппаратов. Кроме того, четыре малых аппарата на базе "Карата" будут сделаны для изучения магнитосферы Земли по программе "Резонанс".

В платформу "Карат" заложили свойство, которое позволяет ее применять и для целей дистанционного зондирования Земли. Оно связано с управлением положения аппарата вокруг центра масс. "Карат" тоже ждет первого летного опыта. Первый спутник на базе платформы должен был отправиться на орбиту в группе с двумя другими более тяжелыми аппаратами другого изготовителя в этом году. Из-за их неготовности старт задерживается. К сожалению, групповые запуски приводят к тому, что кто-то кого-то ждет. Планируем, что старт состоится в начале 2011 года.

#### **- Каковы главные задачи в области кадровой политики?**

- На предприятии работает более пяти тысяч человек. Сейчас главная задача - успеть передать молодежи опыт ветеранов фирмы, а их около 400 человек, которым старше 70 лет. Это те люди, которые являются реальными носителями знаний и опыта, полученных при реализации уникальных космических экспериментов. Они были в самой сердцевине тех событий, и было им тогда по 30-35 лет. А сегодня у нас более 800 человек, которым сегодня меньше 30 лет и у которых опыта работы над конкретными проектами пока мало. Чтобы обеспечить преемственность поколений, важно успеть передать опыт молодым. Причем непосредственно в работе над новыми проектами. Иначе этот опыт не передашь.

**Все, что сделано нового, должно уйти на орбиты**

В.В. Хартов

В январе этого года по итогам конкурса Виктор Хартов утвержден Генеральным конструктором и генеральным директором НПО имени Лавочкина (НПОЛ), где разрабатывают и создают космические обсерватории и межпланетные автоматы, аппараты зондирования Земли и информационные комплексы, средства выведения. Свое первое интервью в качестве руководителя НПОЛ Виктор Хартов дал РИА Новости. Беседовал Александр Песляк.

**- Виктор Владимирович, что готово к стартам в ближний и дальний космос?**

- Прежде всего унифицированная платформа «Навигатор». На ее каркас с двигателями и системой управления можно крепить метео- и экоспутники, станции для изучения Вселенной, аппараты мониторинга. В «Навигаторе» применены только новейшие детали, технологии, программное обеспечение. Благодаря этому «грузовику» мы совершаем огромный прыжок в развитии, тогда как нормальный шаг для космической техники – использование на очередном изделии лишь 20-30 % старых решений.

В плане пусков года – метеорологический спутник второго поколения «Электро-Л» и астрофизическая обсерватория «Спектр-Р». Оба аппарата как раз установлены на платформе «Навигатор», оба - на финише наземных испытаний. И по обоим имеются замечания. Устраняем их. У какого из двух раньше будет летная готовность, тот и запустим до Нового года.

Также в 2010 г. должен полететь первый малый аппарат «Зонд-ПП», чтобы замерять влагу земли и соль океанов. Его закрепили на другую новинку – микроплатформу «Карат». Этот «мини-грузовичок» способен менять углы наклона установленного на нем спутника, что позволяет захватить и в течение получаса отслеживать объект или ситуацию на Земле.

Первый полет «Карата»- это наш пропуск на рынок спутниковых услуг.

**- Сейчас на разных орбитах трудятся почти 30 зарубежных космических телескопов, а «наследники» наших астрофизических обсерваторий - вроде на слуху, но все еще не на орбитах. Почему?**

- Да, строить три летающих обсерватории «Спектр» в НПО начали еще 20 лет назад. Но нехватка средств, старение технологий и гарантийного ресурса обусловили отказ от тех моделей. Пришлось делать заново всё, даже «железо» - при том, что финансирование возобновилось лишь 2-3 года назад.

Ставим радиотелескоп на «Спектр-Р». Антенна диаметром 10 метров имеет поверхность миллиметровой точности, чтобы без промаха нацеливаться в разные области Вселенной. В цепи с наземными антеннами получится чуткий «радиослушатель» звезд и галактик. На нас лежит колоссальная ответственность: второй такой телескоп в обозримом будущем Россия вряд ли осилит.

А в 2012 г. пойдет «Спектр-РГ» с двумя рентгеновскими телескопами. В 2014 г. запустят «Спектр-УФ» - уникальный комплекс, принимающий ультрафиолетовое излучение других миров благодаря телескопу с диаметром главного зеркала в 170 сантиметров.

**- Перенос с прошлого года на 2011 г. запуска автоматической межпланетной станции «Фобос-Грунт» к спутнику Марса объясняют по-разному. Понятно, что никто не хочет ошибок, как с двумя аппаратами «Фобос» в конце 1980-ых, тем более - потерять ценный комплекс, как то было с «Марсом-96». Когда же стартует «Фобос-Грунт»?**

- Это ярчайший проект, он четко вписывается в рамки международной кооперации. Провести пролетный мониторинг Марса, исследовать сам Фобос после посадки на него, привезти на Землю образцы грунта – значит обеспечить скачок в развитии знаний о происхождении небесных тел. Пуск - в ноябре 2011 года, в очередной период благоприятного расположения планет. С максимальной пользой используем время, чтобы

повысить вероятность выполнения сложнейшей миссии. Весь аппарат построен на совершенно новых решениях, не имеющих лётного подтверждения. Поэтому многократно отрабатываем все элементы на Земле.

В то же время начальную часть миссии - переход с околоземной орбиты на трассу к Марсу и Фобосу - обеспечит изделие, уже проверенное в деле. Это - созданный также в НПОЛ разгонный блок «Фрегат». За 10 лет этот «космический буксир» безупречно сработал почти два десятка раз. Задача фирмы имени Лавочкина - освоить настоящее поточное строительство целой флотилии этих «буксиров».

Вообще нынешний год вместе с 2011 годом – это двухлетний «момент истины» для НПО имени Лавочкина. Все, что сделано нового, должно уйти на орбиты.

**- На фоне череды полетов зондов и аппаратов США, Китая, Японии, Индии к Луне изменились ли наши лунные проекты?**

- С Институтом космических исследований РАН делаем комплексную программу. На первом этапе предусмотрена координация исследований в рамках российско-индийской программы «Луна-Ресурс» и нашей лунной программы «Луна-Глоб». По двустороннему проекту индийская ракета выведет на орбиту Луны российский посадочный модуль. Он, в свою очередь, доставит на ее поверхность индийский ровер. Старт - в 2013 году.

Что касается программы «Луна-Глоб», то предлагалось сбросить с орбиты на большой скорости в грунт копья-пенетраторы с научной аппаратурой. Но по срокам и надежности риски оказались высоки; поэтому состоится мягкая посадка модуля с комплексом приборов, в том числе для изучения образцов грунта с глубины. Запуск - в том же 2013 году.

НПОЛ имеет уникальный опыт посадок и взлетов автоматов с Луны. Его следует обновить и использовать. Нужно изучить пригодность Луны к размещению там сложных астрофизических комплексов, обитаемых баз. Словом, готовить возврат человека на Луну для конкретной работы.

**- В космической отрасли, впрочем, как и в ряде других, важнейшая кадровая проблема – провал в возрастной группе 30-45 лет. То есть трудятся либо пожилые (но опытные) конструкторы и техники, либо еще не набравшие опыта выпускники. Как привлекаете молодежь?**

- Десятая часть почти пятидесяти тысяч коллектива – в возрасте свыше 70 лет; эту возрастную прослойку стремимся сокращать без ущерба для людей и для дела. Зато около 850 специалистов - моложе 30 лет; 300 из них приняли в прошлом году. Средний возраст здесь – около 48 лет.

Решение кадровых проблем начинается с привлечения молодежи, даже детей к реальной технике и творчеству, вырывания их из виртуальных миров. Ведем кружки в подшефных школах, есть аэрокосмический лицей, ведем целевой набор в техникум космического машиностроения, в МАИ. Доплачиваем достойным студентам весомую надбавку к стипендии. При НПОЛ работает факультет МАИ, проводим там практики, стажировки.

Стратегия - повысить мотивируемость труда. Обязательно довести уровень заработной платы до верхнего уровня города Химки и области. Готовим ипотечную программу для перспективных работников, будем строить служебное жилье.

В Калуге есть наш филиал, где работают выпускники-бауманцы. А трудятся в постройке 1856 года, где много раз чинили крышу и полы. Сидит парнишка за компьютером. «Чем занят? – Для программы «Фобос-Грунт» готовлю вопросы технического зрения и действий манипулятора.» Вот контрасты...

Мы предлагаем мэру Калуги перестроить этот особняк, через большие окна залить его светом. И пустить туристов, чтоб рядом с музеем и могилой Циолковского люди увидели сборку малых и наноспутников.

## **О внутриотраслевой унификации**

В.В. Хартов

Российские предприятия-изготовители космических аппаратов прошли долгий и сложный путь своего развития. И практически каждое предприятие проходило его самостоятельно, вырабатывая и отработывая свои подходы, создавая типовые решения в рамках своего ряда спутников, применяя свои параметры питания, интерфейсы, логику режимов живучести и т.д. Безусловно, развитие конкурирующих школ помогало нащупывать оптимальный путь развития отечественной спутниковой техники и давало в целом положительный эффект, превышающий затраты ресурсов на параллельные работы. Прошли годы и десятилетия. Сложилось достаточно жёсткое распределение работ по целевому назначению космических аппаратов, и в явном виде конкуренция по техническим характеристикам спутников внутри России в существенной степени потеряла роль двигателя прогресса. Основным стало сравнение с зарубежным уровнем. Для коммерческих спутников связи в форме реальных конкурсов, для КА специального назначения – по опубликованным характеристикам. Примерно как у Владимира Маяковского – «...ревнуя к Копернику; его, а не мужа Марьи Ивановны, считая своим соперником». Но поглощение ресурсов на поддержание различных школ по многочисленным реализациям множества практически идентичных функций продолжается. Каждый разработчик совершенно самостоятельно подходит к решению задач, развивая далее предыдущие, свойственные для данной фирмы решения, применяя новые структуры, интерфейсы, расширяя круг применяемых ЭРИ.

Упоительная радость творчества. Но не роскошь ли это сегодня для государства? Ведь в конечном итоге именно за его средства разрабатываются и отработываются различные версии одного и того же функционального узла, решаются проблемы доступности слишком широкого применяемого типоряда ЭРИ космического уровня качества, и на его плечи ложатся все риски лётной квалификации великого множества разнообразных реализаций одних и тех же функций. В то время как большинство функций по управлению, контролю всех бортовых процессов, организации качественного электропитания могут быть унифицированными для космических аппаратов самого различного назначения. Могут, если с самого начала проектирования будет жёстко учитываться необходимость применения унифицированных решений.

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» обеспечивает запуск каждый год около 10 космических аппаратов связи, навигации и геодезии. Одновременно на предприятии в различных фазах проектирования, изготовления, испытаний находится около 40 аппаратов, а всего запущено около 1200 КА. Из них 72 КА составляют основу эксплуатируемой сегодня российской орбитальной группировки. Поэтому, естественно, на уровне предприятия уделяется большое внимание унификации решений, как основному средству эффективного использования ресурсов всех видов. Отдельные примеры достигнутой на сегодняшний день внутрифирменной унификации и возможности ее развития на отраслевом уровне приводятся ниже.

Пример первый. Бортовые приборы. Различного рода блоки управления, коммутирующие и интерфейсные блоки. Исходя из имеющегося опыта и необходимости достижения конкурентноспособных характеристик КА оптимальным даже для однотипных космических аппаратов определен не уровень законченных приборов, а уровень функциональных узлов, модулей. Поэтому определен стандарт внутрприборных интерфейсов, совместно с НИИ «Субмикрон» создан центральный процессорный модуль, организующий внутрприборную шину, разработан набор функциональных модулей. И теперь, например, в блоках управления системой терморегулирования шести различных находящихся в работе космических аппаратов нового поколения из 12-18 модулей только 1-2 модуля являются неунифицированными, специфическими именно для данного изделия. Сейчас завершается наземная обработка блока для первого из этого поколения

КА, в следующем году начнётся их лётная квалификация. Полученные результаты резко уменьшат и объём работ, и риски для других КА.

Для энергопреобразующей аппаратуры удалось разработать секционный принцип построения прибора. Унифицированная секция обеспечивает качественное питание мощностью до 2000 Вт, а объединением этих секций может быть достигнута мощность до 20000 Вт. На объединении затрачивается только несколько процентов ЭРИ от общего количества ЭРИ в приборе. Такие энергопреобразующие приборы также получают лётную квалификацию в следующем году.

Достигнутый уровень унификации обеспечил увеличение производительности труда разработчиков, уменьшение затрат времени на отработку, снижение рисков. И ещё очень важный аспект – применение унифицированных решений наряду с применением высокоинтегрированных электронных компонентов, например ПЛИС, привело к очень существенному уменьшению размерности проблем по обеспечению высококачественными ЭРИ. Но это всё плюсы, ощутимые на уровне одного предприятия. Распространение подобного подхода на все предприятия отрасли, естественно, обеспечит многократное увеличение эффекта. Увеличение числа применений унифицированных функциональных узлов сделает рентабельным широкое применение в них полузаказных БИС (например, БМК), что улучшит технические характеристики и обеспечит независимость от импортных ЭРИ. Можно ещё долго перечислять аспекты повышения интегральной эффективности использования государственных средств при подобном подходе, но, увы, всё это не так просто. Ведь необходимо существенное изменение традиционных и оригинальных у каждого разработчика подходов к проектированию приборов. Необходим механизм контроля целесообразности создания новых версий функциональных узлов при наличии в отрасли готовых решений. И прочее, и прочее. Но цель – повышение эффективности – того стоит и поэтому представляется целесообразным следующий план действий:

- создать рабочую группу по выбору(разработке) стандартов по электрическим, механическим интерфейсам функциональных узлов, по их стойкости к ФКП и ЭМС, по технологии конструирования и изготовления и т.д., принять их в отрасли как обязательные;
- обеспечить разработку и изготовление специализированного набора ЭРИ для реализации электрических интерфейсов;
- организовать ведение в отрасли реестра готовых к использованию стандартных функциональных узлов;
- при заключении госконтрактов предусматривать требования о максимальном использовании функциональных узлов из реестра;
- при обоснованной разработке каждого нового функционального узла предусматривать доведение его в процессе ОКР до уровня товарного продукта и занесение его в реестр;
- предусмотреть отраслевые целевые программы по совершенствованию функциональных узлов наиболее массового применения с использованием специализированных ЭРИ;
- создать отраслевую систему гарантирования качества и сроков поставки функциональных узлов и регулирования их стоимости.

Второй пример. Бортовое программное обеспечение. Роль его в современных космических аппаратах чрезвычайно велика. Также велики и затраты ресурсов на его создание, тестирование и сопровождение в течение всего срока службы космического аппарата. В ОАО «ИСС» создана, применяется и продолжает совершенствоваться промышленная технология производства бортового программного обеспечения. В основу её положено: выделение этапа проектирования программ с использованием шаблонов архитектурных проектов; стандартные интерфейсы между небольшой группой программ, учитывающих особенности конкретного бортового компьютера и основной группой функциональных программ, не зависящих от типа компьютера; жёсткий технологический процесс, обеспечивающий необходимую степень надёжности программирования и необходимую полноту документирования на каждом этапе; применение языка высокого уровня Модула-

2, отличающегося строгой типизацией и поддержкой всех средств надёжного программирования; применение программных эмуляторов бортовых компьютеров.

Созданные совместно со специалистами СО РАН средства реализации этой технологии обеспечили разработку, отладку и поддержку в течение всего жизненного цикла бортового программного обеспечения многих десятков КА с четырьмя совершенно различными типами бортовых компьютеров. Разработка и верификация бортового программного обеспечения для нового КА любого типа бортового компьютера силами нескольких десятков специалистов может быть проведена в течение года. Реализация сборочного программирования из ранее квалифицированных модулей вносит дополнительный вклад в уменьшение числа ошибок. Комплексная отладка бортового программного обеспечения с использованием программных эмуляторов бортового компьютера и программного имитатора систем обеспечивает обнаружение как программистских, так и логических ошибок.

И как ещё один важный положительный итог необходимо отметить, что созданные промышленные технологии производства бортового программного обеспечения обеспечивают высокую степень независимости бортового программного обеспечения, как от типа применённого компьютера, так и от конкретного программиста.

Разумеется, каждый серьёзный изготовитель космических аппаратов уделяет большое внимание проблемам создания бортового программного обеспечения, снижению затрат времени и повышению надёжности. Но каждый идёт своим путём, вкладывает средства в разработку своих технологических средств, каждый сам осваивает очередной новый бортовой компьютер (почему у нас в стране разрабатывается и применяется больше типов бортовых компьютеров, чем во всех других космических державах вместе взятых – это отдельный вопрос), каждый сам решает проблемы при лётной эксплуатации. Это очень интересные, творческие задачи, но за всё это разнообразие опять же в конечном счёте платит государство. Для эффективного использования выделяемых на космос средств совершенно необходима унификация технологий создания бортового программного обеспечения. Как и в первом примере, необходима рабочая группа, определяющая стандарты используемого языка программирования, интерфейсов программных модулей, шаблонов архитектурных проектов, программных баз данных и программных документов, техпроцессов. Необходима типовая линейка технологических средств, единый курс подготовки специалистов. Необходима отраслевая библиотека готовых настраиваемых на конкретное применение программ (включая операционные системы). И как в первом случае, нужен механизм, обеспечивающий выполнение каждым предприятием отраслевой политики по унификации БПО. Большая работа, существенные затраты, масса сопротивляющихся, но эффект при правильной организации превысит все издержки переходного периода.

Третий пример. По наземному оборудованию, различного рода контрольно-измерительной и контрольно-проверочной аппаратуре (КПА), затраты на которую составляют существенную часть общих затрат ресурсов на создание космических комплексов.

Ещё в 1999 году в ОАО «ИСС» (тогда НПО ПМ) была принята концепция построения основной КПА в соответствии с международным открытым стандартом VXI, обеспечивающим возможность набора нужных для конкретного случая функций из совместимых по интерфейсу, питанию, помехам, программному обеспечению типовых модулей. Принятие этого подхода базировалось на желании эффективно распорядиться ресурсами (в том числе, человеческими) интегрально на совокупность программ. Решения, эффективные в рамках одного проекта, не всегда обеспечивают максимальную эффективность всей многолетней деятельности. Открытый международный стандарт позволяет выиграть время, применяя имеющиеся на мировом рынке модули (более чем 1400 модулей, 100 производителей), до того как будет разработана их российская версия.

За прошедшие годы совместной с ООО «Информтест» разработано около 30 типов модулей, из которых в основном и набирается конкретная КПА. При этом каждая реализованная недостающая для данной КПА функция расширяет библиотеку готовых модулей. Такая глубокая унификация позволяет радикально сократить ЗИП, делает возможной быструю сборку новой КПА из модулей от временно или уже неиспользуемой

другой КПА. Таким образом удаётся приблизиться к задаче максимального использования высококлассного и, следовательно, весьма дорогого оборудования, которое в идеале должно работать 24 часа в сутки и 7 дней в неделю.

Как и для предыдущих примеров, для этого примера также верно правило повышения положительного эффекта от унификации при увеличении масштаба применимости. Известно, что на таких крупных фирмах, как Боинг, Локхид-Мартин и др., принят единый корпоративный стандарт построения КПА. Есть примеры и в истории нашей отрасли, и очень хорошие. Так, основа создания КПА для отработки, проверки первых космических аппаратов была заложена специалистами С.П. Королева в далекие 60-е годы в г. Подлипки разработкой унифицированного наземного испытательного комплекса (УНИК) – станции 11Н6110. Другой пример: в 80-е годы в МОМ было принято решение о разработке УНИК 11Н426 (КИПАРИС) – как базового унифицированного испытательного комплекса в нашей отрасли. Комплексный подход разработки унифицированных аппаратно-программных средств позволил в отрасли создать контрольно-испытательный комплекс, программное обеспечение, технологию написания ПМД по испытаниям КА. Каждое предприятие в отрасли не смогло бы самостоятельно решить подобную задачу в приемлемые сроки.

Видимо имеет смысл на отраслевом уровне вновь вернуться к вопросу унификации КПА, определить оптимальный уровень унификации, выбрать стандарт, создать условия для выполнения этого стандарта всеми разработчиками, создать отраслевую библиотеку модулей и типового программного обеспечения и т.д. Логика действий может быть примерно такой же, что описана в первом примере.

Три приведённых примера направлений унификации естественно не являются исчерпывающими, но они иллюстрируют, что задел по внутрифирменной унификации есть и предпосылки для увеличения эффекта от унификации на отраслевом уровне также существуют. Но теперь о рисках этого процесса. Естественно, есть технические риски. Ошибки при выборе стандарта могут стать тормозом для достижения конкурентоспособности целого поколения российских КА. Но, по-моему, более значимы организационные риски. При активизации процесса унификации на уровне отрасли, с выделением для этого определённых ресурсов и полномочий, возникнет масса организаций, остро желающих поуправлять этим процессом и средствами. Организаций, далеко отстоящих от конечной продукции – космических аппаратов, от проблем с их стоимостью, техническими характеристиками, сроками поставки заказчиком. А ведь критерием принятия всех решений должно быть как раз влияние их на целевые показатели, т.е. на степень удовлетворенности заказчика. Позволю выразить крамольную мысль. Вопросами унификации должны заниматься непосредственно предприятия-разработчики космических аппаратов, отвечающие перед заказчиками за их характеристики, сроки, стоимость. Любым помощникам, даже вооружённым самыми правильными лозунгами, нет дела до договорных отношений изготовителей КА с заказчиками, а, следовательно, им нужен прежде всего процесс, некие формальные показатели и прочая имитация бурной деятельности. И во все стороны полетят депеши: «...в недельный срок выдать предложения, заполнив 99 прилагаемых форм...», «...ежемесячно сообщать достигнутый уровень унификации...», «...назначить ответственного за унификацию в ранге не ниже заместителя руководителя...», и будет разработчик КА пытаться всеми правдами и неправдами уйти от навязываемых решений. А разработчикам КА отраслевая унификация при нынешних правилах игры в любом случае не кажется очень привлекательной. Это же уменьшает объём собственных работ с одной стороны, с другой – требует освоения новых подходов. Создание механизма, обеспечивающего заинтересованность в реальном применении унифицированных решений, а не в достижении формальных показателей – вот тот вызов, та задача, которую необходимо решить на уровне отрасли. И, разумеется, на отраслевом уровне необходимо организовать совместную деятельность изготовителей космических аппаратов по выработке унифицированных решений и по доведению их до возможности промышленного применения.

Вряд ли есть решения, одинаково выгодные для всех разработчиков КА сразу. Значит, с государственной точки зрения, должно приниматься такое решение, которое

выгодно для максимального количества находящихся в работе космических аппаратов. Что-то вроде голосования изготовителей спутников с весом каждого голоса пропорциональным объему выполняемых ими государственных заказов.

Всё это очень непросто. Но космический бюджет России на порядок меньше космического бюджета Соединённых Штатов и нет поэтому задачи важнее, чем задача максимального повышения эффективности использования каждого рубля. А внутриотраслевая унификация – один из важнейших способов решения этой задачи.

***Общественно-политический научно-популярный журнал «Российский космос», Изд. ФКА, Москва, №1(25), 2008***

**Самые надёжные инвестиции – развитие и мотивация персонала**

В.В. Хартов

В последние годы в российской ракетно-космической отрасли уменьшаются проблемы с финансированием, но всё явственнее проявляются проблемы недостаточной эффективности работы предприятий. Сроки создания новых изделий зачастую переносятся, затраты увеличиваются, нередко досадные провалы по качеству. Объём работ, в пересчёте на одного работника, во много раз меньше такого показателя у аналогичных западных предприятий. При том, что разрыва в стоимости конечной продукции почти уже и нет.

Причин множество: проблемы с современными технологиями и оборудованием, отсутствие чёткого видения среднесрочных и стратегических перспектив развития потребностей заказчика и средств на целенаправленное создание соответствующего научно-технического задела, формальное толкование современных систем управления качеством, тяжёлое положение в стране с высококачественными ЭРИ и материалами, архаичная структура предприятий и непонимание необходимости применения современных систем административного управления с соответствующими средствами компьютерной поддержки. И так далее, и тому подобное. Но главная причина, лежащая в том числе и в основе большей части перечисленных выше причин, это кадровая, так называемый «человеческий фактор». Это определяющий элемент нематериальных активов каждого предприятия. А именно нематериальные интеллектуальные активы, представляющие собой опыт и знания во всех возможных формах, и являются определяющим условием успешной работы современного высокотехнологичного предприятия. При наличии средств легко, применяя новейшее оборудование лучших мировых производителей, без каких-либо технических проблем, можно создать замечательные цеха, чистые зоны, термобарокамеры и вибростенды. Но без специалистов, располагающих необходимой технической культурой, знаниями и опытом по проектированию, изготовлению, испытаниям, адекватный результат будет получен очень не скоро – только когда пройдя сквозь тернии, сформируются такие специалисты. Кадровая проблема в области высоких технологий обостряется в стране с каждым годом. С одной стороны, это, конечно, положительный признак развития экономики, с другой – мощный фактор, сдерживающий движение вперёд каждого конкретного предприятия. Следствием этого является, в частности, и общее для всей страны тревожное явление, когда рост заработной платы опережает рост производительности труда.

И очень хорошо, что уделяется всё большее внимание подготовке молодых специалистов. Более того, активно изменяется к лучшему ситуация с привлечением молодёжи к космической тематике, создаются специализированные школы для углубления ориентации на будущую деятельность именно в ракетно-космической области. Но всё ли делается для достижения максимального эффекта от уже работающих на предприятии специалистов? Конечно, эффективность их работы во многом зависит от созданных для них условий труда, от баланса между ответственностью и правами, наличия формализованных оптимизированных процедур выполнения задач, нечёткое

деление функций при выполнении процессов создания законченного продукта и наличия ориентированных на именно это организационных структур. Но сейчас остановимся на другом аспекте: сотрудники, их подготовленность и мотивация, их способности и способность развиваться. В XIX веке Гюстав Флобер написал в письме Жорж Санд: «L'homme c'est rien, l'oeuvre - c'est tout». «Человек ничто, дело – всё». Весь XX век это заблуждение доминировало во всём мире, а у нас в стране - особенно. Но давно уже в мире пришло понимание ключевого, определяющего влияние человека на дело. Современные авторы дают определение работы как действие по собственному усмотрению для достижения цели. Только самый примитивный ручной труд может быть полностью регламентирован, административно управляем и контролируем начальником. Мы же делаем весьма высокотехнологическую продукцию, а в современном производстве практически ни одна технологическая операция не может быть выполнена бездумно, и мы все зависим от способности и желания каждого сотрудника использовать на своём рабочем месте свои знания, навыки и опыт в решении проблем, о которых его начальник имеет зачастую только общее представление.

Можно ввести следующую классификацию сотрудников.

1. Основные штыки - настоящие специалисты, носители опыта, имеющие знания, навыки и ответственность для самостоятельного решения своего круга вопросов, как в процессе создания собственно КА, так и во всех многочисленных обеспечивающих процессах. Однозначной привязки понятия «основной штык» к должности нет. Это может быть и рабочий, и техник, и инженер, и начальник сектора либо отдела. Таковы следствия нашей системы должностного роста и, в результате, часто начальник сектора или отдела является самым главным техническим специалистом. Приятно видеть, как он мастерски решает технические проблемы. Приятно, но если только у него в отделе есть еще ряд технических специалистов такого же класса. Если их нет - становится ясно, что этот начальник не выполнил одну из главных своих функций – не подготовил, не организовал, не обучил. Неполное служебное соответствие. Господин Рузвельт сформулировал: «Лучший руководитель тот, у которого достаточно разума для отбора правильных сотрудников, чтобы они выполняли то, чего он хочет добиться, и достаточно сдержанности, чтобы не вмешиваться в то, как они добиваются этого». Наверное, полностью согласиться с этим американцем трудно, но что-то в этом есть.

Возраст не имеет значения. Возраст не является признаком квалификации или поводом для дискриминации. Но и стар и млад вместе грешат, и сильно грешат, в части оценки значения постоянного своего переобучения. В умных журналах можно прочитать: «через каждые 5-7 лет все полученные при обучении знания устаревают». Речь, видимо, идёт не про таблицу умножения. Основные штыки, уважаемые, ответьте сами себе: сколько книг, статей по специальности вы изучили за последние 5 лет? А может быть вы сами продвинули знания в виде статей, диссертаций? Можно ли это считать обновлением ваших специальных знаний? Так какие же спутники мы делаем: для завтрашнего или вчерашнего рынка?

Есть недостатки и у большинства основных штыков, но всё же тянут фирму вперёд именно они. Причём роль личности в истории, в том числе в истории каждого предприятия, очень высока. Успех в существенной степени зависит от работы именно лидеров, основных штыков, во всех подразделениях предприятия.

2. Потенциальные штыки. Настоящих штыков мало. Меньше, чем нужно. И необходимо расширять круг основных штыков за счёт множества потенциальных. Опять же, это не значит, что речь идёт лишь о молодых специалистах. В это множество входит большое количество людей разного возраста и разных должностей. Не сложилось, не посчитал нужным напрячься, отвлекся на потусторонние дела, не дали самостоятельности, не стала работа *raison d'être* (смыслом бытия) – и вот результат: года идут, жизнь проходит, а в делах - всё на подхвате. Из этого множества есть два пути: в основные штыки или в полный нематериальный пассив.

Переход в основные. От опытного основного штыка можно ожидать самостоятельности по дальнейшему собственному развитию. Правда, можно и не дожидаться. Развитием потенциального точно нужно руководить. Самородки, *self-made man*, редки. Нужен план развития специалиста с указанием конкретных, важных именно

для данного участка работ, целей (например, достижение скорости печати 300 знаков в минуту, конкретный уровень знания иностранного, а иногда и русского, языка, решение контрольного примера в используемой системе автоматизированного проектирования, составление аналитического обзора по определённой теме и т.д. и т.п.), конкретного срока и достаточно объективного способа подтверждения выполнения пункта. Система ежегодного повышения заработной платы должна позволять начальнику однозначно привязать степень повышения зарплаты к конкретному пункту повышения квалификации. Только фиксировать такую договорённость нужно в начале года, а лучше вообще иметь сквозной план устранения отрыва от основных штыков как по квалификации, так и по зарплате. Конечно, только внешнего планирования недостаточно, нужна и внутренняя мотивация, самоосознание необходимости своего прогресса именно на этой фирме. С этим есть проблемы. «Хочу всё и немедленно, а не через 3-5-10 лет упорного вхождения в ваши непонятные дела». «А вот там-то можно ничего не делать, а бабки косить». Не удалось у этих юных сотрудников сформировать желание к развитию именно на этом предприятии - и не надо тратить силы и средства на обучение такого митрофанушки. У более старших на пути к становлению основным штыком стоит привычка. Привычка не напрягаться.

Безусловно, все процессы управления развитием специалиста будут работать только когда начальники секторов, начальники отделов правильно понимают основную свою миссию – миссию организатора, воспитателя, учителя и, только сверх того, – технического лидера.

3. О тех, кто не может быть отнесён к нематериальному активу предприятия. Оговорюсь: здесь я предпринимаю попытку классификации специалистов, а не личностей. Всё излагаемое касается исключительно оценки роли специалиста в производственном процессе и ни в коей мере не затрагивает его социальной роли, человеческих качеств, роли в семье и т.д. А с точки зрения производственного процесса критерий неотнесения к активам прост: может этот специалист быть заменён за пару-тройку месяцев человеком «с улицы» - значит стоимость его труда равна стоимости труда такой квалификации на местном рынке труда, а для обеспечения эффективности работы предприятия нужно целенаправленно вести анализ экономической целесообразности замены такого труда на услуги сторонних организаций или модернизации технологий, исключающей такие рабочие места.

Теперь о желании, точнее о создании условий, благоприятных для интенсивной работы. Основной способ мотивирования - материальное стимулирование. Выкопал одну яму - сто рублей, выкопал две - двести. Справедливо, и подталкивает к совершенствованию приёмов работы и увеличению интенсивности труда. Но мы, к сожалению, не ямы копаем. Разработка логики функционирования космического аппарата, сборка сложного узла, поиск отказа и т.д. - очень плохо нормируемые операции, особенно если учесть, что качество их выполнения полностью лежит непосредственно на исполнителе и вся рать контролёров бессильна вовремя ему помочь.

Другой подход - от усидчивости. Просидел человек за проходной по 12 часов 7 дней в неделю - соответственно получил. Что делал и как делал - вопрос. Насколько быстро думал, насколько обучен и подготовлен, самый ли лучший инструментальный применял и т.д. и т.п. Например, простейшее действие: набрать текст в компьютере. Можно годами тыкать одним пальцем, можно затратить усилия и с помощью одной из программ-тренажёров выучиться десятипальцевому методу печати вслепую и в десятки раз сократить затраты времени на ввод текстов. Можно применить массу средств малой механизации своего труда. Можно, если в этом есть смысл. Если от этого зависит оценка труда. Ковыряться потихонечку, обозначая важность своего труда, создавая вокруг проблемы и, вот они! - переработки и увеличение получаемых денег. Я уж не говорю про совсем бесчестную ситуацию превращения своего рабочего места в игровой зал, да ещё и с получением при этом за переработку. Это просто вид воровства.

Итак, безвыходное положение по справедливой материальной оценке труда. Безвыходное для любой системы формальной оценки. В ямах или в часах. Остаётся только субъективная оценка непосредственного руководителя. Только ему в полной мере видны и объём работ, и квалификация, и рвение, и степень одарённости. Полной

справедливости оценки ждать трудно, но, как говаривал классик: “Нет справедливости на земле, впрочем, нет её и на небесах”. Лучшего механизма нет. Тот, кто отвечает, в том числе материально, перед вышестоящим руководителем за порученную работу, заинтересован в максимальной эффективности работы сотрудников своего подразделения. Для нашего высокотехнологичного рода занятий, на мой взгляд, ежедневный торг по поводу любого действия неуместен и наиболее подходит следующая схема: по итогам года руководитель оценивает все аспекты деятельности подчинённого (объём и качество выполненной работы, рост квалификации, творческие способности, отношение к работе, ответственность и т.д. и т.п.) и определяет уровень заработной платы на следующий год. Для повышения достоверности оценки в течение года должны фиксироваться все производственные задания с оценкой их выполнения. Возможно, полезным будет и изложение самим работником своего видения заслуг в течение года в виде некоего резюме. Процесс будет непростой и, возможно, конфликтный. Человеку редко дано объективно оценивать свои заслуги, а руководителю быть беспристрастным. Могут быть апелляции к вышестоящим руководителям, профсоюзу и т.д. Но это один раз в год. Зато весь остальной год можно думать о работе и зарабатывать очки к следующему судному дню.

Не хлебом единым жив человек. Каждый из нас должен ощущать себя членом единой команды, которой посчастливилось заниматься очень значимым делом. Причём именно каждый, который, может, и в глаза никогда не видел выходной продукции. Вспоминается старинная притча про трёх каменщиков. Все делают совершенно одинаковую работу - кирпич к кирпичику. На вопрос: ”Что ты делаешь?” - все ответили по-разному. Первый: “Кирпич кладу”. Второй: “Стенку делаю”. Третий: “Я строю храм”. Мне кажется, нормальному человеку гораздо лучше живётся и работает именно с осознанием участия в большом деле. Не дать работнику забыть это и скатиться в ощущение принудительного и лишённого смысла труда - важнейшая задача администрации всех уровней. Эта задача может быть решена администрацией при условии ясного понимания её действий и полного к ним доверия. Действия администрации во многом диктуются внешними факторами: изменение законов и различных подзаконных актов, перипетии рынка и ведомственный расклад сил, тарифы, платежи и так далее, и тому подобное. Это сложный мир, и ориентироваться в нём должны профессионалы. Но вспомните социалистическую поголовную систему политинформаций - нас всех стремились научить правильно понимать внутреннюю и внешнюю политику партии и правительства. Система постоянного информирования и разъяснений внутренней и внешней политики предприятия, охватывающая всех сотрудников - это путь к снижению внутренней напряжённости.

А ещё очень сплачивает забота о каждом работнике. От первого знакомства с предприятием, становления эффективного специалиста, до пенсионной жизни включительно система должна вести каждого человека. Каждый должен знать чёткую программу своего развития. План карьерного роста, как выражаются зарубежные специалисты. Под карьерой понимается не только и столько смена должности, а повышение значимости в производственном процессе с соответствующим увеличением вознаграждения. Хотя по исследованиям ВЦИОМ, семь из десяти опрошенных возлагают ответственность за свой профессиональный рост на работодателей, о постоянном обучении, на мой взгляд, больше всего голова должна болеть у самого работника. По принципу: обучился - лучше стал выполнять работу - больше стал зарабатывать. А дело системы работы с персоналом помочь - обеспечить учебными материалами, преподавателями, курсами. Посланный через силу учиться чаще всего просто валяет дурака. Опять же за наш с вами счёт. А расходы на персонал должны стать надёжными долгосрочными инвестициями. И, конечно же, тепло на душе при наличии развитой социальной программы. Только эта программа, безусловно, и в равной степени должна справедливо охватывать абсолютно всех работников, и на неё должны быть деньги у предприятия. Кольцо: мощная социальная программа повысит эффективность работы, но для её реализации уже нужна высокая эффективность, позволяющая выделить немалые средства. Так что усиливать существующий социальный пакет и разрабатывать красивую социальную программу конечно нужно, но вводить в действие её можно только поэтапно,

привязываясь к очередному достигнутому повышению эффективности работы предприятия.

В заключение хочется еще раз повторить главную мысль данной статьи. Эффективная работа предприятия зависит от наличия достаточно высокооплачиваемых, квалифицированных, мотивированных на производительный труд, связанных корпоративным духом сотрудников, а возможность выделения необходимых для удовлетворённости сотрудников немалых средств определяется эффективностью работы предприятия. Поэтому, в современных условиях у каждого правильного предприятия две стратегические цели и обе самые главные и самые первые:

- экономическая эффективность работы предприятия;
- удовлетворённость персонала своей работой и ее оценкой.

Это взаимосвязанные и абсолютно взаимно необходимые условия - без одного невозможно достичь другого. И максимальное использование потенциала своих сотрудников – жизненно важное условие выживания, и тем более, процветания любого предприятия.

*Общественно-политический научно-популярный журнал «Российский космос», Изд.  
ФКА, Москва, №4(28), 2008*

### **Вся надежда на Кузьмича?**

В.В. Хартов

Начну с одной забавной гипотезы. Возможно, мы все стали, в некотором смысле, жертвами лингвистической ловушки. Английское слово «quality» в словаре переводится как «свойство; особенность; характерная черта». И когда мы дружно беседуем с западным экспертом о системах менеджмента качества, я подозреваю, каждый из нас понимает всё несколько по-разному. Но и в русском языке трудно найти однозначность. В советском энциклопедическом словаре мы видим следующие толкования термина качества:

- от кристально чёткого определения качества – «объективная и всеобщая характеристика объектов, обнаруживающаяся в совокупности их свойств»,
- далее через несколько политизированную формулу определения понятия «качество продукции», как «совокупность свойств и мера полезности продукции, обуславливающие её способность всё более полно удовлетворять общественные и личные потребности»,
- к совершенно иррациональному, в контексте предыдущих определений, объяснению понятия «государственный знак качества» – «...знак, которым обозначается промышленная продукция высшей категории качества».

Где-то происходит подмена тезиса. От качеств, как характеристик, свойств объекта, полностью его характеризующих, к неким категориям качества. Хотя можно вспомнить, что «Знак качества» на самом деле свидетельствовал о достаточно высоких технических, потребительских характеристиках носящего его изделия, в том числе достаточной безотказности.

Прекращаю эту дилетантскую попытку лингвистического анализа констатацией следующего факта: под качеством у нас понимается, как правило, отсутствие дефектов. Согласитесь, звучит несколько по-разному: «система менеджмента свойствами, характеристиками» или «система менеджмента борьбой с браком». Возможно, в этих смысловых оттенках и кроется одна из причин достаточно формальных внедрений у нас в стране стандарта ИСО-9001. Мол, это проблемы только службы технического контроля, а нам, делающим продукцию, от этой дополнительной бюрократии только вред. Допускающих брак мы наказываем и будем наказывать, а остальное всё «от лукавого». В то время как система менеджмента качества, согласно ИСО-9001, направлена на одну-единственную цель – обеспечение выполнения всех требований потребителя. Что и является главной задачей любого предприятия. И ИСО-9001 определяет требования ко всем элементам деятельности по удовлетворению запросов потребителя: от

ответственности руководства фирмы и управления ресурсами предприятия до процессов собственно производства продукции, удовлетворяющей потребителя. А весь мир и живет сейчас в условиях полной диктатуры потребителя или, по терминологии Майкла Хаммера, в условиях клиентской экономики.

Но в России правильному пониманию духа системы не помогает даже настойчивое указание в стандарте о необходимости применения процессного подхода. «Организация должна планировать, разрабатывать процессы, необходимые для обеспечения жизненного цикла продукции» (р.7 ИСО 9001-2001). И далее в этом разделе, занимающем почти 50% содержательной части стандарта, довольно детально описаны требования к процессам взаимодействия с потребителями, процессам проектирования и разработки, процессам закупок, процессам производства и обслуживания, процессам управления устройствами для мониторинга и измерений.

Стандарт развил мысль, сформулированную ещё в 30-е годы прошлого столетия Демингом: «возникновение дефектов по ходу процесса на 95% зависит от качества самого процесса и только на 5% от человеческого фактора». Процесс должен быть выстроен таким образом, чтобы работник, совершая какую-либо операцию, не мог выполнить её неправильно. Конечно, в нашей отрасли труднодостижимо полное выполнение концепции ракаюке (защита от дурака), но стремиться к сужению поля возможных ошибок необходимо. И каждый процесс должен иметь своего хозяина, обладающего балансом ответственности и полномочий. Разумеется, разработка процессов требует затрат. Разумеется, затрат требует и постоянное совершенствование процессов, поддержка их современным оборудованием и квалифицированными кадрами. А положительный экономический эффект ожидается в некоем будущем. Вот тут-то и становится ясным, кто в доме хозяин.

Признанный в автомобильной промышленности гуру Ли Якокка выделил в высшем менеджменте предприятий две группы: финансисты, называемые им «крохоборами» и специалисты, нацеленные на инновации. «Они всё время предлагают какие-то новые планы, а «крохоборы» с таким же постоянством ищут причины, по которым делать этого не следует. Если «крохоборы» находятся в меньшинстве, компанию ждёт банкротство. Но если они становятся слишком сильными, компания не будет отвечать рыночным требованиям и станет неконкурентноспособной». Проблемы с балансом этих сил на ряде российских высокотехнологичных предприятий усугубляются приходом на первые роли «чистых» управленцев, этаких универсальных солдат экономического фронта. Согласитесь, лидер, стремящийся создать через 5 лет принципиально новый космический комплекс с 15-летним сроком активного существования, и лидер, стремящийся максимально быстро удвоить доходы, различным образом относятся к вопросам вкладывания средств в структурные преобразования, в научно-технические заделы, в оборудование с длительным сроком окупаемости, в подготовку кадров. Хотя деньги считать надо всем, и крайне необходима система контроля, позволяющая оценить любое действие в виде измеряемых параметров прибылей и убытков предприятия. Для этого, в частности, предназначены ERP-системы, но о проблемах их внедрения в другой раз.

Итак, сформулированные, задокументированные, обязательно исполняемые и постоянно совершенствуемые процессы, охватывающие все виды деятельности предприятия по получению удовлетворяющей заказчика продукции - вот становой хребет системы менеджмента качества. Как её трактует ИСО. Все процессы должны быть полностью детерминированы, контролируемы и поддержаны необходимым для этого оборудованием. И без высказываний в стиле Левши Николая Лескова: «Мы люди бедные и по бедности своей мелкоскопа не имеем, а у нас так глаз пристрелявши». И без спотыкания процессов на неориентированной на них структуре предприятия. Именно из-за влияния на все аспекты жизни фирмы процедур внедрения и поддержания процессного подхода, в стандарте выдвигается требование наличия на самом высоком уровне полномочного ответственного за его внедрение.

А что же происходит, когда внедряют ИСО на российских хайтековских предприятиях? Чаще всего вешают эту задачу на начальника отдела технического контроля, которого производят в зам.генерального по качеству, не особо увеличивая полномочия, и отходят в сторону. И, как правило, начинается создание некой системы, не

пронизывающей всю существующую деятельность, а параллельной. Дополнительной, тягостной нагрузки для всех людей дела. Людей, делающих план. Непонятные новые бумаги. Много бумаг. Толку только мало. Проходит сертификация. Сертифицирующий орган, коих в России больше чем в остальном мире вместе взятом, лояльно изучив груды документов, обычно исправно делает то, что нужно плательщику – выдаёт сертификат. Впитала ли сертифицируемая фирма, её высшее руководство сам смысл и дух системы менеджмента качества, стала ли эта система неотъемлемой частью всей деятельности, каждый ли стал мыслить её категориями - думаю, мало кого волнует. А так как внедрённая система параллельна и, по большому счёту, лишняя, всяческая активность угасает до следующего судного дня. И привычно идёт регистрация брака и поиск виновных. Хорошо, хоть карать стали меньше. Что-то хоть осталось в сознании после всяческих краткосрочных экспресс-обучений. Естественно, мною изложена несколько утрированная картина. На каждом предприятии свои оттенки, но в целом, пожалуй, нигде не получен в полной мере тот положительный эффект, который может быть получен при истинном внедрении системы менеджмента качества.

Второй по очереди изложения, но такой же важный, как первый, аспект – человеческий фактор. Положение с осознанием важности этого двойственное. С одной стороны, всячески обозначается зависимость всей деятельности фирмы от работников, но зачастую как-то специфически. На каждом предприятии ВПК рассказывают какой-нибудь вариант байки о некоем Петровиче, Иваныче, Кузьмиче. Вот не получается нужная хитрая характеристика сдаваемой продукции. План горит, партбилет руководства тоже. И вытаскивается из глубокого запоя этот самый кудесник Петрович. Он чего-то там дёрнет, стукнет, матюкнёт и, вот она, родимая характеристика, как миленькая, в норме. Все спасены, Петровичу выдан премиальный спирт и он вновь отбывает в запой. Это вроде о прошедших временах. Но и сейчас чуть ли не каждый директор трагически-горделиво с перехватываемым дыханием токует: «Эту операцию у меня может делать только один специалист. Как он это делает – выше человеческого понимания. Мы молимся на него». Не молиться надо, а брать пистолет и идти стреляться. Значит, эта фирма не доросла до уровня фабричного производства Англии восемнадцатого века, а находится на уровне кустарного производства с элементами магии. И только очень наивный или очень циничный заказчик несёт на эту кузню Вакулы денежку. Обычно государственную. А на современном предприятии воспроизводиться все процессы должны любое количество раз и без привязки к уникальному специалисту, но безусловно, в расчёте на высококвалифицированный и добросовестный персонал. И вот это-то и есть стратегическая задача: формирование высококвалифицированных кадров. Их удержание, их мотивация на качественный труд.

Мы читаем: «В Тойота-сити создан глобальный центр производственного обучения GPC. Тренинг начинается с азов: на специальных стендах с секундомерами и ноутбуками будущие работники на время надевают шайбы на штыри, заворачивают болты и саморезы...». Мы слышим: «Перед тем, как допустить рабочего к станку, ему десятки часов разъясняют значимость именно его труда для результатов работы фирмы...». Мы видим на экране конвейер той же Тойоты с этой знаменитой верёвочкой со специфическим именем андон. Каждый, кто сомневается в абсолютном качестве своего действия, с её помощью останавливает конвейер. В голове каждого примат качества над количеством. Религия качества. От контроля качества на конечных этапах к обеспечению качественного выполнения каждым работником своей части процесса. О роли персонала в методике организации рабочего процесса много книг выпущено на великом и могучем русском, но с употреблением японских слов – хансей, кайзен, джидока. Имеющий желание, да прочтает. Но у большинства из высшего менеджмента высокотехнологичных предприятий ВПК собственная гордость: «У нас специфика и глупости всё это...». А держалось всё наше качество и в какой-то постоянно уменьшающейся степени держится и сейчас на традиционно сознательном отношении сотрудников, гордящихся продукцией своего предприятия, ощущающих себя полноправным участником его работы, чувствующими ответственность за конечный результат. Но вот только подпитывать надо эту ответственность и это чувство единой команды и достойной зарплатой, и социальным пакетом, и заботой о развитии каждого.

И, наконец, третий аспект. Роль заказчика в обеспечении качества высокотехнологичной продукции. Ведь, как правило, она изготавливается именно по конкретному заказу конкретного заказчика. Опять начну с примера. Ведущая европейская организация – оператор спутниковой связи Евтелсат получает доход от эксплуатации своей орбитальной группировки из десятков спутников связи. Поэтому она очень обстоятельно, по-хозяйски, подходит к заказу за свои собственные деньги новых КА и к сопровождению своих заказов. И средств на это не жалеет. Для каждого заказа собирается со всего мира специальная группа высококвалифицированных, имеющих опыт непосредственной работы в космической промышленности, экспертов по составным частям спутника. Эта группа проводит регулярные и внеплановые инспекции на завод-изготовитель и к его контрагентам, а при необходимости и к контрагентам контрагентов. Детально рассматривается выполнение каждого этапа и только при устранении всех блокирующих замечаний принимается решение о платеже, предусмотренном планом платежей. План платежей, кстати, составляется на весь проект без всякой привязки к бюджетным годам. На всё время проекта на заводе-изготовителе во всей деятельности участвует постоянный представитель Евтелсата. Хотя в одиночестве он пребывает крайне редко. Визиты экспертов очень часты, они действительно с пониманием вникают во все процессы и ответственно принимают взвешенные решения, учитывая и технику, и деньги, и сроки. Затратный механизм, но эффективный. В конце тяжёлых для России 90-х Евтелсат таким образом обеспечивал создание для себя российского спутника Сесат, который успешно работает уже более 7 лет и так как Евтелсат уверен в его качестве для его замены заказан спутник W7, который будет изготовлен на одной из западных компаний как раз к концу расчётного десятилетнего срока службы Сесата. Евтелсат заказывал его для себя и сделал всё, не жалея своих сил, чтобы спутник оправдал вложение средств.

А как складывается ситуация с российскими заказчиками? По-разному. От ситуации формально весьма близкой к примеру с Евтелсатом, только с несравненно меньшими затратами и, следовательно, малоэффективным контролем процессов, до весьма оригинального подхода, когда заключает контракт и платит одна организация, постоянно представляет интересы заказчика на предприятии совсем другая, эксплуатировать будет третья, а пользоваться возможностями заказываемой системы – четвёртая. Ещё множество совсем других организаций контролируют правильность применения компонентов, научно-технический уровень решений и тому подобное. И общий руководитель у этих организаций безнадёжно высоко. Такая схема в идеальном мире, видимо, может работать, но в ней заложена масса предпосылок для формальных подходов, главенства локальных интересов, отчуждения от конечной цели – получения в срок качественной продукции.

Итак, всё плохо? Да, по-моему, некий кризис имеется. Но любой кризис потенциально является поворотным пунктом, началом подъёма. Поэтому опустим первую часть любимого российского вопроса и сразу зададим вторую: «Что делать?» Мне кажется, надо немедленно начинать с первых руководителей предприятий. Необходимо им разъяснить, необходимо их убедить, необходимо их обучить главному в современных условиях делу первого руководителя: организации эффективной, а значит, безусловно, удовлетворяющей по всем параметрам заказчика, работы предприятия. Вот здесь и нужны усилия на уровне отрасли. Нет пророка в своем отечестве – нужно привлечь западных знатоков, имеющих опору на реальный положительный опыт. А пока первым лицам очень не хочется кардинально что-либо менять на своих фирмах. Страшно. И ближайшие сподвижники тоже против. Вот выпустить приказ об усилении и улучшении, вот создать еще одну службу контроля – это пожалуйста. Так и идет имитация деятельности, пока не грянет гром полного разрушительного кризиса и заниматься придется не настройкой фирмы, а попыткой ее строительства из развалин.

Есть ряд срочных и актуальнейших задач. Организация методичного наведения порядка во всех процессах с возможными соответствующими изменениями структуры предприятия, уменьшающими проблемы на стыках процессов, перераспределениями полномочий. Организация контроля процессов создания контрагентами качественных комплектующих. Организация роста квалификации персонала и постоянное совершенствование системы мотивации эффективного, а значит качественного, труда.

Огромная постоянная работа, задевающая привычки и интересы многих, требующая абсолютных финансовых и кадровых полномочий. Трудно, просто невозможно её совместить с непрерывной оперативной деятельностью по решению текущих производственных проблем. Так может, всё же главная задача первого лица строить фирму, а уж фирма должна строить качественную продукцию?

В заключение кратко ещё раз сформулирую, что не имеет смысла отдельная задача повышения качества продукции за счет увеличения контрольных функций, развешивания призывов, ужесточения наказаний и т.д. Есть острейшая и очень многогранная задача организации эффективной работы предприятия, обеспечивающей выполнение всех требований заказчика. Промышленные лидеры мира, похоже, это поняли довольно давно. Реально внедрив единую методологию управления производством, изложенную в стандартах серии ИСО 9000, далее развивают процессный подход в принципы бережливого производства (lean production). Идёт постоянная борьба за снижение собственных затрат при безусловном выполнении всех требований заказчика. Наши запасы по низкой себестоимости кончаются, запасы терпения наших заказчиков тоже. Пора догонять.

*Научно-технический журнал «Электроника:НТБ», Изд. РИЦ «Техносфера»,  
Москва, №7(81), 2007*

### **Космические проблемы электроники: перед употреблением – взболтать**

В.В.Хартов

О проблемах с электронной компонентной базой (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 тяжёлых заряженных частиц. По каждому виду дополнительных испытаний разработаны – и продолжают разрабатываться и совершенствоваться – специальные методики, закупается специальное 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. Надёжность 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 суммарные потери времени и средств неизбежны. Но этот 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 всё 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 заключается в использовании 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 тяжёлых заряженных частиц, а высокая надёжность 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 жёсткой привязки поставляемых ЭКБ к конкретной программе.

Эти проблемы, а также следование принципу «максимальной эффективности при минимальных затратах и допустимых рисках», привели к волне применений в бортовой аппаратуре КА импортной ЭКБ коммерческого назначения. При этом к ним 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 применённых составных частей и материалов» и т.п., впрочем, как и чёткая привязка к конкретной производственной линии, результаты исследований отдельных элементов не обязательно полностью применимы ко всей группе. Всё это касается и радиационной стойкости, которую приходится доказывать на отдельных экземплярах из каждой закупленной группы ЭКБ. В надежде – опять же! – что элемент, впаянный в лётный прибор, будет не хуже испытанного. На что никаких гарантий нет.

Конечно, разрабатываются всё более совершенные методики, закупается всё 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 ЭКБ ИП стоимостью в 1,4 млн. руб. потребовала на сертификацию около 2 млн.руб, а на проверку радиационной стойкости – 7 млн. Такая ситуация выгодна различным ИТЦ, но в целом для отрасли – это тупик.

Самое неприятное, что в применении изложенных подходов изготовитель космического оборудования остаётся 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 созданные 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 самостоятельного 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 идёт 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 надёжности, радиационной стойкости и стойкости к воздействию тяжёлых 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. Социалистическое же отношение к потребителю в радиоэлектронной же отрасли продолжается отношение к потребителю, как при социализме.

Первый вице-премьер РФ, председатель ВПК Сергей Борисович Иванов на совещании по проблемам электронной промышленности с членами Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ еще 11 сентября 2006 заявил, что «реализация стратегии позволит до 50% снизить использование импортных комплектующих в военной и специальной технике». Таким образом, 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 всём 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 передаёт свои САПР в российские университеты. Компания Aeroflex направляет представительные команды в Сибирь для продвижения своего продукта. Российские компании в таких деяниях замечены не было. 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.

Следствием полного пренебрежения отечественных предприятий к потребителю является и качество продукции, точнее – его отсутствие. Трещина на кристалле, грязь на поверхности кристалла, коррозионное разрушение металлизации – вот примеры заключений по результатам разрушающего физического анализа элементов. Заметим, элементов, прошедших на заводе-изготовителе все этапы контроля и проданных потребителю. Апофеозом борьбы за качество уже купленного товара является 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 поставленной заказчику высокотехнологической продукции что-то лишнее и болтающееся. Впору 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 работников, имеющих опыт работы на традиционных российских автозаводах. Боюсь, аналогичное правило актуально и для электронной промышленности. Работники, которые считают

допустимыми нарушение сроков замены фильтров, упрощение операций по настройке, 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 удалённых от центра районах. Где чистый воздух, вольная вода, минимальные налоги и избыток трудовых ресурсов, а рядом новый же посёлок 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 Росси на упрочнение позиций в космической области выполнимы только при планомерном и постоянном расширении доступа к отечественной высококачественной ЭКБ. Причем ЭКБ, изначально спроектированной радиационностойкой и устойчивой к тяжёлым 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 среду 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 полноценной работы механизма взаимодействия заказчика и производителя. Других эффективных механизмов просто не существует.

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 неустанно думать об этом и решать эти 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? Возможно, но при продуманных правилах игры это может сработать. Но, конечно, возможны и иные подходы. Важно только что бы в центре внимания был главный целевой показатель – уровень независимости государственных программ.

О важности правильного выбора целевых показателей я в очередной раз 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. Её 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.

*Научно-технический и производственный журнал*

*«Авиакосмическое приборостроение»*

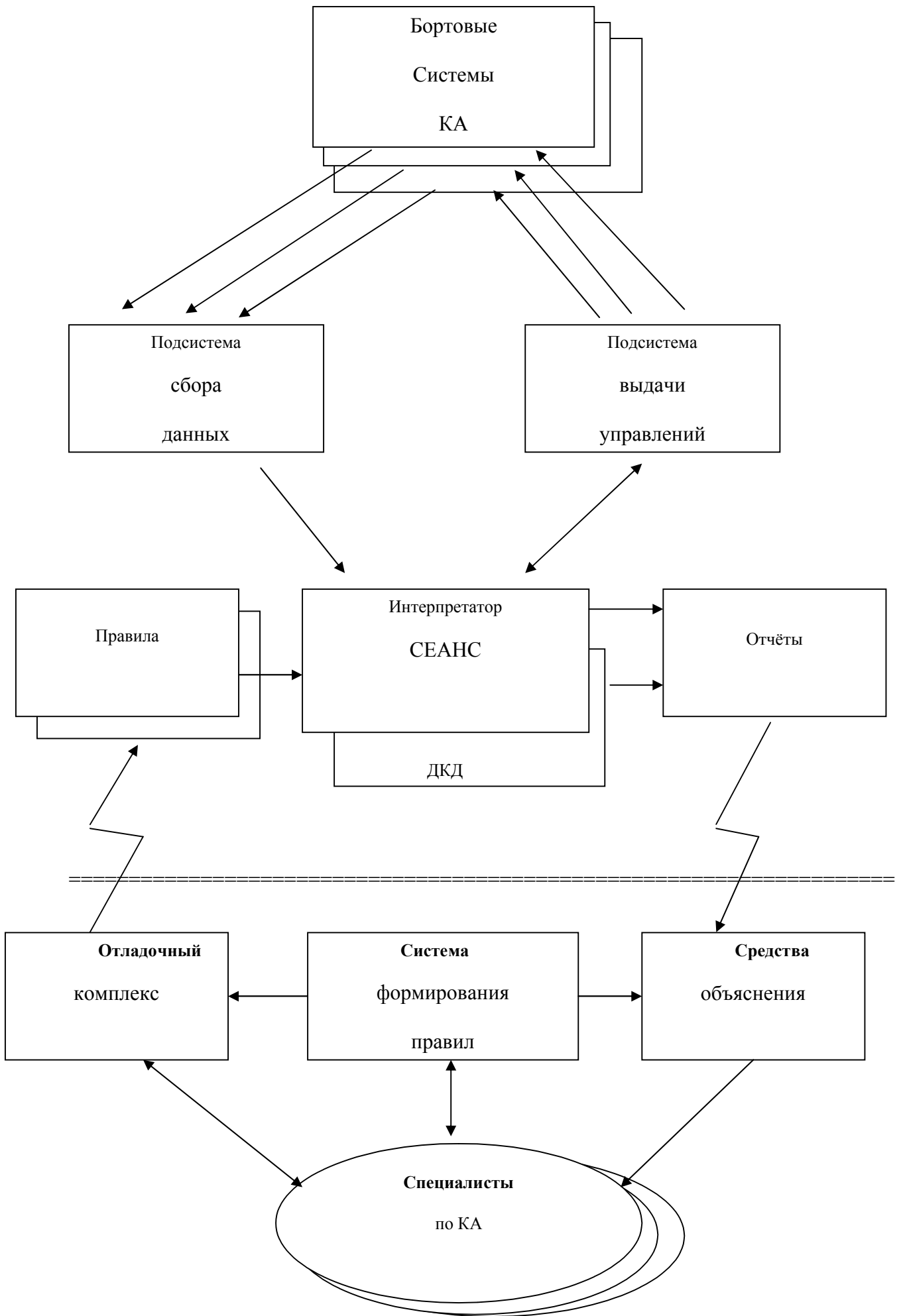
*изд. «Научтехлитиздат», Москва, №6, 2006*

**Автономное управление космическими аппаратами связи, ретрансляции и навигации**

В.В. Хартов

Рассматриваются проблемы автономного принятия решений по управлению космическими аппаратами связи, ретрансляции и навигации (КА). Обосновывается целесообразность применения на современном этапе бортовых интерпретаторов правил принятия решений, подготавливаемых непосредственно специалистами по бортовому комплексу управления при создании КА и уточняемых ими в процессе всего длительного срока активного существования. Приводится пример реализации системы автономного управления и опыт её применения.

This document contains consideration of autonomous taking decision problems of communication, retransmission and navigation spacecrafts control and support of appropriate use of on-board interpreters of taking decisions rules which are prepared directly by on-board control system experts during a spacecraft development and can be defined more precisely by them over a long period of the spacecraft life-time. In this document an example of the autonomous control system implementation and description of its operational experience are given.



*Средства реализации автономного управления*

## **Необходимость автономного управления КА**

В современном космическом аппарате связи, ретрансляции и навигации при выполнении совокупности целевых задач работают сотни бортовых приборов и программ. Процессы их функционирования являются в общем случае параллельными асинхронными и взаимосвязанными. Взаимосвязанными либо по участию в реализации различных функций КА, либо по использованию общих весьма ограниченных ресурсов бортовых систем электропитания, терморегулирования, управляющего вычислительного комплекса. Таким образом, в течение всего срока активного существования необходимо решать задачу определения множества управляющих воздействий, необходимых для набора и поддержания требуемой для реализации конкретной бортовой функции конфигурации бортовых средств. Задача решается в соответствии с планом целевой работы и информацией о текущем состоянии КА на основании знаний об устройстве КА.

Традиционным и широко применяемым до сих пор является метод командного телеуправления, который реализуется с привлечением наземного комплекса управления (НКУ) для анализа состояния КА, выработки решений о выдаче соответствующей совокупности управляющих воздействий и выдачи на борт управляющих воздействий в реальном времени.

В этом случае, в течение всего срока активного существования КА с ним непрерывно должен работать комплекс наземных средств, включающий в себя станцию приёма с КА телеметрической информации и выдачи на борт командно-программной информации, линии связи этой станции с центром управления полётом (ЦУП), средства ЦУПа по обработке и представлению телеметрической информации, по формированию и выдаче командно-программной информации. Естественно, постоянно в состоянии полной готовности должен находиться персонал, хорошо владеющий всей эксплуатационной документацией и способный быстро и ответственно принимать решения о выдаче управляющих воздействий. Но и в этом случае речь может идти о реакции на изменение ситуации на борту не ранее чем через несколько минут. Возможно улучшение характеристик средств реализации метода телекомандного управления за счёт разного рода компьютерной поддержки процессов принятия решения оператором, но такие недостатки, как дополнительные потери времени на обмен между КА и ЦУПом, как зависимость устойчивости и живучести целиком системы спутниковой связи от отказоустойчивости и уязвимости средств наземного комплекса управления (НКУ), как постоянные, в течение 10-15 лет, затраты на поддержание непрерывной работы специально выделенных только для данного КА средств НКУ, являются органически присущими данному методу.

Кардинальным решением проблемы является перенос принятия решений об управляющих воздействиях на бортовые средства, с оставлением за НКУ только выдачи указаний о выполнении требуемых функций. Таким образом, для улучшения экономических и надёжных характеристик процессов управления КА необходимо применение методов автономного управления, позволяющих уменьшить степень привлечения средств НКУ до величины, определяемой эффективностью этих методов. А эффективность автономного управления зависит от полноты и корректности хранящихся на борту необходимых для принятия решений знаний и от характеристик механизма принятия решений в условиях ограниченных бортовых вычислительных ресурсов.

### **Анализ возможных подходов к реализации средств автономного управления**

В настоящее время всё чаще и чаще можно увидеть какое-нибудь изделие даже бытовой техники, обладающее по мнению изготовителя искусственным интеллектом и соответственно украшенное красивой аббревиатурой “AI” – Artificial Intelligence - искусственный интеллект.

Где грань между чистой спекуляцией на модном понятии AI и реальным приближением к разумным устройствам, сказать трудно. Ввести в процессор пылесоса простейшие алгоритмы автоматического регулирования или для тех же функций обучить специальную нейронную сеть – разница, с точки зрения пользователя, скорее всего будет заметна только в цене пылесоса. При честном подходе производителя, конечно. Но скепсис по поводу понятия AI возможен только для упомянутых примитивных областей его использования.

Существует широкая гамма приложений, действительно требующая внедрения искусственного интеллекта. Это и самые разнообразные процедуры распознавания образов (от определения личности до обработки радиолокационных данных), это и целенаправленное поведение всякого рода роботов в заранее принципиально не определяемых ситуациях, это и обработка многомерных результатов исследований.

Примеров таких задач привести можно много, и видимо обоснованно уже более 20-ти лет такие крупнейшие фирмы, как General Electric, AT&T, Siemens, Intel прикладывают колоссальные усилия для достижения прогресса в этой области как в милитаристских приложениях, так и в приложениях более массового использования.

Теоретические основы исследований базируются на трёх основных направлениях: генетические алгоритмы (genetic algorithms), нечёткая логика (fuzzy logic), нейронные сети (neural networks). Наибольшие результаты, если судить по открытой печати, достигнуты как раз в области нейронных сетей. Искусственная нейронная сеть это совокупность искусственных нейронов, связанных между собой в определённом порядке. В свою очередь, искусственный нейрон это нелинейный пороговый сумматор, имеющий один выход и множество входов. Функция активации нейрона задаёт нелинейность преобразования результата суммирования. Связи между нейронами характеризуются весовыми коэффициентами, представляющими собой содержимое памяти нейронной сети. Детально это изложено у Дж. Шэнгла, например в [1], или в посвященной теоретическим основам искусственного интеллекта работе [2]. Здесь только хочется подчеркнуть необходимость обучения нейронной сети. Процесс обучения в основном состоит в целенаправленном изменении весовых коэффициентов, которые в начале обучения имеют некие случайные значения. При обучении обучающий многократно предъявляет на вход характерные примеры добиваясь получения на выходе желаемого отклика сети. При этом происходит самоадаптация весовых коэффициентов. О готовности сети к практическому применению свидетельствует вхождение среднеквадратичной ошибки выполнения тестов в заранее определенные рамки. Но, как сформулировано в [3] "...чтобы нейронная сеть обучалась быстро и корректно, необходимо знать массу секретов и уметь ими пользоваться, иначе можно наблюдать стагнацию среднеквадратичной ошибки, указывающую на то, что нейросеть толком не обучится никогда".

Теперь о КА связи как возможной области применения. Это не экспериментальные или исследовательские аппараты, это элементы глобальных коммерческих, правительственных или военных систем связи. За каждым перерывом в целевой работе одного спутника стоят потери многих сотен и тысяч потребителей с соответствующими претензиями к владельцу системы связи. А уж полная потеря спутника стоимостью многие десятки миллионов долларов вообще крайне тяжела даже для мощных компаний-операторов и их страховщиков. В этом случае кажутся несколько неуместными принципы обучения и самообучения методом проб и ошибок. Речь может идти только о насыщении нейросети знаниями экспертов до начала эксплуатации. Но и в этом случае сохраняется недостаточный уровень доверия к надёжности принимаемых в полете решений, вызванный отсутствием полностью определённой, задокументированной и утверждённой процедуры принятия каждого решения и соответствующими проблемами с ответственностью, с персональной ответственностью.

Принципы обучения нейросети на примерах вообще не очень подходят для данной предметной области, так как из-за ограниченного в любом случае количества используемых примеров всегда есть вероятность, что при десятилетней работе КА возникнет неучтённая при обучении комбинация и нейросеть сделает грубые ошибки. Видимо именно поэтому привлечь организации, создающие и эксплуатирующие коммерческие КА, к использованию искусственного интеллекта оказалось очень

трудно[4]. И это несмотря на то, что ещё с конца восьмидесятых годов сразу несколько западных фирм, включая такие известные американские фирмы, как Al Solitions, Altair Aerospace Corp, Interfase and Control Systems, Raytheon Space Systems и Allied Signal Technical Services, начали работы по реализации идей искусственного интеллекта в виде программных средств, обеспечивающих автоматизацию принятия решений по управлению КА.

Вообще метод получения знаний необходимых для автономного управления КА посредством обучения нейронной сети представляется несколько нелогичным. При проектировании и отработке даже самых сложных КА коллектив специалистов обладает максимально полной суммой совершенно детерминированных знаний о КА, как об объекте управления, позволяющих спроектировать однозначные алгоритмы реагирования на ситуации. Конечно, размерность задачи может быть весьма большой, но это означает только лишь то, что нужно уделять достаточное внимание механизмам обобщения, структурирования и представления этих знаний в удобной для использования при эксплуатации форме, а не относиться к КА как к некоему “черному ящику” и повторно порождать со всеми издержками, о которых говорилось выше, эти знания в процессе обучения нейросети.

Возьму на себя смелость высказать следующее мнение: для автономного управления КА связи, ретрансляции и навигации задача создания бортовых систем искусственного интеллекта сегодня не является самой актуальной. При классическом толковании интеллекта М. Минским как универсального сверхалгоритма, способного самостоятельно создавать алгоритмы решения конкретных задач [5]. Сегодня усилия должны быть направлены прежде всего на создание средств извлечения на всех этапах создания и эксплуатации КА знаний разработчиков КА в виде четко определенных правил принятия решений, средств проверки совокупности правил на полноту, непротиворечивость, эффективность, на разработку компактных бортовых структур представления правил и соответствующих бортовых интерпретаторов реального времени. Это непростая задача. Как справедливо замечено в работе Н.П. Кириллова [6], на сегодняшний день исходная информация о правилах представляется в основном в виде их вербальных описаний имеющих, как правило, выраженный фрагментарный характер и недостаточно хорошо конкретизированные причинно-следственные закономерности, обуславливающие структурные взаимосвязи этих фрагментов, правила их активации и последовательности использования. Формализация, структуризация и использование правил по управлению КА - это неотъемлемая часть технологии информационной поддержки изделия или CALS-технологии.

Разумеется, и в этом случае работа при управлении КА идёт на поле предусмотренных ситуаций, поэтому вопросы удобства извлечения знаний у специалистов, вопросы имитационного моделирования как средства проверки правил, вопросы дополнения правил на всех этапах жизненного цикла всего семейства КА очень важны. Изложенные выше рассуждения о необходимости структурирования, формализации, обеспечения полноты и непротиворечивости правил принятия решений бортовыми системами автономного управления в целом применимы и к правилам, используемым наземными компьютерными средствами принятия решений или персоналом ЦУП, но это выходит за рамки данной статьи.

Так как полностью исключить непредусмотренные ситуации нельзя, для их парирования на борту должен быть предусмотрен независимый и простой механизм перевода КА в безопасное состояние сохранения живучести вплоть до полного прекращения целевой задачи и сохранения положительных балансов по энергии и теплу до того момента, пока специалисты по КА уже с НКУ выдадут необходимые управляющие воздействия и дополняют бортовые правила, как на данном КА, так и на аналогичных, уменьшив таким образом вероятность возникновения впредь непредусмотренной ситуации. Хотя конечно, с увеличением срока активного существования КА до 15 и более лет резко обострилась необходимость своевременного, на пике знаний, полного отчуждения максимального объема знаний от каждого конкретного специалиста. Стала особо актуальной проблема создания полноценной базы знаний о КА, содержащей в том числе и те нюансы, которые инженеры склонны оставлять

в своих блокнотиках или головах. Поднимем ночью (а все ЧП с КА случаются в самое неудобное время) человека, спроектировавшего эдак лет 18 назад бортовую систему, и зададим ему вопрос о тонкостях в работе КА. Мы услышим, видимо, много всяческих слов, но не про КА, а про нас. Это важная проблема (проблема человеконезависимых баз знаний о КА) требует отдельного разговора, поэтому вернемся к проблемам автономного управления.

Разумеется, все правила принятия решений на борту могут быть представлены в виде многочисленных древовидных алгоритмов бортового программного обеспечения (БПО). В этом случае необходимо, как для создания начальной версии, так и для любого изменения и дополнения, привлечение специалистов по программированию и выполнение соответствующих процедур отработки БПО. Кроме этого, в соответствии с выкладками Холстеда[7], минимальный объём требуемой памяти обеспечивается при использовании в процессе принятия решений типовых алгоритмических процедур, т.е. в нашем случае при построении правил на основе типовых конструкций. Поэтому применение прямой программной реализации механизмов принятия решений обоснованно, либо при необходимости использования специализированных процедур узкого применения, реализация которых в виде типовых нецелесообразна, либо при жёстких временных требованиях, превышающих возможность бортовых интерпретаторов правил.

### **Реализация средств автономного управления**

В космических аппаратах НПО прикладной механики им. академика М.Ф. Решетнёва наряду с многочисленными алгоритмами по автономной реконфигурации, реализованными в программном обеспечении бортовых систем, уже более двадцати лет применяются и бортовые программные комплексы автономного контроля, диагностики и управления (далее по тексту – автономного управления). Интерпретатор правил “Дежурный контроль и диагностика” (ДКД) оптимизирован на обнаружение и парирование возникающих отказов, а интерпретатор СЕАНС – на решение задач автономного управления. Общая функциональная схема средств реализации автономного управления приведена на рисунке 1.

Разработка правил как для интерпретатора СЕАНС, так и для интерпретатора ДКД, осуществляется непосредственно специалистами по КА с помощью специально созданного языка, максимально использующего понятия именно специалистов по управлению. Система формирования правил обеспечивает “дружелюбный” интерфейс и возможность отдельного формирования фрагментов знаний различными пользователями с последующим формированием массивов правил для ДКД и СЕАНСА. Затем происходит преобразование правил в компактные бортовые структуры.

Верификация правил осуществляется на отладочном комплексе. Основу его составляет программный имитатор КА, включающий в себя программные модели всего бортового оборудования и штатное бортовое программное обеспечение, работающее в среде программной модели бортового вычислительного комплекса.

Прошедшие отработку правила закладываются в память бортового вычислительного комплекса в процессе изготовления КА и изменяются, дополняются по командно-программной радиолинии при работе КА на орбите.

Бортовые структуры правил для интерпретатора ДКД организованы в виде совокупности матриц векторов состояний и связанных с ними последовательностей управляющих действий. Правила для интерпретатора СЕАНС на борту представляются в виде специально определённой макросети, обеспечивающей однозначное описание многошаговых и взаимосвязанных процедур анализа параметров бортовых систем и принятия решений о выдаче управляющих воздействий.

Интерпретатор ДКД осуществляет логический вывод о выдаче управляющих воздействий в прямом направлении – от данных к заключению об истинности гипотезы. Инициализация вывода осуществляется циклически с индивидуальным периодом для каждого вектора, либо по завершению реализации ранее сформированной диаграммы выдачи управляющих воздействий.

Интерпретатор СЕАНС осуществляет логический вывод о выдаче управляющих воздействий в обратном направлении – на основании заданной цели управления анализируется набор параметров бортовых систем и параметров памяти процессов, необходимый для принятия решений о выдаче управляющих воздействий. Инициализация анализа каждой группы логических последовательностей осуществляется либо по задающим цели управления командам из программы автономной работы КА, формируемой операторами КА, либо по завершению реализации управляющих воздействий предыдущего шага управления.

Подсистема сбора данных о состоянии КА обеспечивает повышение достоверности значений параметров бортового оборудования, используемых при принятии решений.

Подсистема выдачи управлений обеспечивает реализацию временных диаграмм, включающих в себя как управляющие воздействия на бортовые системы, так и указания на инициализацию конкретных правил.

Интерпретаторы, в процессе своей работы, формируют в памяти бортового вычислительного комплекса отчётные массивы, содержащие привязанную к бортовому времени информацию о значениях параметров и об идентификаторах правил, на основании которых было принято решение о выдаче управляющих воздействий. При сеансах связи КА с наземным комплексом управления отчёты по телеметрической радиолинии передаются на средства обработки и представления отчётов, которые, на основании сжатых бортовых отчётов и данных об используемых правилах, обеспечивают развёрнутые объяснения выполненных на борту КА автономных действий.

Средства автономного управления, реализованные на принципах разделения машины вывода и базы знаний, по формальным признакам могут быть отнесены к экспертным системам реального времени, компоненты которой распределены между наземным комплексом и КА. Разумеется, для доведения этих средств до полноценной экспертной системы необходимо усовершенствовать практически все компоненты. В частности, ввести иерархию правил, увеличить мощность интерпретаторов, автоматизировать процессы анализа правил на полноту и непротиворечивость. В этих средствах не происходит самостоятельного порождения новых знаний, новых правил, поэтому к ним неприменим термин “искусственный интеллект” в его классическом понимании. Хотя можно вспомнить поведенческое (функциональное) определение А.Тьюринга [8]. Если при дистанционном диалоге человека с компьютером, который имитирует человека, реакции машины при обмене информацией не позволяют сделать вывод об отсутствии человека – значит она мыслит. Если сузить информационный обмен только до области управления КА, имитация реакций специалиста по управлению с помощью бортовой системы принятия решений – вполне реальная задача. Вопрос только в полноте правил. Прерывая терминологическую дискуссию и несколько расширенно трактуя классификацию, приведенную Ю.В. Тюменцевым в [9], КА с подобными средствами автономного управления отнесем к роботизированным системам, в которых обязательным элементом является человек, предварительно передавший на борт свои знания в виде правил автономного принятия решений, ставящий перед КА цели и дополняющий при необходимости бортовые правила.

Представленные выше средства автономного управления были использованы и используются в настоящее время на 35 созданных в НПО ПМ для различных заказчиков КА связи, ретрансляции и навигации. К моменту готовности КА к запуску количество правил автономного принятия решений достигает нескольких сотен. В процессе эксплуатации это количество обычно увеличивается ещё на 20-30%, так как возможность разработки новых правил непосредственно специалистами по бортовому комплексу управления делает средства автономного управления и контроля основным и эффективным средством ремонта и улучшения характеристик КА в течение всего, более чем десятилетнего срока активного существования на орбите.

## Заключение

В Федеральной космической программе на 2006-2015 годы указано, что должны быть “разработаны и внедрены новые экономичные технологии управления космическими аппаратами, снижены затраты на управление космическими аппаратами”.

Одним из способов достижения этой цели является увеличение автономности КА. Безусловно, в рамках решения этой задачи должны вестись очень интересные и наукоемкие работы по применению искусственного интеллекта, возможно совершенно необходимого для многоспутниковых автономных систем завтрашнего дня, но нельзя забывать и о сугубо прикладных бортовых системах принятия решений, использующих бортовые представления детерминированных знаний экспертов-специалистов по КА.

Развитие этих систем и совершенствование технологических средств формирования правил принятия решений, более широкое применение их при эксплуатации КА уже сегодня может существенно улучшить характеристики российских космических систем.

## Список литературы

1. Шэндл Дж. Нейронные сети – на пути к широкому внедрению// Зарубежная радиоэлектроника. 1993. №15, стр.23-30.
2. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы//В кн.:Горячая линия. 2004.
3. VAN Персональный интеллект// Компьютерра.2002. №20.
4. Spase News. 1999. 29/XI. Vol. 10, N45, p.68.
5. Минский М. Фреймы для представления знаний М., Энергия. 1979
6. Кириллов Н.П. Некоторые результаты структурно-функционального анализа процессов принятия решений по управлению функционированием технических систем // Авиакосмическое приборостроение. 2002. №5.
7. Холстед М.Х. Начала науки о программах.-М: Финансы и статистика,1981.
8. Тьюринг А.. Может ли машина мыслить? М. ГИФМЛ., 1960
9. Тюменцев Ю.В. Интеллектуальные автономные системы// Авиакосмическое приборостроение. 2004. №10.

*Газета НПО ПМ 2004 г.*

В.В. Хартов

## Наше дело

В современных условиях у каждого правильного предприятия две стратегические цели и обе самые главные и самые первые:

- экономическая эффективность работы предприятия;
- удовлетворённость персонала своей работой и ее оценкой.

Это взаимосвязанные и абсолютно взаимно необходимые условия - без одного невозможно достичь другого.

Наше предприятие успешно работает исключительно благодаря наличию специалистов по космическим системам и металлообработке, по небесной механике и снабжению, по электростатическому разряду и финансам, по управлению предприятием и программированию, по массе других самых разнообразных областей знаний и умений. «Головы» и «руки» прошли длительный путь формирования, обучения, накопили опыт и, как результат, контракты выполняются, и наши космические аппараты успешно бороздят околоземное пространство.

Других положительных факторов, к сожалению, немного. Географическое положение не самое выгодное, климат не самый тёплый, основная масса зданий и оборудования не самые свежие. Внешняя среда обитания нашего предприятия стала очень интересной, потенциально дающей широкие возможности, но и очень жестокой. Раньше она, пожалуй, давала некие гарантии защищенности. Были учреждения и конкретные лица на всех уровнях властных структур, которым было не всё равно, есть ли у НПО ПМ работа, получают ли его работники вовремя зарплату, есть ли у фирмы перспективы.

Теперь поддержание предприятия на плаву является практически исключительно задачей самого предприятия.

Всем нам предстоит осознать и психологически освоить эту суровую реальность - наше процветание зависит только от нас. Понятие “наше процветание” опять же имеет два неразрывно связанных аспекта: процветание предприятия и процветание каждого из нас.

Что мы имеем сегодня? На одного работающего нам удаётся заработать и получить у наших заказчиков около 200 тысяч рублей в год. В близком по роду деятельности Astriume на одного человека зарабатывается около 200 тысяч евро. Соответственно различаются возможности наших фирм по уровню заработной платы, по величине средств, вкладываемых в модернизацию производства, в перспективные научно-технические проработки, в обеспечение новых заказов. А ведь работаем мы практически на одном рынке, во всяком случае, по гражданским заказам. Эффективность работы нашего объединения, а предельно упрощённо её как раз можно оценить количеством полученных от заказчиков денег в пересчёте на одного работающего, и есть самый обобщённый и главный фактор нашего благополучия.

У повышения эффективности работы предприятия много аспектов:

- это и увеличение количества заказов; это и балансирование на предельной их стоимости;
- это и технически и экономически обоснованное снижение доли труда наших смежников;
- это и повышение эффективности собственно нашего труда.

Стратегическую задачу нашего предприятия можно сформулировать следующим образом: постоянное повышение объёма заказов с оптимизацией затрат на внешние организации и с повышением эффективности внутренней деятельности, обеспечивающей выполнение большего объёма работ без увеличения численности работающих.

В данном случае, остановлюсь только на одном факторе повышения эффективности внутренней деятельности, на аспекте, с которого начинается эта статья, - на человеческом факторе.

В XIX веке Гюстав Флобер написал в письме Жорж Санд: «L’homme c’est rien, l’oeuvre - c’est tout». «Человек ничто, дело – всё». Весь XX век это заблуждение доминировало во всём мире, а у нас в стране - особенно. Командно-административный стиль, слова “надо”, “умри, но сделай”, “любой ценой”, “я начальник - ты дурак” - этим атрибутам процессов использования человеческого ресурса в XXI веке места нет и особенно на нашем предприятии. Мы делаем чрезвычайно высокотехнологическую продукцию, а в современном производстве практически ни одна технологическая операция не может быть выполнена бездумно, и мы все зависим от способности каждого работника использовать на своём рабочем месте свои знания, навыки и опыт в решении проблем, о которых его начальник имеет, в лучшем случае, только самое общее представление.

Современные авторы дают определение работы как действие по собственному усмотрению для достижения цели. Только самый примитивный ручной труд может быть полностью регламентирован, управляем и контролируем начальником. Роль лидера - обеспечить наличие у подчинённых знаний, умений, навыков, подготовки и желания, необходимых для качественного выполнения его функций. Всякого рода обучение - это задача не управления по работе с кадрами, а одна из главных задач руководителя.

Теперь о желании, точнее о создании условий, благоприятных для интенсивной работы. Материальное стимулирование. Выкопал одну яму - сто рублей, выкопал две - двести. Справедливо и подталкивает к совершенствованию приёмов работы и увеличению интенсивности труда. Но мы, к сожалению, не ямы копаем. Разработка логики функционирования космического аппарата, сборка сложного узла, поиск отказа и т.д. - очень плохо нормируемые операции, особенно если учесть, что качество их выполнения полностью лежит непосредственно на исполнителе и вся рать контролёров бессильна вовремя ему помочь.

Другой подход - от усидчивости. Просидел человек за проходной по 12 часов 7 дней в неделю - соответственно получил. Что делал и как делал - вопрос. Насколько быстро думал, насколько обучен и подготовлен, самый ли лучший инструментальный

применял и т.д. и т.п. Например, простейшее действие: набрать текст в компьютере. Можно годами тыкать, как заторможенный дятел, одним пальцем, можно затратить усилия и с помощью одной из программ-тренажёров выучиться десятипальцевому методу печати вслепую и в десятки раз сократить затраты времени на ввод текстов. Можно применить массу средств малой механизации своего труда. Можно, если в этом есть смысл. Если от этого зависит оценка труда. Ковыряться потихонечку, обозначая важность своего труда, создавая вокруг проблемы и, вот они - переработки и увеличение получаемых денег. Я уж не говорю про совсем бесчестную ситуацию превращения своего рабочего места в игровой зал, да ещё и с получением при этом за переработку. Это просто вид воровства.

Итак, безвыходное положение по справедливой материальной оценке труда. Безвыходное для любой системы формальной оценки. В ямах или в часах. Остаётся только субъективная оценка непосредственного руководителя. Только ему в полной мере видны и квалификация, и рвение, и степень одарённости. Полной справедливости оценки ждать трудно, но, как говаривал классик: “Нет справедливости на земле, впрочем, нет её и на небесах”. Лучшего механизма нет. Тот, кто отвечает, в том числе материально, перед вышестоящим руководителем за порученную работу, заинтересован в максимальной эффективности работы сотрудников своего подразделения. Для нашего высокотехнологичного занятия на мой взгляд ежедневный торг по поводу любого действия неуместен и наиболее подходит следующая схема: по итогам года руководитель оценивает все аспекты деятельности подчинённого (объём и качество выполненной работы, рост квалификации, творческие способности, отношение к работе, ответственность и т.д. и т.п.) и определяет уровень заработной платы на следующий год. Для повышения достоверности оценки в течение года должны фиксироваться все производственные задания с оценкой их выполнения. Возможно, полезным будет и изложение самим работником своего видения заслуг в течение года в виде некоего резюме. Процесс будет непростой и, возможно, конфликтный. Человеку редко дано объективно оценивать свои заслуги, а руководителю быть беспристрастным. Могут быть апелляции к вышестоящим руководителям, профсоюзу и т.д. Но это один раз в год. Зато весь остальной год можно думать о работе и зарабатывать очки к следующему судному дню.

Не хлебом единым жив человек. Мы делаем спутники, и каждый из нас должен ощущать себя членом единой команды, которой посчастливилось заниматься столь значимым делом. Причём именно каждый, который, может, и в глаза никогда не видел спутника, но всякий на нашей фирме занят делом, вливающимся в общее дело создания космических систем. Вспоминается старинная притча про трёх каменщиков. Все делают совершенно одинаковую работу - кирпич к кирпичику. На вопрос: “Что ты делаешь?” - все ответили по-разному. Первый: “Кирпич кладу”. Второй: “Стенку делаю”. Третий: “Я строю храм”. Мне кажется, нормальному человеку гораздо лучше живётся и работает именно с осознанием участия в большом деле. Не дать работнику забыть это и скатиться в ощущение принудительного и лишённого смысла труда - важнейшая задача администрации всех уровней.

Эта задача может быть решена администрацией при условии ясного понимания её действий и полного к ним доверия. Действия администрации во многом диктуются внешними факторами: изменение законов и различных подзаконных актов, перипетии рынка и ведомственный расклад сил, тарифы на платежи и так далее, и тому подобное. Это сложный, в целом враждебный мир, и ориентироваться в нём должны профессионалы. Но вспомните социалистическую поголовную систему политинформаций - нас всех стремились научить правильно понимать внутреннюю и внешнюю политику партии и правительства. Система постоянного информирования и разъяснений внутренней и внешней политики предприятия, охватывающая всех сотрудников НПО ПМ - это путь к снижению внутренней напряжённости.

А ещё очень сплачивает забота о каждом работнике. От первого знакомства с предприятием, становления эффективного кадрового специалиста, до пенсионной жизни включительно система должна вести каждого человека. Каждый должен знать чёткую программу своего развития. План карьерного роста, как выражаются зарубежные

специалисты. Под карьерой понимается не только и столько смена должности, а повышение значимости в производственном процессе с соответствующим увеличением вознаграждения. О постоянном обучении, на мой взгляд, больше всего голова должна болеть у самого работника. По принципу: обучился - лучше стал выполнять работу - больше стал зарабатывать. А дело системы работы с персоналом помочь - обеспечить учебными материалами, преподавателями, курсами. Посланный через силу учиться чаще всего просто валяет дурака. Опять же за наш с вами счёт. А расходы на персонал должны стать надёжными долгосрочными инвестициями. И, конечно же, тепло на душе при наличии развитой социальной программы. Начиная от парирования всяких злодейских повышений квартплаты и кончая поддержкой семейного отдыха. Только эта программа, безусловно, и в равной степени должна охватывать абсолютно всех работников и на неё должны быть деньги у предприятия. Опять же кольцо: мощная социальная программа повысит эффективность работы, но для её реализации уже нужна высокая эффективность, позволяющая выделить немалые средства. Так что усиливать существующий социальный пакет и разрабатывать красивую социальную программу конечно нужно, но вводить в действие её можно только поэтапно, привязываясь к очередному достигнутому повышению эффективности работы предприятия.

В заключении хочется еще раз хочется повторить главную мысль:

В современных условиях у каждого правильного предприятия две стратегические цели и обе самые главные и самые первые:

- экономическая эффективность работы предприятия;
- удовлетворённость персонала своей работой и ее оценкой.

Это взаимосвязанные и абсолютно взаимно необходимые условия - без одного невозможно достичь другого.