

ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ АНИСИМОВ

**БОРТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
СВЯЗИ И НАВИГАЦИИ**

**История создания, принципы построения
и эксплуатация**

ЖЕЛЕЗНОГОРСК

2007

СОДЕРЖАНИЕ

1 «МОЛНИЯ» (МОИ УНИВЕРСИТЕТЫ)

- Начало
- 1.1 Волкодав
- 1.2 Представитель
- 1.3 Будни
 - 1.3.1 Тревога
 - 1.3.2 Донышко
- 1.4 Вызов НКУ
- 1.5 Дача
- 1.6 Изобретатели
- 1.7 По-спартански
- 1.8 Хозяин
- 1.9 АСУ
- 1.10 "Волосатая" автоматизация
- 1.11 [отсутствует]
- 1.12 Совещание
- 1.13. Салют-2М
- 1.14 Экзамен (национальный вопрос)
- 1.15 Молния-1С
- 1.16. Фотография

2 БОРТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ

- 2.1 Салют-4
- 2.2 ОЗУ
- 2.3 ПК
- 2.4 Организация бортовой шкалы времени
- 2.5 Программно-временное управление
- 2.6 Автономный контроль и диагностика
- 2.7 БКУ
- 2.8 Ресурсы
- 2.9 Диспетчер
- 2.10 Сеанс
- 2.11 Красное Село
- 2.12 Организация
- 2.13 Руководители

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

- 3.1 Подготовка
- 3.2 Отказ (один из примеров)
- 3.3 Поиск и УДАР (один из примеров улучшения характеристик)
- 3.4 ГЛОНАСС-М № 11

4. ПРОГРАММНЫЕ ИМИТАТОРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

5 НАЗЕМНЫЕ ОТЛАДОЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

1 «МОЛНИЯ» (МОИ УНИВЕРСИТЕТЫ)

Начало

В 1965 году ОКБ-1 (НПО "Энергия") передавало производство космических аппаратов (КА) "Молния" в свой восточный филиал ОКБ-10, т.е. в наше будущее НПО ПМ. Сразу же встал вопрос об управлении этими КА, точнее о сопровождении управления КА. В это время уже была создана организация для управления КА - в/ч 32103. Что такое управление КА, как оно осуществляется и вообще что должно делать в этой части ОКБ, никто не знал.

Первым заместителем ГК Г.М. Чернявским управление было поручено проектному отделу №32 (начальник отдела Л.С. Пчеляков), а в отделе - сектору Л.Х. Ярополова, группе В.А. Серебрякова.

Группа занималась чисто проектными работами. Вот в нее-то я и попал после приема на работу (ноябрь 1965). К тому времени у меня уже был опыт работы со сложными системами управления и контроля. Для начала подготовкой к управлению занимались В. Анисимов, Р. Шайхутдинов, В. Желтоухов, Б. Дыскина.

Пришлось тщательнейшим образом изучить значительный объем проектно-конструкторской и специальной документации, перед тем как приступить к выпуску собственной документации для управления первым КА "Молния-1" нашего производства (КА "Молния-1" №8).

Очень много дало присутствие в центре управления на пуске КА "Молния-1" №7 20 октября 1966 года. Это был последний КА серии "Молния" производства ОКБ-1. Нужно сказать, что в ОКБ-1 управлением занимались также проектанты, т.е. те, кто непосредственно этот КА задумал и спроектировал.

Руководителем был Вячеслав Николаевич Дудников. Аппарат, его логику функционирования, устройство бортовых систем и приборов они знали хорошо. К КА относились как к родному ребенку. А на нас смотрели как на похитителей, которые забирают их детище, в которое вложены их умы, знания, таланты и многие бессонные ночи.

Долго их преследовали неудачи, то пуск неудачный и машина уходит за «бугор», то антенны не раскроются. И вот когда, наконец, почти все наладилось, спутник у них отбирают и отдают в Красноярск со всеми чертежами, схемами, конструкторской и эксплуатационной документацией. Никому бы такого не пожелал.

Немного о схеме управления. Центр управления (если это можно так назвать) представлял из себя комнату примерно 20-30 м² с несколькими столами, на которых стояли аппараты громкой связи и бортовые журналы управления. В стоящем здесь же шкафу хранилась документация по КА. И все! Все!

Территориально этот ЦУП располагался около подмосковного г. Щелково в одном из зданий НИП-14. Через телефонно-телеграфную сеть он был связан со всеми НИПами Советского Союза, расположенными на всей территории СССР. Программа очередного сеанса управления разрабатывалась дежурной сменой офицеров (а чаще совместно) и согласовывалась с представителем ОКБ.

Выполнение программы осуществлялось с использованием громкой связи и телеграфа. Примерно так.

- 34-й (позывной НИП-14). Я 53-й. Выдать команду РК № 7
- 53-й. Я 34-й. № 7 выдана. Есть квитанция-17.00.23.
- 34-й. Я 53-й. Выдать РК № 16.
- 53-й. Я 34-й. № 16 выдана. Квитанция 17.05.30.
-
-
- 34-й я 53-й. Выдать № 38.
- 53-й я 34-й. № 38 выдана. Конец связи.

Через 1-3 часа с НИПа приходила телеграмма, содержащая расшифрованные (обработанные) значения телеметрических параметров в течение сеанса связи. Все параметры переписывались в бортовой журнал и анализировались. Результаты анализа подписывались офицерами дежурной смены и представителем ОКБ. В течение сеанса было возможно также получение оперативно по громкой связи значений отдельных ТМ-каналов в необработанном виде (в процентах ТМ-шкалы или в двоичных единицах).

25.05.67 г. был произведен запуск первого КА, изготовленного на нашем предприятии. Основная цель запуска - обеспечение к 50-летию Советской власти, т.е. к 7.11.67 г., функционирования сети вводимых к этому времени в эксплуатацию наземных станций "Орбита" - "чтоб в Магадане видели парад". Сразу после отделения КА от ракеты-носителя, а точнее на 11-й минуте после отделения, произошел отказ основного гидронасоса системы терморегулирования, что не привело к отказу КА, но затем доставляло массу неприятностей.

На этот пуск и на все последующие выезжала бригада 8-10 человек, в которую входили специалисты по основным системам, два - три "управленца" (для обеспечения круглосуточной работы в течение первых 2-3-х недель) и руководитель бригады начальник сектора отдела 32 Лев Христофорович Ярополов.

Через 7-10 дней после проверки бортовых систем все разъезжались, оставляя одного специалиста из группы управления на "всю оставшуюся жизнь". Через примерно месяц его сменял товарищ и так далее в течение многих-многих лет. В течение года в командировке каждому приходилось проводить несколько месяцев.

Постепенно оформился основной состав группы управления - высококлассных специалистов, хорошо знающих все бортовые системы КА, баллистические вопросы, технологию управления КА, наземные средства управления и еще много-много чего другого.

В составе группы управления в течение многих лет работали: В.Д. Анисимов, Л.А. Федянин, Ф.З. Гарипов, Г.А. Волков, Э.Л. Гершельман, Г.Н. Козлова, Н.М. Филин, Б.Ф. Биденко, В.А. Желтоухов.

1.1 Волкодав

Пуск нашей первой «Молнии-1» состоялся. И надо же так случиться, что вышла она точно на расчетную орбиту выведения. По периоду обращения секунда в секунду. А расчетная орбита выведения это не штатная орбита. Это, как говорится, две большие разницы. На расчетной орбите выведения трасса спутника смещается по широте в заданном направлении и, как только она достигнет нужной широты, это смещение необходимо прекратить, заставить стабилизировать трассу.

Для этого проводится коррекция орбиты. В перигее (нижняя точка орбиты) КА ориентируется так, чтобы вектор тяги ракетного двигателя (двигатель мощный, тяга 200кг)

совпадал с вектором скорости КА по орбите (по вектору - положительная коррекция, против вектора - отрицательная). Двигатель включается на расчетное время, обычно на 10-20с.

В результате период обращения доводится до 11ч 57мин 44с. За такое время Земля делает ровно пол-оборота, и трасса спутника теперь на каждом из двух витков в сутки будет проходить по одному и тому же месту. Это и есть штатная орбита «Молнии».

Так вот, трасса у нас смещается, как ей и положено. Все проверки систем идут нормально. Готовимся спокойно к проведению коррекции орбиты.

И вдруг! Вдруг объявляется срочное расширенное заседание Государственной Комиссии.

Предварительно узнаем, что Председатель Госкомиссии генерал-лейтенант Керим Алиевич Керимов запрещает проведение коррекции орбиты.

Оказывается, в цепочке докладов произошел сбой. Снизу докладывали, что аппарат вышел точно на расчетную орбиту. А потом кто-то из высших офицеров, не разбираясь в существе дела, еще добавил от себя, что аппарат вышел точно на расчетную орбиту и **проведения ее коррекции не требуется.**

Да как же не требуется, обязательно требуется. Иначе трасса будет продолжать смещаться и к 7ноября, к началу праздничных мероприятий, которые необходимо транслировать через спутник, вполне возможно не будет взаимной видимости через спутник Москвы и других городов страны.

Председателя тоже понять можно. Везде уже доложили, что все хорошо, все нормально, телетрансляция торжественных мероприятий, посвященных празднованию 50-летия Советской власти, впервые будет вестись на всю страну. А тут эти, из НПО ПМ, откуда-то из Сибири, коррекцию хотят проводить! Испортят ведь что-нибудь. А то и вовсе взорвут аппарат.

Началось заседание Госкомиссии. Присутствуют, в основном, одни «зеленые» (так в своем кругу мы зовем военных, за цвет формы в основном, а они нас «представителями промышленности» называют). Нас, гражданских, всего несколько человек, без права голоса. Для консультаций своего официального представителя. Официальный представитель у нас Лев Христофорович Ярополов. Ему и предоставляется слово.

Много у Льва Христофоровича хороших, даже замечательных качеств. И умный, и грамотный, и порядочный, и абсолютно честный и т.д. и т.п. Но он проектант. Отличный проектант! Проектной работы у него - море. Вопросами управления ему просто некогда заниматься. Зря на него это дело свалили. А самое главное с даром убеждения, с даром речи у него..... ну совсем плохо. А тут такие волки, волчары!

Выступил Лев Христофорович. Как мог, по-своему, все объяснил. Даже абсолютно честно и положительно ответил на каверзные вопросы. Будет ли включаться двигатель? Очень ли он мощный? Может ли он, хотя бы в принципе, взорваться? Хватит ли топлива, чтобы разнести там все на мелкие части?

Топлива хватит, вполне хватит!

Эх, Григория Маркеловича Чернявского бы сюда! (наш руководитель, 1-й ЗГК). Всех бы убедил!

Решение Госкомиссии - коррекцию пока не проводить, продолжать разбираться. Что будет, если ее не проводим? Каковы будут зоны взаимной радиовидимости, какие города Парад увидят, а какие нет, есть ли техническая возможность показать все в записи. В запасе еще есть время. Заседания будут проходить каждый день.

На последующих заседаниях побывать не пришлось, проходили они в узком кругу. Но стало известно, что если коррекцию не проводить, то в нужное время спутник будет не над нашей страной, а над Америкой. Трансляцию в записи организовать тоже невозможно, так как на всю страну имеется только два видеоманитофона.

Заседания еще долго, наверное, продолжались, если бы кому-то не пришла в голову мысль пригласить на заседание непосредственных разработчиков спутника - специалистов из ОКБ-1. Да чтобы прибыли лучшие специалисты и по всем основным системам. Будут их пытаться по всем вопросам. А вопросов, говорят, наготовили ой, ой, ой. Вагон и маленькая тележка! Волки! Сожрут и этих, когда приедут.

Прибыл из «королевской» фирмы ОКБ-1 всего один, самый простой, самый обычный, опытный «волкодав» (наверное, Вячеслав Николаевич Дудников, а может быть и сам Борис Евсеевич Черток, зам Генерального ОКБ-1).

Говорили, что выступление его было кратким, эффектным и эффективным. Суть его была следующая.

«Благодаря достижениям космонавтики появилась возможность показать на всю страну торжественные мероприятия, которые будут проходить в Москве, в день 50-летия Великого Октября. Имеется соответствующее Постановление Партии и Правительства. В соответствии с ним по всей стране разворачивается сеть станций «Орбита», запущен новый спутник «Молния». Промышленность свое дело делает.

Товарищам военным тоже доверено важное и ответственное дело – управление спутником. Управление строго по документации Главного конструктора. Для вас документация это как Приказ. Приказы, как известно, не обсуждаются, а выполняются. Написано в документации коррекцию орбиты проводить - извольте проводить!

Будут сбои в работе техники - за это ответит промышленность. Но если будут срывы из-за того, что работали не по документации, спрос будет по полной программе, как за умышленное невыполнение особо важного Приказа. Ссылки на какие-либо заседания, решения не помогут. Есть документация Главного конструктора и все обязаны по ней работать!!! Все!».

После выступления встал и ушел. Заседание как-то само собой на этом и закончилось. Больше к этому вопросу не возвращались.

Вот это урок, так урок!

А коррекцию орбиты мы, конечно же, провели. Тихо, мирно, спокойно, без замечаний.

1.2 Представитель

До 7 ноября 1967 года осталось 10 дней. Только что вернулся из очередной командировки. Вызывает начальник отдела Леонид Сергеевич Пчеляков.

- Собирайся, в командировку.

- Да я только что оттуда. Там все нормально. Смену сдал.

- Командировка не в Москву. В Енисейск.

- Куда-куда? В Енисейск? На НИП-4? Что я там не видел? Он же с нами еще не работает.

- Туда едет какая-то комиссия. Попросили, чтобы от нас был представитель. Назвали твою фамилию. Наше руководство пообещало. Так что поезжай. Там на месте ориентируешься.

На НИП-4 телеграмму о вылете сотрудника, командировку с красной звездочкой (такие для командировок в войсковые части), деньги, документы, билет на самолет с собой и в аэропорт. Лечу. Как добираться от аэропорта, где там жить – полный туман.

Прилетели. Смотрю, у трапа зеленый военный легковой газик стоит. Наверное, встречают какую-то военную «шишку». Спускаюсь по трапу.

Вот это сюрприз так сюрприз!!!

Из машины появляются начальник лаборатории управления «Молниями» подполковник Виктор Лонгинович Клименко, майор Руслан Пономарев, капитан Миша Рыбников и еще один капитан. Расстался с ними в Москве, т.е. в Щелково, всего-то неделю назад. Улыбаются до ушей. Очень уж довольны произведенным эффектом.

Сели. Поехали. Виктор Лонгинович обрисовывает диспозицию. На НИПе к 7 ноября должны быть введены в эксплуатацию средства для работы по «Молниям». Им поручен контроль за ходом этих работ. За срыв сроков тоже спросят. Запрещено возвращаться в Москву до тех пор, пока все не будет сделано. Работы ведут "гражданские".

Меня пригласили для помощи, в качестве технического консультанта. Чтобы хитрые "гражданские" очки не втирали. А ко мне и моим техническим знаниям полное доверие. А то, что я аппаратуру НИПа не знаю, не страшно. Техника она везде техника. Это им тяжело. Они по специальности, в основном, артиллеристы и танкисты. А тут ни стрельб, ни пушек, ни пулеметов. Приходится управлять чем-то, чего и в глаза то никогда не видели. А ты - технарь, тебе проще.

Еще одна приятная неожиданность. Офицеры живут в гостинице, в люксовом номере. А для себя (и для меня), используя авторитет слова «представитель Главного конструктора», истребовал мудрый Виктор Лонгинович генеральский домик. Отдельно стоящий, со всеми возможными в то время удобствами, со всеми имеющимися средствами связи.

Живем. С большим удовольствием знакомлюсь с НИПом, с действующей и монтирующейся аппаратурой, с различной документацией. Все интересно. Когда еще представится такая возможность. И командировка хорошая, совершенно безответственная. Развлечений, правда, никаких. Хотя...

Предлагает как-то вечером Виктор Лонгинович поиграть в карты. Это я, пожалуйста, с удовольствием. Только карт у нас нет. А у офицеров, в гостинице есть. Звонит им Виктор Лонгинович в гостиницу, спрашивает, чем там его подчиненные занимаются? Отвечают, что изучают техническую документацию, схемы разные.

- Молодцы, следовательно, карты вам не нужны. Тащите их сюда!

Прибегает Руслан.

- Виктор Лонгинович, извини, пожалуйста, но пуляка в самом разгаре. Ну, никак карты отдать невозможно.

- Ладно, продолжайте. Схемщики!

Сильно только не напивайтесь.

- Да мы вообще не употребляем.

- Сходить проверить?

- Нет, нет. Лучше не нужно.

Каждое утро и вечер приходит командир НИПа, подполковник, с докладом о проделанной за ночь и за день работе, о возникающих проблемах и их решении.

Все смонтировали, все сделали. Включили. А сигнал от спутника не принимается. Точнее он есть, но такой слабый, что работать с ним невозможно. Руководитель работ от РНИИ КП Дузь докладывает, что наиболее вероятной причиной может быть неправильная установка излучателя антенны. Но чтобы его переустановить, повернуть на 180 градусов, требуется трое суток.

При этом он ничего не гарантирует. Если результата не будет, то для обратной перестановки опять потребуются трое суток. Отцы-командиры, принимайте решение. Скажете переставить, прямо сейчас и начну. А брать только на себя ответственность за возможный срыв срока не буду. Вы начальники, вы и решайте.

Бурное обсуждение вопроса ни к чему не привело. Ни у кого нет желания брать на себя ответственность. Командиры говорят, что задача промышленности собрать и сдать комплекс. Нужно что-то переставлять, так сами и принимайте решение, сами переставляйте, нас в это дело не впутывайте.

Дузь не соглашается. «Вы здесь тоже не посторонние наблюдатели. Все делалось под вашим контролем. И отвечать будем вместе. Мне даже проще. Я гражданский, меня в худшем случае премии лишат. Так что давайте, вы и решайте». Спорить можно до бесконечности, а время идет, дело стоит.

И тут Виктор Лонгинович предлагает: «НИП вводится в эксплуатацию для управления спутником. У нас здесь есть представитель Главного конструктора спутника. Пусть он и принимает решение. Я с ним заранее согласен. Если он под решением подпишется, я тоже подпишусь».

У меня к Дузю только два вопроса.

- Если излучатель оставляем в таком же положении, будет плохо?

- Будет плохо.

- Если переставим, может быть плохо, но может быть и хорошо? Так?

- Так.

Да тут и думать нечего.

- Давайте переставлять. Все согласны?

Все дружно согласны.

Виктор Лонгинович обещает, что если все получится, то с них бутылка коньяка. В долгу не остаюсь. «А если не получится, то две». Мгновенно все понимает, смеется и соглашается.

С перестановкой управились за 2,5 суток. Включились. Сигнал мощнейший!!! Ура!

Вечером товарищи офицеры долг чести выполнили. Бутылку поставили. Каждый!

На следующий день распрощались и по домам. До очередной встречи в Москве.

Дома хотел начальству обо всем доложить. Но никому это не нужно, никому не интересно.

Хорошо бы 7 ноября по телевизору Парад в Москве посмотреть!

Жаль только, нет у меня телевизора. Дорогой он очень, несколько моих месячных зарплат стоит. Да и не достанешь.

1.3 Будни

1.3.1 Тревога

Осень. Подмосковье. Щелково. Очередная командировка. Съездили с офицерами за грибами. Собрались в гостях у одного из них. Грибков нажарили. Сидим. Хорошо сидим. А дежурная смена тоже знает, чем мы занимаемся. А им нельзя! Обидно.

Так что они удумали! Звонят и говорят «Тревога! Сбор по тревоге!».

Заволновались все. Что делать? Умываться, обливаться сначала или так бежать?

Один только опытный подполковник совершенно спокоен. Никуда спешить не собирается.

- Эх, вы молодежь! Серые, неграмотные! За прочтение инструкции ведь все расписывались, а сами в ней ничего не поняли, ничего не помните! Сколько времени нам отводится на сбор по тревоге? Кто помнит?

Никто не знает, никто не помнит.

- Серьезнее надо к инструкциям относиться, знать их иногда очень полезно! Так вот, по нашей инструкции, с учетом того, что личный состав живет и в Москве, и в различных районах Подмосковья, а добираться сюда придется и на электричках и на другом попутном транспорте, на сборы по тревоге отводится 24 часа! Счет ведется от момента принятия сообщения. Продолжаем?!

Продолжили. Аплодисменты знатокам инструкций!

1.3.2 Донышко

Подмосковье. Щелково. Уже почти месяц в очередной командировке. В пятницу вечером что-то случилось с одной из «Молний». Дежурная смена вызвала на работу. Дело сделали, но вышли оттуда только в понедельник утром. Голодные, не спавшие все это время. Трое нас. В местном магазинчике можно купить только старые рыбные консервы. Хлеб в определенное время привозят. Если успеешь – купишь.

Решаемся на подвиг. Плетемся на станцию Щелково. Это более 3км. Автобус ходит, но только два раза в день, утром и вечером. Покупаем разной еды и бутылку 0,7 л вина. Тащимся назад, в гостиницу. Накрыли стол. Сели. А штопора нет. Что делать?

Тут я вспоминаю, как недавно дома, в Красноярске-26, в хорошей компании одна дивчина утерла нос нам, всем парням. Тогда тоже штопора не оказалось. Все растерялись. А она взяла бутылку, обмотала донышко полотенцем.

Об стенку донышком, хрясь! Пробка из бутылки аж со свистом! Бурные аплодисменты!

Беру бутылку, обматываю донышко полотенцем.

Об стенку донышком, хрясь! Дзинь! Донышко на полу, вино на полу, в руке огрызок бутылки. Не везет, так не везет! Бутылка видно плохая попалась, со слабым донышком.

Никто не сказал ни слова. К еде никто не прикоснулся. Молча легли на кровати и через минуту спали крепчайшим сном.

Прошло много лет. У нас в гостях тесть. Замечательный у меня тесть! Алексей Афанасьевич Зыков, 1920г. рождения. Каждый год в начале мая приезжает из Сочи к нам, в город, который строил и в котором прожил более 20 лет. На День Победы и помочь сажать картошку! Всю войну прошел артиллерийским разведчиком. От звонка и до звонка.

А ведь стрелять то нужно было не в тыл! Соответственно и разведывать. 4 класса образования, но знания и подход к проблемам соответствуют самому высшему. Сразу видна высшая школа. Оказывается, в самом начале службы попал он в топо-вычислительное отделение, в котором у всех остальных было высшее образование. Ну, они безотказного пацана и обучили всему.

Что такое \sin , \cos , сетки Гаусса-Крюгера, законы рассеивания и многое, многое другое. Такой штрих. В автомобиле что-то в электрике забарахлило, я говорю, давайте вот так попробуем (хотя метод «тыка» не люблю). А он мне - нет, нет. Давай схему посмотреть! Опыт громадный, на все случаи жизни.

Как-то разговорились и он мне объясняет:

- В открывании бутылок ударом о стену есть секрет. Маленький. Нельзя бить об стену донышком. Бутылка обязательно разобьется!

Нужно бить ребром донышка!

1.4 Вызов НКУ

Сразу после запуска первой нашей «Молнии», а точнее на 11-й минуте после включения, отказал основной гидронасос в системе терморегулирования. Остался

дополнительный, маломощный, включаемый дополнительно к основному только в сеансах связи т. е. при включении ретранслятора.

Включили его в постоянный режим, а во всех бортовых журналах и документах ввели строгие рекомендации о категорическом запрете выдачи команды **PK № 40** – «*Выключение дополнительного гидронасоса*» и необходимости особо тщательного анализа телеметрических параметров, контролирующих работу гидронасоса и теплового режима в целом.

Несколько месяцев все шло хорошо. И вот как-то при завершении очередного сеанса связи произошло следующее.

Выдана одна из последних команд в сеансе связи **PK № 41**- «*Выключение режима НП*». По этой команде выключается телеметрическая система и с борта прекращается передача телеметрической информации.

С НИПа докладывают:

- **PK № 41** выдана, ТМ-информация продолжает поступать, качество хорошее.

Оператор думает, что где-то произошел сбой и **PK № 41** не прошла, такое иногда бывает. Дает команду повторить выдачу **PK № 41** по другому дешифратору команд (на «Молниях» их 3 шт.).

С НИПа докладывают:

- **PK № 41** выдана, конец телеметрии.

Значит, **PK № 41** прошла, все нормально. Выдаются заключительные команды и на этом сеанс связи заканчивается. Очередной сеанс связи состоится через несколько часов.

Вся дежурная смена быстро разбегается. У каждого в городке есть какие-то свои дела. А к началу очередного сеанса все будут на месте.

Остаемся вдвоем с офицером-анализатором. Сейчас принесут документ с расшифрованной ТМ-информацией в последнем сеансе связи. Ее нужно будет проанализировать и занести в бортжурнал, а под результатами анализа поставить две подписи - одна от анализатора дежурной смены, другая от КБ ПМ.

Смотрю ТМ-информацию и глазам своим не верю. В самом конце сеанса последний гидронасос выключился. Как же так, ведь команду на его выключение не выдавали.

Ладно, разбираться будем потом. А сейчас нужно срочно включить гидронасос. Иначе аппаратура спутника может перегреться и выйти из строя. До конца зоны радиовидимости есть еще около полутора часов.

Дежурный офицер пытается куда-то дозвониться, но нигде никого на месте нет.

Хорошо, что у меня уже опыт есть. Поэтому рекомендацию о необходимости срочного включения гидронасоса записываю в бортжурнал и ставлю точное время. Это теперь уже не просьба и даже не просто рекомендация! Это, как письменный боевой приказ со всеми вытекающими последствиями в случае невыполнения.

Не знаю кто, как и где кого разыскивал, но убедился, что если нужно, наши офицеры могут действовать смело и решительно.

Не нашелся один дежурный, у которого был ключ от пультовой, закрытой железной дверью. Так эту дверь взломали ломami и топорами. Необходимую серию команд выдали, гидронасос включили.

Последующий анализ показал, что произошел отказ одного из дешифраторов команд. Отказ был такой, что все нечетные команды стали этим дешифратором исполняться как четные т. е. **ПК № 41** исполняется как **ПК № 40**, **ПК № 51** исполняется как **ПК № 50** и т. д. Ситуация стала понятной и по управлению КА были выданы соответствующие рекомендации.

Вот после этого случая и появились разные мысли.

Ну, чтобы спутнику в данной ситуации или не выключаться сразу или подать каким-нибудь образом сигнал типа SOS! Никто бы никуда не ушел, с ситуацией бы разобрались, все бы исправили. И не пришлось бы двери ломать.

В результате родились следующие идеи.

Необходимо разработать систему, включающую бортовую и наземную подсистемы. Бортовая часть представляет собой простейший радиопередатчик, работающий на всенаправленную антенну. При включении передатчика на Землю непрерывно передается только условный номер, присвоенный данному КА.

Включение передатчика осуществляется анализирующими устройствами (программами БЦВМ) самого КА, при обнаружении на КА аварийной ситуации.

Наземная часть аппаратуры – обычная стойка с приемником, работающим на всенаправленную антенну, дешифратором кода КА, да еще и с сиреной и аварийными сигнальными лампами.

Назначение, принципы построения и использования системы были отражены в специальном отчете № 32-740.

Долго решался вопрос по названию сигнала, поступающего с борта. Название SOS сразу всем не понравилось. Во-первых это сигнал бедствия морских судов. Во-вторых может бедствия на КА еще и нет, просто сам борт с ситуацией справиться по каким либо причинам не может и просто просит незначительной помощи.

Окончательно сигнал получил имя «*Вызов НКУ*». Была разработана и соответствующая бортовая и наземная аппаратура, которая применялась для контроля ряда космических аппаратов разработки НПО ПМ.

1.5 Дача

ЦУП перевели в Москву, на Шаболовку. Жить в командировках стало совсем плохо. В Щелково хоть какая-никакая, но все же была служебная гостиница. В Москве же устроиться в гостиницу практически невозможно. Да нам и нельзя. Подписку давали не жить там, где возможно появление иностранцев. Скитаемся кто, как может и кто, где может. У знакомых, у дальних родственников. Геннадий Овечкин, например, 3 ночи подряд спал на столе в ЦУПе, несколько ночей в аэровокзале (метро «Сокол»).

И вот приходит мысль самим снять дачу. Квартиру, даже самую маленькую, мы не потянем. А стоимость аренды дачи в месяц равна примерно нашим «квартирным» для 3-х человек. Сказано, сделано! Есть дача. В 5 минутах от метро Кунцево! Замечательно! Полдома и участок с фруктовыми деревьями. Жить одновременно могут 4 человека. Сегодня туда перебираемся.

После очередного пуска только из моей группы нас трое – я, опытнейший Борис Бидненко и совсем молоденький Коля Филин. Борис очень любит и умеет замечательно готовить, особенно мясные блюда. Отпускаем их с товарищем с работы пораньше, чтобы закупили разных продуктов и приготовили стол к торжественному открытию нашего жилья. Приобретение спиртного поручили Коле.

Поближе к вечеру и я освободился, приехал на дачу. Там уже почти все готово. Молодец Борис! Наготовил с товарищем столько всякой вкуснятины! А ароматы какие! Одним только немного он обеспокоен.

- Зря спиртное доверили «молодому». Купит какой-нибудь дряни. Все испортит. Сходи, пожалуйста, позвони ему. Чтобы покупал только водку. Никаких вин, ни белых, ни красных. Все приготовлено именно под водочку.

Иду, звоню. Все, как надо, передаю.

Стол накрыт. Сидим, ждем Николая. Немного задерживается. Наконец появляется.

- Купил? - Купил.

- Водку? - Водку.

- Давай сюда!

Достает махонький пузырек, чекушечку 0,25л.

- И это что, все?

-А что разве не хватит?

Это на четверых-то таких здоровяков! С такой закуской! Может быть издевается? Да вроде нет, сам сильно расстроился. Такое мероприятие сорвал!

Через несколько лет у Коли была такая любимая присказка. «Когда выпиваешь, нужно знать свой предел. Мне всегда кажется, что он чуть-чуть дальше».

P.S. Все расходы на снятие дачи руководство нам неожиданно оплатило. Образовался вполне приличный фонд. И тут единственная женщина в группе, Галя Козлова, предложила использовать его частями для приобретения билетов какой-то беспроигрышной лотереи. Даже некую систему разработала. Ну, как женщине откажешь? Все согласились. Несколько раз даже какие-то суммы выигрывали. Но очень скоро и как-то неожиданно весь фонд кончился.

Не стоит играть с государством в азартные игры!

1.6 Изобретатели

Ура! Предприятие для командированных сотрудников арендовало в Москве квартиру! 4-х комнатную. Недалеко от метро, улица Кастанаевская, дом 5, квартира 73. Живи, не хочю. Приезжаешь в любое время, все свои. Постепенно обжились. В комнатах вечером кто газеты, кто книги читает, в шахматы играют. А кухня, святое место для преферанса. Играют до глубокой ночи.

Недалеко пивной киоск. Пиво только на разлив. А подходящей посуды нет. Приспособили под это дело плафон, электрический. С виду он вроде небольшой. Никогда не подумаешь, что в него входит 17 бутылок пива. Как только наши в киоске с этим плафоном появляются, все смеются и «этих электриков» без очереди пропускают. Знаю, сам ходил.

Одно плохо. Не стоит этот шар на столе. Скатывается. Что делать? Приспособили обыкновенную подушку. Представляете? На кухне стол, на столе подушка, а в подушке шар с пивом. Чтобы не укатился! Некрасиво, не гигиенично, не по инженерному это. Да и для карт места мало остается. А что делать? Постепенно привыкли к этому. Много поколений командировочных, сменяя друг друга, использовали ту подушку.

И вот приезжаю в очередную командировку, а ночевать туда, на Кастанаевскую. Захожу на кухню и глазам своим не верю. Нет подушки. А шар с пивом стоит! И никуда не скатывается! Чудеса!

Оказывается он стоит не просто на столе, а на маленьких, почти незаметных плечиках. На которые рубашки вешают. Стоит твердо, ведь у него внутри плечиков три точки опоры. Культурно! Красиво! Кто придумал? Кто изобрел?

Олег Георгиевич Александров. Честь и хвала Олегу!

Как же я то не додумался? Ведь это так просто! Видел ведь этот пузырь в подушке много раз. И не сообразил. Даже обидно.

Вообще то изобретений и удачных решений у меня много. Руки у меня не совсем из того места растут. Вот и приходится головой компенсировать.

У одного моего товарища руки замечательные. Теплица на бетонном фундаменте, вся из стекла. Все везде подогнано, ни одной щелочки нет. Он ее более 2-х лет строил. Мне такую и за 5 лет не построить.

Правда, есть у той теплицы один недостаток. Маленький. Проклятые помидоры не хотят в ней расти. Они самоопыляющиеся и им сквознячки подавай. И температура чтобы была не 50, а не более 35 градусов. Но выращивание помидоров это уже не мужское дело. Пусть жена правильнее сорта подбирает.

А у другого моего товарища руки вообще золотые. Так он за 3 года соорудил теплицу в виде пирамиды высотой 4,5метра. Вся из стекла, все везде подогнано.

Мне такую за всю жизнь не соорудить. У меня к длинному сараю пристроен навес. Сверху накрыт стеклом, а сбоку легко поднимающейся пленкой. Несколько дней упирался, пока построил. Или вот такой случай.

Декабрь 1998 года. Париж. Мы втроем – я, Слава Максимов и Оля Вязовецкова закончили установку программного тренажера-имитатора спутника SESAT в Центре

Управления EUTELSAT. Имитатор наш оценили по самому высшему классу, отношение к нам более чем уважительное. Высокий профессионализм там оценить умеют.

Приближаются рождественские праздники. А у них замечательная традиция. Один раз в год, как раз на эти вот праздники, устраивается за счет организации праздничный обед в ресторане. Каждое подразделение самостоятельно. Наши - «отдел управления спутниками» пригласили и нас. Более того, в связи с нашим предстоящим отъездом (14 декабря) сдвинули на более ранний срок это мероприятие.

Всего около 40 человек. Зальчик, по нашим меркам, совсем небольшой. Все столы сдвинуты в два ряда. Каждый ряд упирается одним торцом в стену. Между рядами совсем маленький проход для официантов. С большим, большим трудом расселись. Мы, все трое, на почетном месте в центре одного из рядов. Больше нет ни одного свободного места. Ни малейшего.

И тут открывается дверь, и входят еще двое. Припоздали. Ой, как обидно! Ведь один из них наш Дэвид Верье! Он курирует все наши работы. Встречал нас в аэропорту, Париж показывал, во всем нам помогает. Его пригласили первый раз, у них это большая честь. Как же так, Дэвид? Все в растерянности.

Переглядываются, но сделать то ничего невозможно! Столы и стулья и так стоят без малейших зазоров. На Дэвида глянул, аж сердце екнуло! Стоит такой жалкий, такой несчастный. Надо что-то срочно придумать! Что-то сотворить!

Есть! Готово решение! Сейчас все получится!

Вскакиваю, ой как тесно! Приказываю (жестами) в противоположном от входа и Дэвида торце ряда приподнять 2-й столик. Не понимают зачем, но приподнимают. Так, а теперь двигайте его столешницу сверху на столешницу первого до упора (у всех столов столешница выступает от каркаса на 5 - 10 см). Так, теперь двигаем 3-й под 2-й до упора. Дальше 4-й на 3-й, 5-й под 4-й и т. д.

Минута, и на глазах у изумленных французов сотворено чудо! Столы стояли плотно, плотно, но их ряд упирался в стену. И сейчас столов столько же и стоят они вроде бы также, но в торце, около Дэвида вдруг образовалось свободное пространство! После того как этот русский руками помахал! Да туда не только стул, туда стол войдет! Ставь стул и садись скорее Дэвид! Гуляй, дорогой!

Восхищенные французы бурно обсуждают происшедшее. Одни, которые поняли, что произошло, объясняют другим, что и как было сделано. Часто звучит слово «магистр» - это соответствует нашему «кандидат наук». Через переводчика скромно поясняю, что «магистр» здесь не причем. Условия жизни в России таковы, что постоянно нужно проявлять смекалку. Поэтому в России все смекалистые.

1.7 По-спартански

Опять Кастанаевская. Все комнаты заполнены до предела. Время за полночь. Стук в дверь. Открываем. Юрий Михайлович Князькин. Мой очень уважаемый начальник, Заместитель Генерального Конструктора НПО ПМ по испытаниям и эксплуатации космических аппаратов. Что же делать? Ни одного свободного места нет. Метро уже закрылось, возвращаться поздно. Ладно, давайте попробуем, вдвоем, на одной кровати.

А кровати железные, узкие. Это сейчас Юрий Михайлович похудел, а тогда был значительно крепче. Лишь бы сетка выдержала, не оборвалась. Не оборвалась, выдержала, переночевали.

1.8 Хозяин

**Когда ты подпрыгнешь от радости,
смотри, чтобы у тебя из под ног не
выбили Землю.**

Командировки надоели до невозможности. Устал. А самое главное - очень плохо мне без начальника. Многие жалуются на плохих начальников. А вы попробуйте работать совсем без начальника. Без того, кто бы знал и понимал, чем вы занимаетесь, с кем можно посоветоваться, у кого можно попросить помощи.

Формально я со своей неофициальной группой числюсь в группе Виталия Александровича Серебрякова. Красавец мужчина! Щеголь. Брючки всегда наглажены, ботиночки блестят. Умница. Замечательный проектант. И проектных дел у него выше головы. Его даже ни на один пуск с нами не отпустили. Срочные проектные дела. Мы ему как пятое колесо в телеге. Некогда ему еще и с нами заниматься, вникать в наши дела. После увольнения из нашей организации стал он сразу директором крупного завода в г. Обнинске.

Группа входит в состав сектора Льва Христофоровича Ярополова. Ему вообще не до нас. Сектор проектирует все космические аппараты связи. С нами ездит только на запуски.

Начальник отдела Леонид Сергеевич Пчеляков. У него еще проектные сектора низкоорбитальных аппаратов связи, геодезических, научных, навигационных.

И решаюсь я бежать из проектного отдела в другой отдел. Вообще то я по специальности электрик, с опытом работы по КИПиА (контрольно-измерительные приборы и автоматика). В 30-й отдел, занимающийся электрическим проектированием и испытаниями, берут меня с удовольствием.

Оформил все бумаги, приказ о переводе подписал сам Михаил Федорович Решетнев.

И вот я в новом отделе. Первое задание - разработать схему электропитания систем нового спутника. Срок- месяц.

Да я за неделю все сделаю. Соскучился по такой работе. И схему я разработаю настоящую принципиальную, а не такую непонятную как на предыдущих аппаратах. За 4 дня все сделал, со всеми согласовал. Отлично все идет.

И вдруг катастрофа!!!

Вызывает и.о. начальника отдела Ефрем Ильич Апросимов и с дрожью в голосе говорит:

- Вернулся из отпуска Чернявский, всех отругал, что посмели без него решать вопросы в его хозяйстве. Велено тебя к работе у нас не допускать и вернуть назад, на старое место.

- Ефрем Ильич, ведь приказ есть, Решетневым подписан.

- Я тебе все сказал.

Пошел в 1-й отдел рабочий портфель получать. Не выдают, не велено. Документацию тоже не выдают, не разрешено. Кем не велено, кем не разрешено, не говорят. Не велено, и все!

Посидел еще несколько дней на новом месте и поплелся потихоньку назад, на старое рабочее место.

А через некоторое время всю нашу группу перевели в тот самый 30-й отдел. Разворачивались работы по созданию новых аппаратов с БЦВМ. А наша группа головная по этому делу.

1.9 АСУ

Легенда № 1

Приехал как-то президент США Рейган в СССР. И вот во время встречи с Брежневым ему потребовалась какая-то консультация с Вашингтоном. Тут же кто-то из свиты вытащил из внутреннего кармана телефонную трубку и подал ему. А он совершенно спокойно переговорил с Вашингтоном. Прямо из Кремля!! В то время!!! Эффект был потрясающим.

В кратчайшие сроки были развернуты работы по созданию подобной системы у нас. И создали! Сделали! Правда при этом отключались более 1000 телефонных каналов и вся мощность одного из стволов ретранслятора спутника «Молния» использовалась для обеспечения работы только одного этого канала.

Получили мужики премии, награды. Хорошо! Стали думать, как бы еще улучшить характеристики системы. Придумали! Можно все улучшить в 2 раза! Вместо 1-го будут работать одновременно и независимо 2 канала. Подготовили документы на развертывание работ и на доклад к Брежневу. Тот все понял и задал только два вопроса.

-Для кого была разработана система?

-Для Вас, Леонид Ильич! Для Генерального секретаря!

- А что, у нас теперь будет два Генеральных секретаря?

**- Нет! Нет! Нет! Что Вы, Леонид Ильич! Можно, например, второй канал для министра обороны.
На этом все и закончилось.**

Вызывает начальник отдела. Объясняет. Подписано Постановление Партии и Правительства о создании автоматизированной системы управления (АСУ) спутниками «Молния». Создавать будут сами военные, а мы записаны как участники. Вот ты и будешь участвовать. Понятно?

- Ничего не понятно. Что конкретно нужно делать?

- Не знаю. Готовься.

- К чему?

- К тому, о чем я рассказал. Свободен.

Пойди туда, не знаю куда. Принеси то, не знаю что. Ладно, придется почитать про АСУ, подумать.

Почитал, подумал.

Значит все, что сейчас делается вручную, должно будет делаться с помощью ЭВМ-планирование сеансов связи со спутниками, планирование работы наземных средств, обеспечение разработки и проведения самих сеансов связи, передача с НИПов в центр телеметрической информации, ее обработка, отображение и т. д. и т.п.

От нас, видимо, потребуется различная информация по спутнику, а может и методы или даже алгоритмы решения некоторых задач. Например, автоматизированной оценки технического состояния аппарата. Ведь без знания аппарата эту задачу не решить. А знания такие только здесь, у нас, в наших головах, в нашей документации. Но все это не формализовано, написано на обычном русском языке. ЭВМ этого не поймет.

Вот как, например, оценивается состояние ориентации аппарата на Солнце. По оси аппарата установлен датчик ориентации на Солнце. Называется он 26К. Поле его зрения разбито на 5 зон - центральную и 4 боковых. Соответственно есть 5 телеметрических параметров СД1, СД2, СД3, СД4, СД5 (солнечный датчик зона1, солнечный датчик зона2 и т. д.).

Если аппарат точно сориентирован на Солнце, то засвечена центральная зона датчика и параметр СД5 имеет значение 0 (замкнут), а СД1-СД4 имеют значение 1 (разомкнуты). Если ось аппарата отклонена от направления на Солнце и оно, следовательно, находится где-то сбоку, то засвечивается соответствующая боковая зона датчика и один из параметров СД1 - СД4 примет значение 0, а остальные будут 1.

Смотрим параметр СД5. Если СД5=0, то все, весь анализ закончен, СД1-СД4 можно и не смотреть, так как ясно, что все в норме. Ось аппарата смотрит на Солнце.

А вот если СД5=1, то тогда смотрим СД1 - СД4. Более того, если ось аппарата от направления на Солнце отклонилась, должна включиться соответствующая пара двигателей системы ориентации и ось аппарата повернется к направлению на Солнце.

Для контроля включения двигателей тоже есть телеметрические параметры. Все двигатели выключены – параметры КЛ1-КЛ6 равны 1. При включении двигателя соответствующий параметр примет значение 0.

Засветке каждой зоны соответствует работа определенной пары двигателей. Вот это соответствие и нужно проверить. И дождаться, чтобы Солнышко вернулось в центральную зону, чтобы параметр СД5 стал равным 0.

Теперь нужно все это как-то формализовать. А как? Не знаю. И никто из моего окружения не знает. Ищу литературу, читаю. Наконец, кое-что нашел.

Есть такое понятие «блок-схема алгоритма». Все решение задачи расписывается в ромбиках и квадратах. Если проверяется какое-либо условие, то это пишется в ромбике. Если просто что-то вычисляется, определяется, то это пишется в квадратике. Короче, освоил я это дело.

Как только появляется свободное время, рисую ромбики и квадратики, квадратики и ромбики. Даже тетрадку отдельную завел. Много уже нарисовал. Иногда знаний по аппарату не хватает. Так вся документация есть. А еще можно позвонить и проконсультироваться. А можно и ножками сходить. Ведь разработчики всех бортовых систем здесь, под боком.

Хожу довольный, гордый. Скоро весь спутник заформализирую!!!

Наконец прибыли специалисты из Центрального Научно-Исследовательского Института Министерства Обороны, сокращенно ЦНИИ МО. Они будут АСУ разрабатывать. Подполковник Виктор Пантелеймонович Божков, подполковник Николай Минаевич Воробьев, Геннадий Александрович Телегин,... Все очень грамотные, очень умные. Все кандидаты наук.

Они уже достаточно хорошо представляют будущую АСУ. Не хватает конкретных знаний по аппарату. Быстро договариваемся, что знания нужно получать не только от консультантов, а в основном из документации. Прорабатываем множество документов, отбираем нужные. Их мы им отошлем. Очень много вопросов по телеметрии. Привлекаем из 19 отдела Анатолия Малахова, ответственного специалиста по телеметрии «Молний».

Дошли и до оценки состояния аппарата. На их языке это называется контроль и диагностика. Показываю им свои наработки. Эффект нулевой. Даже ниже. Нельзя так делать!

То, что я наработал, на их жаргоне называется «пауком». И, правда, все эти схемы из ромбиков и квадратов на пауков похожи.

Фу, гадость!

А нельзя вот почему, объясняют.

Каждый «паук» нужно будет запрограммировать. Это будет своя программа для данного конкретного аппарата. А на следующем аппарате возможны какие-либо изменения в контролируемых параметрах, в тарировочных характеристиках, в составе аппаратуры?

- Обязательно! Не было еще двух абсолютно одинаковых аппаратов. Постоянно что-то улучшается, изменяется.

- Вот видишь, что получается. Эти изменения приведут к изменению твоего «паука». Новый «паук» - новая программа. Да и старую программу выбрасывать нельзя. До тех пор пока аппарат летает и работает. К каждому пуску новый вариант программы. Всю оставшуюся жизнь придется делать новые и новые программы.

- Понятно, что так делать нельзя?

- Понятно. А как нужно?

- Точно мы пока не знаем. Но основной принцип должен быть таким. Сама программа должна быть одинаковой для всех аппаратов. Даже для любых типов аппаратов. А вот информация по каждому конкретному аппарату должна входить во входные данные для этой программы. Программа разрабатывается один раз, тщательно отлаживается и больше никогда не изменяется. Изменяются только входные данные. Понятно?

- Ничего не понятно. Да как же так можно сделать?

- Вот у Божкова есть некоторые теоретические идеи. Правда, нигде не проверенные, не испытанные. Суть их заключается в следующем. Нужно составить таблицы всех возможных состояний аппарата. Затем сравнивать текущее состояние аппарата со строками этих таблиц. С какой строкой совпадет, в таком состоянии аппарат и находится. Содержимое таблиц это входные данные, а механизм поиска и сравнения - это программа. Как думаешь, может получиться?

- Не знаю. Нужно подумать, поработать.

- Мы тоже не знаем. Давайте вместе поработаем. Попробуй своих «паучков» в таблицы превратить.

По этому и другим вопросам работали очень дружно. АСУ была создана и успешно сдана в эксплуатацию. Правда без контроля и диагностики. Где-то наверху решили, что задача эта слишком сложная, достаточно хорошо не проработанная. Возможны задержки с созданием средств ее решения. А это приведет к срыву сроков сдачи АСУ в эксплуатацию. И задача автоматизированного контроля и диагностики из задач АСУ была исключена.

Прошло несколько лет. Иду по коридору этого самого института. На стене «боевой листок», посвященный сдаче АСУ в эксплуатацию. Читаю и глазам своим не верю. Все поставлено с ног на голову. А может, наоборот, с головы на ноги?

Большой заголовок «Наши достижения». А там вместо того, что улучшено, что сделано, перечислены следующие достижения:

Герой социалистического труда - 1

Лауреат Ленинской Премии - 1

Награждены:

Орденом Ленина - ... офицеров.

Орденом Красного Знамени -... офицеров

Орденом Знак Почета -... офицеров

Защищено докторских диссертаций -5

Защищено кандидатских диссертаций -13

Цифры может и не совсем те, но суть та.

Лауреат Ленинской премии - полковник Эдуард Сергеевич Болотов, мы с Анатолием Малаховым с ним и его ребятами больше всего работали.

Герой Социалистического Труда - зам. Начальника ЦНИИ МО, генерал-майор, доктор технических наук, профессор, Председатель Ученого Совета ЦНИИ МО, руководитель работ Иван Васильевич Мещеряков. Личность совершенно легендарная. Помимо всех званий, научных работ и т.п. он еще и прототип одного из героев известнейшего кинофильма «Звезда».

От НПО ПМ тоже, кстати, двух человек наградили орденами «Знак почета». меня и Анатолия Малахова. Это был мой первый орден. **Только теперь стало понятно, что наградили нас, непосредственных исполнителей по представлению руководителя работ генерала И.В. Мещерякова в составе всей его команды без всякого согласования со всей нашей организацией (без начальства, без парткома, без профкома и комсомола), что в те времена вообще то было недопустимо. Но И.В.Мещеряков, боевой генерал, никогда и ничего не боявшийся, знавший всех своих непосредственных исполнителей в лицо, мог так смело поступить в нарушение всех бюрократических процедур.**

Приятно и можно гордиться когда тебя награждают за дело и по представлению заслуженного боевого генерала.

Ну, просто невозможно не привести несколько статей про Ивана Васильевича Мещерякова (см. Приложение, узнаете о космонавтике много интересного и необычного). Жаль, что раньше не знал о его прежней жизни. Впервые прочитал о нем в журнале «Новости космонавтики» в 2003г. Офицеры, с которыми работали, правда, как-то глухо, упоминали несколько раз, что их генерал в прошлом боевой десантник, но тогда прошло все это как-то незаметно. Я и диссертацию защищал на Ученом Совете под председательством Ивана Васильевича.

1.10 "Волосатая" автоматизация

Работы по АСУ идут полным ходом. В ЦУПе на стене уже установлено большущее табло. Через несколько месяцев на нем будет отображаться вся необходимая оперативная информация. Но до этого еще далеко. А очередной пуск «Молнии» состоится через несколько дней. И командир решается.....

В день пуска в ЦУПе необычно много приглашенных, у всех много звезд, есть и генералы. Загорается табло. На нем пошла оперативная информация. Все, как и положено. Прекрасно прошла на табло информация по работе первых ступеней ракеты-носителя. Сейчас она вместе со спутником вышла из зоны радиовидимости наших НИПов на территории СССР и движется по переходной орбите.

В районе Южного полюса отработает последняя ступень, система отделения отбросит спутник от ракеты-носителя и он начнет свою самостоятельную жизнь. Автоматически включится передатчик КИС, раскроются солнечные батареи (параметры раскрытия солнечных батарей РСБ11, РСБ12, РСБ21, РСБ22, РСБ31, РСБ32, РСБ41, РСБ42, РСБ51,

РСБ52, РСБ61, РСБ62 примут значение замкнуто) и т. д. Через 30 минут спутник войдет в зону радиовидимости наших средств.

Ждем. На табло появляется информация:

20.03 - Есть сигнал передатчика КИС.

РСБ11-зам. РСБ31-зам. РСБ51-зам.

РСБ12-зам. РСБ32-зам. РСБ52-зам.

РСБ21-зам РСБ41-зам. РСБ61-зам.

РСБ22-зам. РСБ42-зам. РСБ62-зам.

Значит все идет нормально, солнечные батареи раскрылись.

И вдруг! Вдруг на экране появляется многократно увеличенная, во всю стену, волосатая мужская рука и начинает аккуратно поправлять немного покосившуюся бумажку с этой самой информацией. (Вот вам и автоматизация! Показуха сплошная!)

В зале шок. Тишина сплошная. На командира смотреть страшно. Полный провал!

Минуту тишина. И вдруг взрыв! Взрыв смеха! Смеются все. Смеются дружно.

Молодец командир! Нашел решение как при неработающей еще АСУ оперативно доводить до всех информацию. Давай, продолжай! Крути с помощью своей «волосатой» автоматизации заранее заготовленное кино. Тем более, что и спутник работает как часы, точно по этому сценарию. Прямо с телефона, прямо по результатам оперативного анализа и сразу на экран нужную, заранее заготовленную картинку.

То-то все последние дни офицеры приставали. Просили помочь грамотно оформить заготовки, с которых будто бы будут рисовать плакаты.

1.12 Совещание

Главное Управление Заказчика. Расширенное совещание проводит Начальник Управления, генерал-лейтенант, Герой Советского Союза, летчик-космонавт Герман Степанович Титов.

Суть вопроса.

На «Молниях» начало телеметрического кадра (синхропосылка) обозначено 21 единицей. Если исказится хотя бы один разряд, теряется весь кадр - 512 телеметрических каналов. Было предложение заменить 21 единицу на помехоустойчивый код Баркера 1110010-1110010-0001101. Слушается состояние дел по доработке.

Предварительная информация: спутник доработан и готовится к запуску, а наземные средства не доработаны и не готовы к работе с доработанным спутником. Пуск может быть сорван. Слово представителю НПО ПМ.

- Герман Степанович, вот письмо за Вашей подписью с просьбой о доработке. Вот Техническое Решение по доработке, согласованное с Представительством Заказчика. Вот Заключение о проведении доработки и положительных результатах испытаний. Спутник

доработан, отправлен на космодром для запуска. В настоящее время ведутся заключительные операции.

- Молодцы. Слово представителю РНИИ КП.

- Герман Степанович, письмо Ваше мы тоже получили. Но есть определенная технология работ. По письмам такие доработки не делаются. Должно быть откорректировано Техническое Задание или выпущено Дополнение к нему. На основании этого будет откорректирована техническая документация. По документации будут проведены доработки технологического комплекса, затем будут проведены испытания и если результаты будут положительные, можно будет приступить к доработке всех НИПов Советского Союза, работающих с «Молниями»

- Сколько же времени вам на все это потребуется?

- Во-первых, ТЗ ваше, вам его и корректировать или выпускать Дополнение. Если вы за неделю справитесь, то и мы за неделю документацию откорректируем. А всего потребуется несколько месяцев.

Бурнейшее обсуждение. Вопрос всем ясен. Все правы. А пуск срывается!

Наконец Титов закрывает совещание «до особого распоряжения». Все начинают расходиться.

Представитель Главка нашего Министерства:

- Представителей промышленности попрошу задержаться. Садитесь!

И обращается к представителю РНИИ КП.

- Сколько?

Тот молчит. Еще раз:

- Сколько?

Представитель РНИИ КП встает, подходит к председательствующему и что-то долго, долго шепчет ему на ухо. (Так и осталось неизвестным, сколько и чего требовалось - премий, автомобилей, жилья?). Наконец председательствующий говорит:

- Согласен. Документ с собой?

Тот достает из внутреннего кармана документ.

- Попрошу всех заинтересованных расписаться на этом документе.

Все по очереди читают и расписываются.

- К пуску успеете доработки сделать?

- Успеем.

- Все свободны.

1.13. Салют-2М

Чем выше проходимость, тем дальше идти в деревню за трактором.

В конце 60-х годов в г. Зеленограде был построен комплекс заводов, оснащенных японским оборудованием для производства современных элементов вычислительной техники. Довольно быстро выяснилось, что в СССР никто не готов эти элементы применять и покупать. Было освоено производство самой ВТ, но и здесь возникли трудности с ее применением.

Так в НПО «ЭЛАС» была разработана вполне приличная по тем временам БЦВМ «Салют-2». Она была установлена на двух аппаратах «Венера» (кажется «Венера-5» и «Венера-6»). Два последовательных пуска и оба неудачные. А следующее «окно» для пусков через много- много лет.

Вот тогда перед НПО «ЭЛАС» встала задача - где же эффективней можно применять разрабатываемую ими технику. Примерка на самолеты показала, что там такая громадная серия, которая тут же головное предприятие превратит в обычный серийный завод. Этого не хотелось. Хотелось, чтобы в год производить 5-10 изделий. Не более.

Вот тогда-то и появилась в НПО ПМ достаточно представительная делегация. Вызывает Г.М. Чернявский.

- Знакомься!

За столом у ЗГК около десятка человек. Один встает и бодрим пружинящим шагом идет ко мне. О! Да это же командир в/ч полковник Аркадий Петрович Бачурин. Умница. Энергичен, строен, подтянут. Мы с ним уже несколько лет вместе работаем. Его ВЧ эксплуатирует КА связи, а моя группа от НПО ПМ обеспечивает техническое руководство этой эксплуатацией.

Чернявский быстро вводит в курс дела:

- У Г.Я. Гуськова (генеральный НПО «ЭЛАС») есть отличная БЦВМ. У нас есть отличный спутник Молния-1. Нужно их объединить и получить новое качество.

- Григорий Маркелович! Я-то здесь причем. У меня дел невпроворот. На носу очередной пуск. К ЭВМ я ни малейшего отношения не имею.

- Ничего. Спутник ты знаешь отлично. Значит, и задачи сможешь определить. В работах по АСУ «Корунда» участвовал. Короче. Аркадий! Бери его, и идите, работайте. Каждый вечер ко мне с докладом! Все!

За несколько дней мы определили задачи, решение которых улучшало характеристики спутника и которые я знал, как решать. Это программная защита командной радиолинии, автономное программно-временное управление и автономный контроль и диагностика. Слова БЦВМ тогда руководство почему-то боялось и комплекс получил имя АЗУД - Аппаратура **З**ащиты **У**правления и **Д**иагностики. Было разработано достаточно подробное Техническое задание на комплекс.

Неожиданно в разработку вмешалось руководство НИИП - сейчас это РНИИ КП. Поняв перспективность разработки, РНИИ КП потребовало обязательного своего участия. Они для «Молнии» делали бортовой и наземный командно-измерительные комплексы,

считали себя главными и самыми важными в СССР разработчиками систем управления космическими аппаратами и ни в коем случае не хотели терять эту роль. Сорвать разработку могли запросто. Ведь любая информация на борт КА и с борта идет через их системы. Договоренности велись только руководителями предприятий. Окончательное решение было такое.

НПО ПМ отвечает за идеологию и алгоритмы решения задач.

РНИИ КП осуществляет программирование задач и является головным по всему бортовому комплексу управления.

Зеленоград (НПО ЭЛАС) разрабатывает и поставляет АЗУД.

Кстати поставляет его не в НПО ПМ, а в РНИИ КП. РНИИ КП наполняет АЗУД программным обеспечением, стыкует его со своей аппаратурой, проводит комплексную отработку и затем поставляет весь комплекс в НПО ПМ.

В Зеленограде и в РНИИ КП работы развернулись полным ходом. А у нас...

У нас вся эта работа как-то само собой повисла на моей группе. В группе около десяти человек. Все заняты обеспечением управления «Молниями». По договоренности командира в/ч 32103-В с нашим руководством постоянно в в/ч из моей группы 1-2 человека ("Григорий, у тебя 5 тысяч человек, что для тебя каких то 1-2 человека"). Но ведь кого попало, не пошлешь, а управленцы только в моей группе.

На пуск выезжают еще 1-2 человека для обеспечения круглосуточной работы. А пуски через каждые несколько месяцев (в 1970 году 5 пусков - 19.02, 26.06, 29.09, 27.11, 25.12, ...1973 - 4 пуска - 03.02, 30.08, 14.11, 30.11). Остальные дома загружены сверх всякой меры - выпуск и корректировка документации, выпуск справок по отличиям очередных КА, проектные работы по новым КА и т.д. и т.п.

А тут еще такая беда с этой БЦВМ на голову свалилась. Заниматься ей абсолютно некогда.

Но через некоторое время из РНИИ КП прибыли программисты – Борис Брегман, нач. лаборатории, и Илья Иоффе, нач. группы. Умницы. Очень грамотные в своем деле и очень ответственные. Делать нечего, пришлось все бросать и сидеть с ними разрабатывать алгоритмы контроля, защиты и управления спутником.

С защитой решили очень просто. Лучшая защита - автономность. Отключаем полностью командную радиолинию (КРЛ) и пусть аппарат работает полностью автономно. Защита полная, вмешаться в управление никому невозможно. А включаться КРЛ для проведения коротких сеансов связи будет одним из 3-х способов. Или в заранее заданное время от ПВУ, или по одной защищенной команде, или, в случае отказа на КА, от программы «Диагностика».

С контролем и диагностикой состояния КА пришлось очень серьезно поработать. Помогли идеи, наработанные ранее при создании наземной АСУ системы «Корунд» под руководством подполковника к.т.н. Виктора Пантелеймоновича Божкова. А идеи такие. По данным телеметрии формируется строка текущего состояния контролируемой системы (более точно и научно формируется вектор текущего состояния ВТС, составляющими которого являются текущие значения параметров x_1, x_2, \dots, x_n).

Этот ВТС путем простого перебора тупо сравнивается с его возможными состояниями, записанными в таблице (матрице) нормальных состояний (МНС). Если ВТС совпадет с какой-либо из строк МНС, то - все, состояние системы нормальное. Если не совпадет, тогда начинается его сравнение со строками матрицы аномальных состояний. А в строке МАС уже и рекомендации по управлению записаны, т.е. какую команду или серию команд нужно выдать, чтобы привести КА в нормальное состояние.

Вместе с Ильей Иоффе разработали конкретные алгоритмы автономного контроля и диагностики. В них таблицы и их содержимое – входные данные, а механизмы сравнения - программы. Кстати, алгоритмы из ромбиков и квадратиков. Только смысл в них совсем другой. В ромбике теперь стоит сравнение с заданным значением не какого-либо конкретного параметра, а сравнение ВТС со строкой в таблице. А вот в строках таблиц уже конкретные параметры. Программы будет разрабатывать Илья со своим коллективом, а входные данные за нами. Красиво получается!

Работали ежедневно по 12-14 часов. От нас я и моя «правая рука» в то время Анатолий Кошкарёв. Естественно без выходных. Вот это была школа!!! Затем понаехали еще специалисты - аппаратчики из НПО ЭЛАС и РНИИ КП. Проектные документы (совместные протоколы, содержащие алгоритмы решения задач, интерфейсы между АЗУД, КИС, БАТС, логика их взаимодействия и т.д. и т.п.) были разработаны, что позволило РНИИ КП и НПО ЭЛАС полностью развернуть свои работы.

А у нас пуск за пуском. Командировки почти непрерывные. Попутно почти в каждой командировке заезды в Зеленоград и в РНИИ КП для решения возникающих оперативных вопросов.

Кстати, как строилось программное обеспечение в целом, как организуется вычислительный процесс, совершенно не интересовало. Казалось, что не наше это дело. Наше - как управлять спутником, по каким алгоритмам решать эти задачи.

Через примерно год Зеленоград изготовил АЗУД на базе БЦВМ Салют-2М и поставил комплекс в РНИИ КП. РНИИ КП начало работы по комплексной отработке всей системы управления.

На завершающей стадии в НПО ПМ поступило КПА Салют-2М. Встал вопрос - с какого номера «Молнии» устанавливать практически готовый АЗУД.

И вот здесь случилось совершенно неожиданное. По каким то причинам Г.М. Чернявский и Г.Я. Гуськов разругались вдрызг. Г.М. сказал, что "этого зас...ца он на борт никогда не пустит". Все работы по БЦВМ прекратить и вообще этого слова при нем не произносить.

Вся работа по этой тематике была прекращена.

Честно говоря, особого огорчения не было. Была, какая то навязанная дополнительная работа к основной, а теперь ее не стало. Как говорится «Баба с возу...» пardon, извините, «Леди вышла из экипажа – мустангу легче». Жаль было, конечно, ребят из НПО ЭЛАС и РНИИ КП. Они проделали огромную работу. И оказывается зря. В НПО ПМ кроме меня и Анатолия Кошкарёва практически никто по этой теме не работал, так что и потери были невелики.

В тоже время эта работа позволила приобрести значительный опыт по возможному использованию БЦВМ для решения задач управления КА.

Поставленная НПО ЭЛАС КПА «Салют-2М» числилась почему-то на мне, хранилась много лет на складах на «пасеке» и раз в год, во время коммунистических субботников, ездили мы своим коллективом на эти склады, вытирали пыль, переставляли аппаратуру с места на место. В общем, наводили порядок.

А в память об этой работе осталось авторское свидетельство на «Способ управления.....», полученный опыт и один очень полезный совет.

Мне его Илья Иоффе передал. Когда-то у него спина сильно болела. Ни змеиный яд, ни разные мази и примочки, ни что не помогало. Тогда ему один старый еврей дал такой очень простой совет. «Берешь полотенце, смачиваешь середину холодной водой и, взявшись за концы полотенца, энергично растираешь им спину. В период обострений – несколько раз в день. А лучше всего утром. Умылся и секунд 30 спинку сам себе потер». Помогает отлично.

1.14 Экзамен (национальный вопрос)

Для защиты кандидатской диссертации нужно сначала сдать кандидатский минимум. В него входят 3 экзамена - по иностранному языку, по философии и по спец. предмету. Сейчас предстоит экзамен по философии, точнее по «диалектическому и историческому материализму». Интересная наука философия - наука всех наук. Мне нравится. Одно время даже увлекался ей. Личной литературы у меня по ней много. Но одно дело читать и интересоваться и совсем другое сдавать экзамен.

Круг вопросов необъятен. От закона Ома до «о чем говорил Владимир Ильич Ленин 25 августа 1916 года». На последний вопрос еще в школе я как-то ответил, что с утра он чайку налить просил у Надежды Константиновны. Так мне за это первый раз в жизни двойку поставили. Хотя уверен, что ответ был правильный.

Я все это к тому, что не сдать экзамен можно запросто, даже при хорошей подготовке. Сдаем мы с группой из примерно 15 человек. В одном из институтов в Подмосковье. В каком институте? Не важно, назовем его Лесным институтом. Трое нас. Я, Леша Федянин, бывший сотрудник моей группы, а теперь майор Федянин и Олег Наговицин, тоже майор, тоже бывший сотрудник НПО ПМ, из отдела систем терморегулирования.

Да, да. Тот самый Олег Наговицин. В бесконечных командировках в Голицино про него у нас даже песни пели. На мотив «Ой вы ночи, матросские ночи....»

*Больше месяца парень бесится,
От жены надрая ждет,
Пьет в Голицино с Наговициным,
И тоска его не берет.*

Еще до сдачи экзамена организатор курсов, отставной то ли майор, то ли полковник нам сказал, что при определенных условиях сможет гарантировать нам по «тройке». А нам больше и не надо. Условие тоже очень понятное и простое - по 50р с каждого (примерно по 1-2 тыс. в ценах 2006г.), для дальнейшего развития и процветания науки философии.

Конечно же, мы согласны, философию нужно развивать. Деньги тут же сдали. Инструкции получили. «Главное чувствовать и вести себя уверенно. Не молчать. С собой принести по портфелю литературы. Аккуратно можно подсматривать. Тройку гарантирую».

Взяли билеты, сидим, готовимся. У меня вопрос совсем простой и понятный. У Лешки тоже проблем нет. Но отвечать не спешим. Пусть вся группа пройдет. У нас то гарантии. Первым из нас выходит отвечать Олег. Как только он зачитал свой вопрос, мы с Лешкой про всякую подготовку сразу забыли, рты пооткрывали, ответы Олеговы слушать приготвились.

Тут подоплека следующая. Хороший человек Олег. Но есть у него один маленький нюансик. В национальном вопросе. Непонятно, откуда это у него? Считает, что всех «черных и цветных» нужно «давить, давить и давить». До практики дело даже доходит. Месяц тому назад был он в Красноярске-26. Пошли с товарищем в гости к Гаязу Малихову. Тот их накормил, напоил, а они ему в благодарность морду набили. Исключительно по национальному вопросу!

После второй бутылки возникли у них принципиальнейшие разногласия. О происхождении и роли тюркских народностей. Гаяз эти народности сильно уважал. Но когда ему нос расквасили, то, учитывая явное численное преимущество оппонентов, он вынужден был полностью признать ошибочность всех своих заблуждений. Не зря генерал Лебедь любил повторять, что два автоматчика всегда уговорят сотню мудрецов.

Так вот, вопрос в билете у Олега «Ленин и национальный вопрос». Каким же соловьем он заливался, как грамотно отвечал! Заслушаешься! Мы и слушали!

«Все нации равны и равноправны независимо от цвета кожи и других признаков... и т. д. и т. п.»

Пятерку Олег получил! Заслуженную!

Мы с Федяниным, хотя тоже хорошо отвечали, получили только по 4.

Закончился экзамен. Все протоколы составлены и подписаны. Все свободны. Приглашаем преподавателей в буфет. Соглашаются. Двое их, оба кандидаты философских наук, из престижного московского института. Ни разу их до этого здесь никто не приглашал. Берем коньяк, закуски и потекли у нас с ними разные интересные беседы.

У них, у философов оказывается тоже своих проблем очень много. Зажимают их по многим вопросам. Нам все это очень понятно, мы с ними полностью согласны. А им с «технарями» очень интересно побеседовать, редко это бывает.

Я им кое-что из Канта, Гегеля привел применительно к сегодняшней ситуации. Федянин тоже кое-что добавил. После этого они вообще нас сильно уважали и стали порываться идти нам четверки на пятерки исправлять. Едва, едва их удержали.

А в самом конце разговора они нам еще и такое выдали. Оказывается, есть у них неофициальное, негласное указание. «Технарям» ни в коем случае не препятствовать. Пусть себе технику развивают, диссертации защищают, науку вперед двигают. Двоек им ни в коем случае нельзя ставить.

Вот для гуманитариев, особенно для философов другое дело. А для таких, как вы, положительная оценка всегда гарантирована. Да об этом все знают!

(Ну придумают «технари» какую-нибудь ядерную сверхбомбу или другое свержоружие! Это же все безобидно!

Да, да безобидно! От этого государство только сильнее станет. А вот гуманитарии и философы могут такую мешанину в головах у людей устроить, что те, вместо чужого, свое государство изнутри взорвать могут!)

1.15 Молния-1С

Легенда №2 – путешествие инженеров в Америку

Поехал теперь Брежнев в Америку. С собой та самая аппаратура для связи. И вот уже в Америке выяснилось, что никто ни из посольских, ни из свиты, ни из охраны даже представления не имеет, как обращаться с этой аппаратурой. А ответственность какая! О-го-го!!! Срочно команда в Москву прислать ближайшим же рейсом специалиста!

До НПО ЭЛАС дошла команда прислать уже двух. Для надежности. А как же загранпаспорта, визы, деньги??? Какие паспорта? Какие визы? Срочно в машину, в самолет. Прилетели. Никто не встречает. Документов нет. Денег нет. По-английски оба ни слова. На выходе полиция.

Наконец, через полчаса в посольстве встрепенулись, вспомнили. Прилетели на машине, показали полицейским какие то бумаги. Сели все в машину и в посольство. «Вот ваша комната, вот ваша аппаратура, вот там кухня, а там туалет. Работайте. Никуда не выходить. Захотите посмотреть Америку – вот окно».

Включить и настроить аппаратуру пара пустяков. Представляла она из себя с виду обычный кейс. Открыл крышку, а крышка это АФАР, антенная фазированная решетка. Ее нужно направить в сторону предполагаемого нахождения спутника. Самое простое – в сторону Полярной Звезды, на Север. Нужно только знать, где здесь Север. Пробовали спросить. Да кто же на такой подозрительный вопрос ответит, на себя такую ответственность возьмет? Тут дураков нет. (Ну зачем, сидя без документов, в закрытой комнате, знать где Север?) Пришлось самим определяться. Включили аппаратуру, проверили. Отсидели в комнате двое суток. Визит закончился.

Их снова в машину, в самолет и домой. Побывали в Америке!!!

Чем больше узнаю «Молнию», тем больше и больше она мне нравится. Очень продуманно и хорошо все спроектировано.

В пространстве спутник висит неподвижно, «носом» (осью X) и солнечными батареями смотрит прямо на Солнце. Направление это удерживается с помощью мощного маховика. Если он даже откажет и начнет останавливаться, то в противоположном направлении начнет раскручиваться сам аппарат, превращаясь в маховик.

Направление на Солнце все равно сохранится. А для «живучести» любого спутника это самое главное. Сохранено направление на Солнце, значит, есть электроэнергия, есть чем питать аппаратуру. У «Молнии» высочайшая живучесть обеспечивается без каких-либо специальных средств, заложена в самой идеологии построения спутника.

А орбита? Замечательная у «Молнии» орбита. Сильно вытянутый эллипс с перигеем в Южном и апогеем в Северном полушарии. Высота перигея 470км, высота апогея 40 тыс. км. В районе перигея у спутника максимальная скорость. Поэтому нижнюю часть орбиты, находящуюся вне зоны радиовидимости наземных средств Северного полушария, спутник пролетает очень быстро. А над Северным полушарием висит почти неподвижно.

Радиовидимость спутника начинается с высоты примерно 10 тыс. км и продолжается около 10 часов. И во всем диапазоне высот, от 10 до 40 тыс. км обеспечивается ориентация антенны на Землю и возможность проведения сеансов связи. Для круглосуточной связи используется система из 3-х или 4-х спутников. Один ушел, другой пришел. Если в системе 3 спутника, то каждый используется по 8 часов ($24 \text{ час} : 3 = 8$) в диапазоне высот от 24 до 40 тыс. км. Если в системе 4 спутника, то каждый используется по 6 часов ($24 \text{ час} : 4 = 6$), в диапазоне высот от 32 до 40 тыс. км.

Страна у нас северная и спутник висит как раз над северным полушарием, обеспечивая возможность связи на всей территории страны! (Спутники на геостационарной орбите обеспечивают возможность связи при углах места 10° только до 67° северной широты.)

И вот как-то на совещании у Г.М. Чернявского объявляется, что в стране завершаются работы по созданию ракеты-носителя для вывода спутников массой примерно 2,5 тонны на геостационарную орбиту. Какие будут предложения?

А какие могут быть предложения? Наш спутник для стационарной орбиты находится в стадии разработки и будет готов через 1,5-2 года. Давайте предложим «Молнию». Она может работать в диапазоне 10-40 тыс. км. А у стационарной орбиты высота 36 тыс. км, как раз в этом диапазоне. Отлично будет работать!

В результате обсуждения принято решение никаких предложений от НПО ПМ не подавать. «Молния» - это спутник не нашей разработки, это «королевский» спутник. Зачем же нам самим отдавать приоритет «чужой» машине? Нужно ускорять работы по своему «стационару». Обидно за «Молнию».

Прошло некоторое время. Просмотрели за это время все нюансы управления «Молнией» на геостационарной орбите. Все получается, но в течение суток будут 2 технологических перерыва сеанса связи длительностью примерно 30 мин. Корпус спутника в пространстве неподвижен, а подвижная антенна при отслеживании Земли в 2-х,

заранее известных, точках орбиты будет доходить до упора. Необходимо будет прокрутить спутник на 180 градусов.

Еще через некоторое время узнаем, что из-за отсутствия готового «стационарного» спутника в качестве «полезной нагрузки» будет запускаться «болванка».

Да как же так? Такая дорогая ракета-носитель выведет на геостационарную орбиту никому не нужную «болванку». А представьте докладывающего офицера. «Товарищ генерал, пуск успешный. Болванка выведена точно на расчетную геостационарную орбиту».

А «Молний» изготовлено уже много. В хранилищах хранятся. Периодически приходится их переиспытывать. Даже проблема возникла - мыши кабели грызут.

«Григорий Маркелович, давайте все-таки «Молнию» запустим. Управление мы обеспечим, от пуска будет реальная польза».

Не знаю, на каком уровне принималось окончательное решение об использовании «Молнии» в качестве полезной нагрузки при испытательном пуске новой ракеты-носителя. Но оно было принято. Каким было при этом официальное мнение НПО ПМ и насколько оно учитывалось?

При первом запуске, состоявшемся 26 марта 1974 года на геостационарную орбиту был выведен габаритно-весовой макет КА «Радуга» под названием «Космос-637». 29 июля 1974 г. на геостационарную орбиту была выведена «Молния-1».

Запуск прошел успешно и «Молния-1С» длительное время использовалась в интересах народного хозяйства и обороны.

1.16. Фотография

Произошел отказ одной из «Молний». При очередном сеансе связи включить ее не удалось. Все попытки получения от нее сигнала оказались тщетными. Пропала, исчезла. Попросили астрономов, чтобы они в свой самый мощный телескоп посмотрели. Сообщили им необходимые параметры орбиты. Они посмотрели и сообщают: «Спутник находится точно на расчетной орбите. Вращается. Фотографии высылаем. Просим сообщить нам и нашему руководству о результативности нашей работы. Готовы продолжать».

Мы ждем. Через некоторое время приходит... А где же тут спутник? И вообще, что это такое?

По телефону нам объясняют. Навели они телескоп в нужное место и сделали несколько экспозиций на одну и ту же кассету, через равные интервалы времени. Черточки на снимке это и есть спутник. Они получились прямо в центре кадра. Значит, спутник находится на расчетной орбите. Если к черточкам внимательно присмотреться, то можно увидеть, что их яркость меняется. Значит, спутник вращается. А белые точки, это звезды. Самая крупная - звезда 5-й величины.

Да, а я то думал...

Когда я эту фотографию показывал нашему Генеральному Конструктору М.Ф. Решетневу, он тоже был очень разочарован. Мне, говорит, из Академии наук звонили, сказали, что спутник они сфотографировали. Увидели даже, что он вращается. Рассказал

я все Михаилу Федоровичу, пояснил. А то, что они спутник сфотографировали, так вот она эта фотография.

2 БОРТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Салют-4

Время катит чередом, час за часом, день за днем. «Молнии» запускаются одна за другой. Одни вырабатывают ресурс и отказывают, вместо них запускаются другие. Процесс идет.

И все больше мыслей о том насколько лучшей можно сделать систему управления спутником с использованием БЦВМ.

Возьмем, например, программно временное устройство (ПВУ) «Ранет» на «Молнии». Позволяет обрабатывать всего то несколько типовых программ. Типовой сеанс связи и типовой сеанс коррекции орбиты. И все! А весит целых 27 кг.

Сложное, до невозможности. Построено на каких-то давно снятых с производства ферритовых сердечниках. Довольно часто обрабатывает совсем не так, как должно по документации. Но после анализа разработчиками или теперь уже и нашими кураторами всегда выясняется, что в данной ситуации все так и должно быть. Прибор то сложнейший.

А с помощью БЦВМ эта задача решается элементарно! Это будет просто одна из программ в БЦВМ. Более того, если потребуется или просто захочется поменять логику функционирования такого программного ПВУ, то нужно будет просто доработать (заменить) эту программу, без каких либо малейших доработок аппаратуры. Ведь любая доработка аппаратуры это почти трагедия-корректировка документации, доработка аппаратуры, дополнительные испытания и в результате срывы сроков поставки аппаратуры.

А дальше если чуть-чуть задуматься, то аж дух захватывает! У нас в стране самое узкое место это электроника, разработка и поставка электронной аппаратуры. Все сроки всегда срываются. Надежность аппаратуры низкая. Всегда что-то отказывает.

Нужно взять и всю электронику с борта выбросить!!!

Ну не всю конечно, а, по крайней мере, ту, которая предназначена для решения различных логических задач управления, контроля, обработки информации. Оставить только аппаратуру полезной нагрузки, датчиков и исполнительных органов бортовых систем. Все остальное заменить бортовыми программами. Программы разрабатывать самим, здесь в НПО ПМ! Не зависеть так сильно от наших «любимых» смежников. Сроки создания КА можно будет сократить и значительно.

А если предусмотреть возможность изменения отдельных программ или состава программ прямо в полете! Вообще можно будет избавиться от такого понятия как «Доработку провести с КА №».

Зачем, с какого то номера!? Прямо здесь и прямо сейчас!

А бортовые системы. Алгоритмы управления все сложнее и сложнее. Попробуй их в полном объеме реализовать с помощью электроники! А в программном обеспечении легко!

И вот подошло время создавать КА совершенно нового типа - Поток».

КА предназначен для обеспечения связи низкоорбитальных КА-абонентов с Центром Связи. Для этого «Поток» своим радиолучом должен находить КА - абонент, входить с ним в связь и обеспечивать устойчивую связь через себя КА-абонента с Центром в течение заданного времени сеанса связи. Т.е. нужно уметь вычислять (прогнозировать) текущее положение КА-абонентов, свое собственное и рассчитывать целеуказания, решая при этом довольно сложные баллистические задачи.

Ну и как тут обойтись без БЦВМ?

А тут еще и система ориентации требуется такая, что на простой электронике ее почти невозможно построить.

А система управления и контроля КА? Если ее реализовывать только на электронике, то такой монстр получится, что для полезной нагрузки уж точно места не останется.

А БЦВМ в стране может изготавливать пока только фирма того самого Г.Я. Гуськова. Вот такая ситуация!

Короче. Принято решение - БЦВМ на борту быть!

НПО ЭЛАС предлагает БЦВМ «Салют-4». Что здорово, система команд – аналог широко распространенных наземных вычислительных машин серии ЕС. Значит, при разработке программ можно будет воспользоваться всем мировым сервисом, наработанным для этого типа ЭВМ. Да и отладочный комплекс будет проще организовать.

Но ведь БЦВМ то хочется и уже очень хочется применить не только как расчетную ЭВМ, а как управляющий комплекс! Для этого необходимо ее сопряжение с командно-измерительной системой, с телеметрической системой, с датчиками и исполнительными органами системы ориентации, с блоками и приборами почти всех систем. А ведь это все устройства сопряжения и соответственно вес, габариты, энергопотребление. Предварительные проработки проектного отдела показали, что на комплекс с БЦВМ может быть выделено около 100 кг.

Поехали в НПО ЭЛАС.

Други!!! Кураторы!!! Если вам придется вести (курировать) у смежников аппаратуру, то всякими правдами и неправдами добивайтесь, чтобы у смежника было подразделение, отвечающее за весь комплекс! Не за рукава, не за пуговицы, а именно за весь костюм, т.е. комплекс в целом! За его состав, его технические и эксплуатационные характеристики, за выпуск проектной документации, за его приемо-сдаточные испытания и т.д. и т.п. Иначе.....

Нами примерный состав комплекса уже определен. Проработали его с подразделениями НПО ЭЛАС. В качестве комплексного подразделения – 1-й Зам. Генерального директора, Главный инженер Валерий Николаевич Филатов.

- Валерий Николаевич! Что-то с весом комплекса не получается! Собранные данные у ваших подразделений дают цифру значительно более 100 кг.

- Кто вам дал такие цифры? Кто складывал? Я сейчас сам сложу! Что? Получается более 400 кг! Неправильно! Ну-ка еще раз! Да!? Все равно больше 400!

Утрясание характеристик УИВК (именно такое имя получил комплекс - Управляющий Информационно–Вычислительный Комплекс) продолжалось еще очень долго.

Окончательное ТЗ было подписано только в 1980г. (разработано в 1977г.). Вес УИВК - 125кг, вес БЦВМ в составе УИВК - 27кг.

А в это же время прорабатывается весь бортовой комплекс управления, в котором УИВК один из его элементов. И в первую очередь бортовое программное обеспечение (БПО).

Мои хорошие друзья из ЦНИИ МО, создававшие АСУ «Корунд», и достаточно хорошо представлявшие, за что мы взялись сразу мне сказали, что решить отдельные задачи с помощью БЦВМ вы там мужики в Сибири, может быть, еще и сможете. Но вот организовать вычислительный процесс в ЭВМ (БЦВМ) это вам вряд ли удастся. Даже не понимаете, на что замахиваетесь. Вы же не фирма IBM.

Друзьям, конечно, спасибо. Предупредили, где может оказаться самая главная сложность. БЦВМ то мы действительно получим абсолютно пустую - кусок железа. Без операционной системы, без каких-либо программ, с очень ограниченной памятью (128 Кбайт ПЗУ, 32 Кбайт ОЗУ) и малым быстродействием (70 тыс. коротких операций в секунду).

Предварительные проработки показали, что всего набирается около полусотни бортовых программ, которые необходимо реализовать в БЦВМ. Причем их можно разделить на два класса - разовые и периодические.

Например, с Земли пришла радиокоманда. Ее нужно принять и исполнить, т. е. при получении команды нужно каким-то образом запустить специальную программу, которая и выполнит все необходимые функции. Если придет с Земли очередная команда, то все необходимо повторить. Это тип разовой программы.

С ними все понятно. У БЦВМ есть развитая система прерываний с 64 входами - 32 для приема сигналов от контактных датчиков и 32 для приема импульсных сигналов. Каждой разовой программе будет соответствовать свой вход. А на вход заведем нужный сигнал, по которому данная программа должна включаться.

Одна из задач программы «Диспетчера» - включение (постановка на обслуживание) заданной программы при появлении сигнала на соответствующем входе. Конечно, нужно еще разобраться с каждой разовой задачей, распределить функции между аппаратурой и будущей программой (на программу функций побольше, на аппаратуру поменьше), организовать выдачу из аппаратуры требуемых сигналов и разработать сами программы.

С периодическими программами сложнее. Совершенно непонятно, что с ними делать. Как организовать их периодическое включение, да еще и для каждой программы свой период.

К счастью, появились и свои первые программисты. А самый первый - Олег Петрович Кузютов. Умница, интеллигент, безотказен в работе. Сразу сказал, что готов разработать любую программу, любой сложности. Только скажите, что нужно разработать и какие есть ограничения по памяти и времени. Скажем, Олег Петрович, все скажем, но только через некоторое время.

Пришел молодой специалист Андрей Александрович Колташев. Будущий самый большой специалист по операционным системам и технологиям программирования.

- Андрей, а можно по одному сигналу прерывания включить несколько программ?

- Нет, нельзя.

- Ну, а хотя бы две?

- Нет, нельзя. Каждому сигналу прерывания может соответствовать только одна программа.

Прошло несколько дней и ночей.

- Андрей, а если по сигналу прерывания включить программу X, может ли она, затем сама уже включить несколько программ?

- Пожалуйста, сколько угодно.

- А десять можно?

- Можно.

- А двадцать?

- Хоть сколько.

- Очень здорово. А можно этой самой X задать периодичность включения тех самых других программ, приоритеты и другие входные данные?

- Нужно подумать, как это лучше сделать. Но вообще-то задача решаемая.

Думай Андрей, думай дорогой. А мне теперь полностью стало ясно, как быть с периодическими программами и как вообще будет организован у нас вычислительный процесс. Получается очень здорово и даже красиво.

(На всех известных космических аппаратах вычислительный процесс организован неэффективно. Интервал времени, обычно 1 с, нарезается на отрезки, например, по 50 мс, и каждой программе выделяется «свой» отрезок. Если программа в данной секунде не работает, никакая другая программа это время использовать не может, оно «пропадает»).

На один из входов системы прерывания заведем периодический сигнал, например, 4 секунды. С таким периодом и будет включаться та самая X. А уж она, в свою очередь, заявит целый пакет программ. Вот, кстати, и название для X хорошее - ПАКЕТ. Звучит, краткое, и самую суть передает.

Значит так. Периодические программы включаются, процесс идет. Некоторые программы могут заявиться одновременно. Зададим всем программам, каждой свой, приоритет. Сначала исполнится программа с более высоким приоритетом, затем ниже и т.д. Если при работе данной программы заявится более приоритетная, то работающую программу прервать и в сторону, в очередь прерванных программ. Пусть подождет, пока более приоритетная программа отработает. А если у вновь заявленной программы приоритетик ниже, чем у работающей, то пусть она подождет. В очереди заявленных (и желающих обслужиться) программ.

Кстати, называется это «мультипрограммный режим с приоритетной дисциплиной обслуживания».

Все почти как у людей. Более важные обслуживаются быстрее. Но здесь каждой программе нужно определить и задать свой приоритет. Люди до этого пока не дошли. А то бы президенту на крышу автомобиля одну большую мигалку, рангом пониже две, но размером поменьше, следующим по 3 маленьких, потом по 4 и т. д. А можно и наоборот, самому низкоприоритетному - одну и маленькую. И пусть они их при движении пересчитывают, а сотрудники ГАИ чтобы ни в коем случае не ошибались и более приоритетных вперед пропускали.

Да, очень важно, чтобы к началу каждого нового цикла все программы предыдущего цикла успели отработать. Иначе начнется наложение друг на друга и тогда вообще ничего не получится. Нужно будет очень серьезно относиться к заданию времени работы каждой программы.

А главным специалистом по организации вычислительного процесса у меня теперь будет молодой специалист Людмила Леонидовна Дробушевская. Диплом у нее красный и сама очень умная. Вот только по методике расчета загрузки БЦВМ никак с ней договориться не можем. С моей методикой не соглашается, а свою не предлагает. А все остальное у нее просто прекрасно получается. Молодец!

Кроме этого еще десятки и десятки задач. Посмотрим хотя бы один десяток.

2.2 ОЗУ

Вот в этой книге есть все слова для моей диссертации. Нужно только их правильно расставить.

Ф. Гарипов

Решение многих вопросов, которое сейчас кажется вполне естественным и единственно правильным (для специалистов НПО ПМ), тогда, в конце 70-х годов вызывало серьезные споры. Одним из таких был вопрос использования оперативной памяти (ОЗУ) БЦВМ.

НПО ЭЛАС предлагает в БЦВМ утвердить емкость ПЗУ в 128 Кбайт, а ОЗУ 16 Кбайт. Для нас ПЗУ более- менее приемлемо, а емкость ОЗУ- это же совершенный мизер.

- Зачем вам большое ОЗУ? 16 Кбайт более чем достаточно.

- Мы хотели бы часть программ размещать в ОЗУ.

- Вы что, с Луны свалились? Никогда не имели дела с вычислительной техникой? В БЦВМ, как и в любой ЭВМ, программы, а точнее тексты программ должны располагаться в постоянной памяти, в БЦВМ - в ПЗУ. А ОЗУ предназначено для переменных, массивов данных, результатов вычислений. Понятно?

- Понятно. Но неужели располагать тексты программ в ОЗУ нельзя принципиально? Что, БЦВМ в этом случае не будет работать?

- Вообще- то будет работать. Но так никто не делает. Да и зачем вам это нужно?

- У нас есть некоторые особенности. Аппарат, а вместе с ним и ваша БЦВМ будут находиться на орбите, на расстоянии примерно 40 тысяч км от Земли. С паяльником или с микросхемой туда не доберешься. Заменить ПЗУ при необходимости будет невозможно. А необходимость что-то подправить в программах или ввести новые программы наверняка

будет. У нас есть многолетний опыт эксплуатации КА. Кроме этого, при наземных испытаниях могут возникать замечания, требующие корректировки программ. Нам, что тогда, перепрошивать ПЗУ? Сколько времени на это потребуется?

- 3 месяца.

- И что 3 месяца нам стоять? Мы так сорвем все сроки.

- Нужно чтобы не было ошибок. Тогда и менять ничего не надо будет.

- Спасибо за совет. Мы это обязательно учтем. Но программы в ОЗУ все-таки располагать можно?

- Можно.

- А увеличить емкость ОЗУ можно?

- Только в виде отдельного дополнительного блока.

- Хорошо. Пусть будет в виде отдельного дополнительного блока.

- Но поймите, что организовать возможность изменения и даже замены программ очень сложно. Кто у вас будет решать эти задачи?

- Все будем делать сами.

- У вас есть опыт?

- Нет. Первый раз. Но как делать - знаем.

- Да. С вами не соскучишься. А емкость ОЗУ мы постараемся увеличить.

Емкость ОЗУ была увеличена сначала до 32 Кбайт, затем до 64 Кбайт, а затем и до 128 Кбайт. И не в виде отдельных блоков, а непосредственно в БЦВМ путем перехода на другую элементную базу.

А нам удалось просто блестяще решить все вопросы, связанные с возможностью изменения и доработок бортового программного обеспечения на любом этапе испытаний и эксплуатации КА, в том числе и непосредственно в полете.

Один штрих из предыдущей "оперы". Конечно же, в программе «Диспетчер», организующей вычислительный процесс, четко отделены тело программы и входные данные для программы. Конечно же, перечень программ, их приоритеты, периодичность работы – это входные данные, размещаемые в ОЗУ и их можно изменять.

Благодаря возможности изменения программ удавалось много раз не только не срывать сроки изготовления и запуска КА, не только множество раз буквально спасать КА, но и улучшать характеристики КА уже после их запуска. В результате нашего «поумнения».

Такой пример. КА SESAT был запущен 18.04.00 г. Так вот в 2006 - 2007г. нач. отдела систем электропитания Г.Д. Эвенов собирается на нем улучшить... Нет, нет, не свои бортовые программы, а как раз с их помощью собирается улучшить зарядно-разрядные характеристики своих аккумуляторных батарей. И запросто сможет это сделать. У него

появился новый метод зарядки аккумуляторов. Для его реализации нужно будет разработать еще одну бортовую программу и заложить на борт SESATa.

Без проблем!

«Если в этом будет необходимость. Или если об этом попросят. А еще лучше, если за это заплатят!»

А ОЗУ? Во всех современных и перспективных БЦВМ, используемых нашим предприятием, тексты всех программ размещаются именно в ОЗУ.

Думаете так все это просто и всем понятно? Пара примеров.

В декабре 2005г. в составе блока № 34 запущены 2 «Глонасса-М» и один «Глонасс». Так вот у «Глонасса» все бортовые программы размещены в ПЗУ. Разработчик – РНИИ КП.

Сообщение из журнала PC Week №1. 2006.

«30.01.2006. Командование ВВС США планирует приступить в 2006 г. к работам над проектом GPS 3 – новым поколением системы глобального позиционирования. Нынешний вариант GPS насчитывает 28 спутников, из которых к 2012 г. останется 24 единицы.

А для GPS 3 потребуется не менее 30 аппаратов, поэтому военные рассматривают возможность запуска двух спутников с помощью одного носителя. Первый аппарат должен быть выведен на орбиту в 2013г., а **бортовое ПО устройств GPS 3 можно будет перезагружать командами с Земли.»**

Молодцы, соображают, додумались.

2.3 ПК

Очень скоро стало понятно, что каждой программой, как и аппаратурой, нужно управлять. Нужны радиокоманды, чтобы "включать"- "выключать" программы, изменять режимы их работы и т.д. и т.п. А имеется только 255 радиокоманд (ПК). Имелся уже хороший опыт по размножению команд. Например, выдается команда на включение (подтверждение включения) одного из стволов ретранслятора и теперь 10-15 команд для управления блоками внутри этого ствола коммутируются именно на этот ствол. Выдается команда на включение другого ствола и те же самые 10-15 команд используются теперь уже для этого ствола. Таким путем можно сэкономить 30-40, ну 50 команд. А требуется... Ой как много требуется!!!

Радиокоманды передаются 8-ю значащими разрядами. Общее количество возможных команд равно $2^8-1=255$. Имеющаяся аппаратура командной радиоперелинии используется для управления многими типами уже работающих КА. Провести ее доработки уже невозможно.

А что если... Если вот так.

Кроме командной есть еще и программная радиоперелиния (ПРЛ). Предназначена она для передачи на борт КА массивов информации. Каждое слово в ней передается 32 разрядами. Если организовать режим, в котором каждое слово ПРЛ будет восприниматься как команда, то можно иметь 2^{32} команд. Хватит с громадным избытком и мне и следующим поколениям.

А главное - основная аппаратура, бортовая и наземная, уже есть. Правда, массивы для ПРЛ формируются в наземной ЭВМ только заранее, т.е. не оперативно. А выдача команд требуется оперативно, в реальном масштабе времени. Но ведь видно, что задача решаемая.

Все! Вводим понятие программной команды (ПК). Это команды, передаваемые по ПРЛ, имеют только программные действия и количество их практически неограниченное. На «Потоке» уложились в 3000.

Ой, что потом было с этими ПК! Это решение, как и десятки других, вошли в документ «Исходные данные по логике функционирования КА и разработке бортового программного обеспечения». Документ, без всякого согласования с кем-либо, был утвержден у 1-го ЗГК Г.М. Чернявского.

Ему я честно пояснил, что без этого документа развернуть работы в НПО, и не только в НПО, невозможно, а согласование такого документа займет много, много месяцев. Если это вообще возможно, очень уж много нового. Давайте утвердим, работа начнется, а возникающие вопросы будем решать у Вас. Оперативно. Маркелыч утвердил.

Через несколько дней прибегают Альберт Юдин. Красный, красный.

- Анисимов, ты вредитель. Расстрелять тебя – это очень мало. Ты хоть понимаешь, что никаких ПК средства НКУ (наземный комплекс управления) выдавать не могут. Как же без согласования с РНИИ КП это можно включать в такой документ. Ведь по нему уже все начали работать. А что и как РНИИ КП нужно дорабатывать, я даже не представляю. Массивы ПРЛ готовятся всегда заранее, не оперативно. Более того, информация сначала набивается на перфолентах и только с них уже вводится в ЭВМ. Выдавать ПК невозможно.

Через несколько дней.

- Может для каждой команды заранее подготовить перфоленточку, забить на стене для каждой свой гвоздик с номером. Сколько всего штук их будет?

- Примерно 1000.

- Сколько, сколько? Тысяча гвоздиков? Точно вредитель!

- Альберт, успокойся. Пойми, без решения этого вопроса «Потока» просто не будет. Озадачивай РНИИ КП. Я там многих ребят хорошо знаю, если потребуется, помогу. Чернявского, если надо подключим. Не бойся. Решим.

И ведь решили. Был создан специальный пульт ЯУ-145 для выдачи ПК, им были оборудованы все НИПы и ПК выдавались также просто, как и обычные РК, а возможности по управлению КА увеличились многократно.

А программы приема и обработки информации отлично разработали (и продолжают разрабатывать для новых КА) Тамара Соломина и Надежда Варламова.

2.4 Организация бортовой шкалы времени

На «Молниях» никакой шкалы времени не было. Было то, что сейчас называется таймерами. Длительность таймеров - до нескольких суток. Отсчет времени начинается с момента включения таймера (цикла ПВУ). Как-то все очень примитивно и неудобно.

На «Глонассах» имеется сверхточная специальная аппаратура времени – БСУ, бортовое синхронизирующее устройство. Но счет времени организован так, что нормальному, трезвому человеку понять это сложно, а пользоваться неудобно (6 разрядов - секунды, 6 р. - мин., 5 р. - часы, 11 р. - сутки в 4-х летии, 4 р. - количество 4-х летий в 64-х летии). Кошмар какой-то!

А хорошая шкала времени на борту ой как нужна! Для того чтобы организовать автономное программно-временное управление аппаратом, для привязки происходящих на борту событий к простому, понятному времени, например, к московскому.

В составе УИВК есть 12-разрядный счетчик времени. Почему 12-разрядный? Никто не знает. Вот есть уже такой, разработанный. А что, нужен какой-то другой? Пока не знаю. Да и с этим непонятно что делать.

Хорошо, заведем на его вход сигнал частотой 1гц - 1 секунда. Имеем аппаратный счет времени до $2^{12} \text{ с} = 4096 \text{ с} = 1 \text{ час } 8 \text{ мин } 16 \text{ с}$. А дальше как? Можно конечно учитывать, что в сутках 86400 с или 1440 мин и что-нибудь на этом придумать. Нагородить 6р. - 5р. - 17р. Нет, это плохо.

Хотя уже понятно, что аппаратно счет времени будет вестись до 2^{12} , а дальше его нужно вести получается программно. БЦВМ у нас 32-разрядная. Удобнее всего работать 32-разрядными словами.

Вот и выделим для счета времени одно 32-х разрядное слово, в котором, начиная с 13 разряда, будет вестись счет старших (старше 12 р.) разрядов времени. А всего получается аппаратно-программный счетчик до 2^{32} секунд. Это же более 108 лет! Ясно, что столько не нужно. Но не сокращать ведь счетчик до 26-27 разрядов! Экономия внутри слова 5-6 разрядов это ноль, а потери при работе программ с таким счетчиком будут громадные. Пускай будет 32 разряда и 108 лет!

А откуда начинать отсчет времени? Можно, конечно, от КО (срабатывание контактов отделения – при отделении КА от ракеты-носителя), но тогда на разных КА даже одного типа будут разные точки отсчета начала времени. Управлять такими аппаратами будет очень неудобно. Запутаетесь во временах, появятся ошибки. Нужно, чтобы на всех аппаратах, по крайней мере, одного типа, была одинаковая точка начала отсчета времени.

Проработка вопроса со всеми разработчиками бортовых систем показала, что кроме баллистиков всем точка начала отсчета времени безразлична. Для баллистиков очень желательно привязать начало отсчета к эпоховому времени, так как все астрономические справочные данные и таблицы привязаны именно к эпоховому времени, и такая привязка позволит упростить бортовые программы.

Пожалуйста, привяжемся к эпоховому времени. Тем более, что действующее эпоховое время 00 час 00 мин 00 с 1 января 1975 г. близко к текущему (предыдущие были в 1900 г., 1950 г., а следующее в 2000 г.) и имеющихся 108 лет хватит для привязки к любой эпохе.

Ну, а для удобства использования предусмотрим возможность съема времени просто в количестве секунд с начала отсчета (программа СТВС - съем текущего времени в секундах) или в московском (декретном) времени (программа СТВМ - съем текущего времени московский).

Это основа. Было в организации времени еще достаточно много других вопросов. Например, для возможности получения в ТМ-информации текущего бортового времени

даже при сбоях и отказах средств обработки и расшифровки ТМ- информации (что в то время было постоянно) для секунд отдельно, для минут отдельно и для часов отдельно выделим полные ТМ каналы (8 разрядов). Хотя для секунд и минут достаточно 6 разрядов (секунд и минут более 60 не бывает), а для часов достаточно 5 разрядов (более 24 часов не бывает.). В этом случае двоичный код в канале соответствует количеству часов, минут, секунд и это число легко определяется.

А как просто и оригинально была решена задача сверки и коррекции бортового времени. Обычно для этого используется специальная сложнейшая наземная и бортовая аппаратура. Она при включении режима автоматически проводит сверку бортового и наземного времени и, при необходимости, корректирует бортовое время на вычисленную в процессе сверки величину путем формирования и закладки на борт соответствующего массива КПИ.

А здесь так. По обычной радиокоманде (на «Потоке» РК № 44) текущее бортовое время записывается в выделенные ТМ-каналы. Оператор сравнивает время выдачи РК (любая выдаваемая РК привязана к СЕВ с точностью 200 мс) с бортовым временем в выделенных ТМ-каналах. Они должны совпадать. Если есть уход БШВ, то проводится его коррекция. При эксплуатации уход очень мал (стабильность $5 \cdot 10^{-7}$) и даже одна секунда набирается за несколько месяцев. Поэтому для удобства и простоты проведения коррекции БШВ предусмотрены две РК. Одна «+1сек», вторая «-1сек.». Выдали команду «+1сек.» - БШВ увеличилось на 1сек. Выдали ее подряд 5 раз, БШВ увеличится на 5сек. Аналогично и с командой «-1сек.».

Все очень просто, понятно, удобно!

...

Прошло много лет. Заключен контракт с EUTELSAT по спутнику SESAT. Решаем с французами различные технические вопросы. Француз долго и подробно объясняет как важно и нужно, чтобы НПО ПМ для КА SESAT решило проблему автономного функционирования. Это необходимо на период профилактики наземных средств, на случай их отказа и т.д.

На SESAT у нас устанавливается тот же БКУ, что и на «Потоке» и проблемы автономного функционирования в течение месяца и более давно уже решены. Поэтому спокойно слушаю и жду цифру, т.е. требуемую длительность автономного функционирования. А дальше был такой примерно диалог. (Ожидаю, что будет названа цифра от недели до месяца).

- Спутник должен полностью автономно функционировать в течение 2-х суток.

- Хорошо. Нет проблем.

- Вы меня правильно поняли? Целых 2 суток.

- Я понял. 2 суток.

- 2 суток - это 48 часов.

- Понятно.

- У вас должен быть счетчик времени не менее чем на 48 часов. Вы сможете это сделать?

- У нас все уже есть. Счет времени может вестись до 108 лет.

- Сколько? Сколько? Как? Зачем? Почему?

Пораженному и удивленному французу объясняю, что у нас задача счета времени решена не аппаратно, а программно-аппаратно с использованием БЦВМ. Счет времени в секундах ведется в одном 32-разрядном слове. А 2^{32} секунд и есть как раз 108 лет.

Не знаю, все ли он понял, похоже, он так и не избавился от некоторого потрясения после услышанного, но диалог закончился так, даже с изящным французским юмором.

- Хорошо. Учитывая, что 108 лет значительно больше, чем 48 часов, он не сомневается, что НПО ПМ эту задачу решить сможет.

P.S.

Сообщение агентства Reuters от 07.11.06г.

«Компьютерная проблема может вынудить NASA отложить намеченный на декабрь запуск шаттла Discoverer до 2007 года, чтобы не сталкиваться с проблемой перехода компьютеров на отсчет дней нового года. Если Шатл будет запущен по расписанию, то есть 7 декабря, то никаких проблем не возникнет, поскольку 12-дневная миссия завершится до Нового года. Однако если по какой-либо причине запуск незначительно отложится до 17-18 декабря, то в момент смены года шаттл будет на орбите. При этом бортовые компьютеры шаттла, в отличие от наземных систем, не умеют автоматически отсчитывать годы. Они не сбрасывают отсчет дней и 1 января станет 366-м днем 2006года. Таким образом возникнет рассогласование систем навигации на Земле и в космосе.»

Без комментариев. Даже не верится, что у американцев могут быть такие «ляпы», да еще и без возможности их легкого исправления.

2.5 Программно-временное управление

На всех, мне известных аппаратах, для управления в автономном режиме использовались программно временные устройства (ПВУ), которые через заданное после запуска время выдавали так называемые метки. Метка - это макрокоманда, по которой включается или выключается нужная аппаратура.

Не знаю уж как, каким путем мне удалось додуматься, чтобы вместо меток в заданное время можно от БЦВМ выдавать коды обычных радиокоманд. Более того, выдавать их на те же релейные матрицы, на которые приходят радиокоманды с Земли от НКУ. Тогда и программа автономного управления ничем не будет отличаться от программы обычного оперативного управления.

Просто одна записывается авторучкой в бортовом журнале на Земле, а другая точно в таком же виде во входных данных программы БЦВМ. Назовем ее ПВУ. Основной алгоритм – сравнение заданного времени очередной команды с текущим бортовым временем и при их совпадении выдача кода команды в релейные матрицы для исполнения. Как все просто!

Для удобства управления предусмотрим еще возможность циклической выдачи команд с циклом 24 часа. Т.е. такое ПВУ будет ежедневно повторять одни и те же заданные команды. Это очень удобно, например, при прохождении теневых участков на

орбите, которые ежедневно бывают приблизительно в одно и тоже время осенью и весной (на геостационарной орбите).

Почему осенью и весной? В это время Солнце находится в районе плоскости экватора, а спутник на геостационарной орбите тоже в этой плоскости. От Земли есть тень, естественно, тоже в плоскости экватора, и спутник, при своем движении по орбите, периодически, один раз в сутки, входит в эту тень.

А летом Солнце над плоскостью экватора, над Землей (максимально 23 градуса), тень от Земли соответственно будет ниже плоскости экватора и спутник при своем движении по орбите в тень нигде не попадает. Зато в северном полушарии летом тепло! Аналогично зимой. Только зимой Солнце ниже плоскости экватора и зимой в северном полушарии холодно.

С программой все нормально. Программистам выданы «Исходные данные на разработку». Олегу Кузютову, Анне Хохловой и Лиде Перебаевой все понятно, и они грамотно и качественно ведут разработку программы.

А вот с аппаратурой совсем плохо. Валентин Макаров, начальник отдела в РНИИ КП не пускает к своим релейным матрицам. Я, говорю, отвечаю за радиолинию управления, а вы хотите тоже в нее влезть. Ваша БЦВМ взбесится, например, и начнет непрерывно выдавать какие-то команды, и, в результате, с Земли команды не пойдут. А я за это отвечаю. Уж как я его не уговаривал, как ни убеждал, что такого не будет, что командам с Земли будет дан приоритет, что от такой ситуации предусмотрим защиту и т.д. и т.п. Все бесполезно. Уперся и все. Привлечение нашего руководства тоже не помогло.

Но ведь не отказываться же от такой красивой и полезной идеи. Пришлось в состав УИВК включить точно такие же релейные матрицы. Назвали их «Блок релейных матриц» - БРМ. Для надежности 2 блока БРМ. Каждый на 255 команд, т.е. в каждом не менее 255 реле плюс электроника и др. Теперь одна и та же команда от БЦВМ исполняется на одних матрицах, а с Земли на других. Совершенно лишняя аппаратура, лишний вес, море лишних кабелей. Дурь несусветная. А что можно было еще сделать?

Конечно же, на современных аппаратах от этого избавились. Одни и те же матрицы используются и для оперативного и для автономного управления.

2.6 Автономный контроль и диагностика

Вот кто-то сейчас этот текст читает, а в это время на всех КА разработки НПО ПМ, каждые 4 секунды автономно проводится полный контроль их функционирования. Осуществляется это с помощью программ «Дежурный контроль» и «Диагностика». Точнее, каждые 4 секунды включается программа «Дежурный контроль», которая по ограниченному числу специально выбранных «дежурных» параметров контролирует неизменность состояния КА.

В случае изменения состояния КА, что возможно в результате отказов или штатного переключения аппаратуры, программа «Дежурный контроль» включает программу «Диагностика». Эта программа определяет причину своего включения и/или задает новые уставки «Дежурному контролю» (если все нормально) или выдает команды переключения на резервную аппаратуру в случае отказа, или просто запоминает необходимые для данной ситуации параметры.

Программа универсальна, т.е. без каких либо доработок может применяться для различных КА или даже других объектов контроля. Изменяются только входные данные

программы. Входными данными являются перечни контролируемых параметров (естественно различные для разных КА) и таблицы их возможных значений при нормальном и аномальном функционировании КА с соответствующими рекомендациями по управлению КА в различных ситуациях.

В программе четко отделены сама программа и входные данные программы. Программа всегда неизменна, а входные данные переменны для различных космических аппаратов. Этот принцип красной нитью проведен через все программное обеспечение БКУ.

ЛЮБУЮ ПРОГРАММУ ВСЕГДА МОЖНО (НУЖНО СТАРАТЬСЯ) РАЗДЕЛИТЬ НА ПРОГРАММУ И ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ НЕЕ. ПРОГРАММА НЕИЗМЕННА.

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПЕРЕМЕННЫ.

Ни на одном другом КА разработки других предприятий, наших и зарубежных, ничего подобного нет!

Первый вариант программы разрабатывала Нина Тютюкина, замечательнейший программист. Затем эстафету у нее взяла и много, много лет ее достойно несет Люба Галимзянова. Программы «Дежурный контроль» и «Диагностика» для всех КА с БЦВМ «Салют-32», а так же для «Экспрессов-АМ» это ее работа.

Хуже с входными данными для этих программ. Как только кто-нибудь хорошо это дело освоит, тут же увольняется или его «уводят». Ну, прямо напасть какая то!

Леонид Афанасьевич Федянин - «увели» военные управлять «Молниями». Почти сразу дали звание капитан, дослужился до подполковника. Сейчас работает в Москве, у Чернявского. Пытаются создать хотя бы маленький, низенький спутник ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли).

Фандас Закиевич Гарипов - уехал в Татарстан, начальник отдела АСУ строящегося в то время в Елабуге автозавода.

Сергей Жук - уехал в Красноярск, внедряет идеи «Диагностики» в промышленности.

Александр Дутов – «увели» в головной проектный отдел.

Тамара Коренко – ударились в политику и ушла в городскую администрацию помощником мэра.

Раис Муратов- главный инженер ЦУПа ГПКС, того самого, что на берегу нашего прекрасного озера.

Виктор Владимирович Хартов - организовал совместно с КГТУ разработку технологического комплекса «Реал», для автоматизированной подготовки входных данных для программ «Дежурный контроль» и «Диагностика». «Увели» на должность Главного конструктора направления. С 21.11.06 – Зам. генерального конструктора НПО ПМ.

Люба Маркова - ученица Хартова, уволилась, уехала.

Владимир Ганжа – успешно защитил диссертацию по вопросам диагностики, во времена «перестройки» ушел на работу в Сбербанк (в тот, где деньги). В настоящее время Зам. управляющего Сбербанка г. Красноярск.

Станислав Рябушкин - начальник соседнего отдела.

Галина Ширшова – начальник отдела в ГЖКУ.

Евгений Николаевич Якимов - в течение многих лет моя «правая рука», нач. группы БКУ, нач. сектора БКУ. Кроме бесчисленных вопросов по БКУ в целом и разработке входных данных для многих программ значительно улучшил программу «Диагностика», решив довольно сложную проблему флуктуации значений параметров. «Увели» на должность Главного конструктора направления.

Сергей Григорьевич Кочура - «увели» на должность начальника отдела. Уходил Сергей в «чужой» отдел и, чтобы уверенней себя чувствовал, пришлось в качестве «приданного» отдать ему самое дорогое - сектор бортовых комплексов управления. С 20.04.06 - Главный Конструктор направления.

А самым главным специалистом по всем вопросам «Дежурного контроля» и «Диагностики» в настоящее время является Надя Лапина – Надежда Александровна Лапина.

Очень положительно отзывался о нашем методе один из ведущих специалистов «королевской» фирмы, нынешней НПО «Энергия». Замечательный специалист с очень интересной фамилией. Как он сам любил говорить: «Моя фамилия состоит из двух частей. Первая часть это то место, куда все хотят попасть, а вторая часть- это куда всех обычно посылают».

Райхер его фамилия, Евгений Матвеевич Райхер. Даже на защиту моей диссертации приезжал. В своем выступлении, от имени своей организации и от себя лично дал высокую оценку работе и разработанным методам автономного контроля и диагностики космических аппаратов.

Через некоторое время после запуска «Потока» приехала в ЦУП группа старших офицеров из ЦНИИ МО. Все мои хорошие знакомые. Все, участники разработки АСУ системы «Корунд». Можно сказать, мои учителя. Их интересуется опыт практического применения БЦВМ. Поздоровались, поговорили. Поздравили с началом летных испытаний БКУ с БЦВМ в целом и особенно программ «Дежурный контроль» и «Диагностика».

Один из них, к.т.н. подполковник В.П. Божков, настоящий ас в вопросах контроля и диагностики, вышел покурить. Возвращается страшно удивленный и возбужденный. Рассказывает: «В курилке курят и разговаривают совсем молодые ребята из НПО ПМ. При этом используют такие научные термины, которые во всем мире то знают всего немного человек. Спрашиваю у них, а что такое ВТС? Отвечают совершенно спокойно - вектор текущего состояния в многомерном пространстве, составляющими которого являются текущие значения телеметрических параметров. У них там с каким-то из векторов непорядок.

Спрашиваю, а что это у вас на борту за МАСы и МНСы. Смотрят на меня как на «серого», «серого», но все равно очень грамотно объясняют. Мне!!! Потом подробно с ними побеседовали. Как будто побывал на заседании Ученого Совета!!! Зовут их Сергей и Женя (Сергей Жук и Женя Якимов). Будь моя воля, присвоил бы им звания кандидатов наук, не задумываясь!».

Полностью с ним согласен!

Подмосковье. Болшево. Живу на даче у товарища, Гены Телегина. Кандидат наук, вольнонаемный в военном институте. Вместе работали при создании автоматизированной системы управления (АСУ) спутниками «Молния», Дом на даче внутри не хуже любой городской квартиры. Готовлюсь к защите диссертации. До института, где предстоит защита, всего 15 минут хода по лесной дорожке. Вдоль дорожки тянется длиннющий зеленый забор.

Гена рассказывает: «Когда закончилась героическая ледовая папанинская эпопея, всех участников наградили. А самому Папанину т. Сталин сказал, что мы тут вот посоветовались и решили выделить вам дачу, для поправки здоровья. Какую бы Вы желали? Папанин не растерялся и ответил так. Товарищ Сталин, я привык к льдине, на которой мы дрейфовали. Мне и дачу бы такую, как та льдина (на которую самолеты спокойно садились). Сталин рассмеялся и поручил подобрать товарищу Папанину дачу, чтобы была как та льдина. Подобрали. Вот она, за зеленым забором. Правда, сейчас ее немного уменьшили. Часть отдали под пионерский лагерь».

Еще когда управлял «Молниями» завидовал «системщикам» т. е. специалистам по какой-либо из бортовых систем. Проводится очередной сеанс связи с КА. Каждый посмотрел телеметрию по своей системе и свободен до очередного сеанса. А это несколько часов. Можно и в Москву съездить и в кино сходить. Хорошо! А у меня своей бортовой системы нет. И никуда мне с ЦУПа отлучаться нельзя. Да и вообще хотя я все отлично знаю, но формально не специалист ни по какой системе. Хочу себе тоже бортовую систему!

Много занимаюсь вопросами автономности функционирования КА.

Во-первых, автономность позволит разгрузить наземные средства, которые все более становятся самым узким местом при управлении КА.

Во-вторых, все космические группировки полностью зависят от наземного комплекса управления (НКУ). При выводе из строя средств НКУ все эти группировки превращаются в обычный, никому не нужный, космический мусор.

В-третьих, на мой взгляд, КА должны работать примерно так, как работают нефтяные скважины. Качают себе нефть и качают. Никто около них не стоит. Если что случится, на пульт оператора поступит сигнал. Вот тогда оператор и вмешается в управление. Точно также и КА. Работает автономно и пусть себе работает. Он нам не мешает, и мы ему не будем мешать. От всех рутинных операций операторов надо освободить. Конечно, такую работу нужно еще организовать.

По данным зарубежных источников там тоже понимают, что «значительная зависимость функционирования КА от наземных средств управления может привести к невозможности выполнения КА своих задач». Намечен путь, по которому они собираются идти. Основная идея – автономность КА обеспечивается автономностью его бортовых систем. Т.е. чтобы сделать автономным КА, нужно заново переделать все его бортовые системы, с учетом требований по автономности. Естественно, все бортовые системы станут дороже. Дополнительные требования – дополнительное финансирование. Все там довольны.

Кстати, после этого все публикации в печати по работам по автономности зарубежных КА полностью прекратились.

А как быть у нас? Все Главные конструкторы предприятий полностью независимы. Разработчики бортовых систем тоже независимы. Рычагов для организации переделки всех бортовых систем с учетом требований по автономности никаких. Да, похоже, это никого и не волнует. Главное - полезная нагрузка. Все для нее, все ради нее. А всякие там автономности и удобства эксплуатации - это пока считается надуманным, второстепенным.

А что если пойти другим путем! Ведь сейчас с помощью НКУ аппараты управляются нормально! Не трогая бортовых систем, организуем на борту аналог НКУ! Назовем его БКУ – Бортовой Комплекс Управления. НКУ и БКУ. Задачи те же самые, что и у НКУ, но комплекс находится непосредственно на борту и управляет КА в автономном режиме, т. е. без НКУ. Состав его понятен:

- УИВК с БЦВМ;
- КИС (командно-измерительная система) для взаимодействия с НКУ;
- БАТС (телеметрическая система);
- БУ (блок управления);
- ПО БКУ (программное обеспечение БКУ).

Конечно, такой состав не соответствует никаким ГОСТам и стандартам. Ну и что? Для дела это хорошо, а остальное не так уж и важно. На предприятии особых противников вроде и не должно быть. Тем более что УИВК, КИС и ПО давно уже в моем секторе.

Ввожу в « ИД...» в состав КА абсолютно новую систему – БКУ. Документ утверждается 1-м ЗГК и с **30.08.77** на всех наших КА с БЦВМ есть еще одна бортовая система – **БОРТОВОЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ**.

Все!!! Теперь и у меня есть своя бортовая система!

Не простая система. БКУ, как гигантскими щупальцами, своими информационно-управляющими связями опутывает весь космический аппарат, создавая из наборов

приборов, устройств и программ действующие бортовые системы, работающие под единым управлением. И с каждой информационной и командной связью нужно грамотно разобраться, определить, как ее физически организовать. А связей этих десятки и сотни, тех и других. Мало не покажется.

Например, у меня в автомобиле, примерно 20 разъемов, каждый на 4-8 контактов. У космического аппарата связи примерно 2000 разъемов, в основном 50-контактных. Для организации многих связей необходима разработка специальных устройств сопряжения. Приборы то в составе спутника старой разработки, специально для сопряжения с бортовой машиной не приспособлены.

Это уже потом, значительно позже, ко всем приборам новой разработки будут предъявлены специальные требования и сопряжение с ними будет осуществляться по единой, стандартной магистрали.

Замечательный получился комплекс, с громадными возможностями в том числе и с точки зрения удобств эксплуатации, с большим набором унифицированных программ, обеспечивающих возможность грамотной, удобной и эффективной эксплуатации космических аппаратов. А вместе с комплексом появился ответственный не за пуговицы, не за рукава, а за костюм в целом. Ответственный за логику функционирования всего космического аппарата – подразделение разработки бортовых комплексов управления.

2.8 Ресурсы

Лучший способ избавиться от работы - сделать ее.

Понятно, что загрузка БЦВМ не может быть более 100%. Имеется в виду по времени. Т.е. для всех программ должно хватать времени и еще должен оставаться какой-то запас. А производительность машины всего то 70 тыс. операций в секунду (у современных несколько миллионов).

Необходимо для каждой программы задать ограничение по времени ее работы. Для этого естественно приходится вникнуть в суть каждой программы, оценить ее сложность, периодичность работы и с учетом этих и ряда других факторов выделить для нее требуемые ресурсы - выделяемое время работы и объем памяти.

Очень громко сказано – программы. Нет пока никаких программ! И будут они еще очень и очень не скоро! Через несколько лет. А пока есть только их названия и решаемые задачи. А если еще точнее, то и названий для большинства программ еще нет. Приходится их придумывать. Давать программам имена, как детям. А всего их около сотни. Для программ БКУ делаю это сам, для остальных вместе с разработчиками бортовых систем.

На самом то деле все гораздо хуже. Нужно по каждой бортовой системе еще понять и определить, сколько же будет этих программ.

Такой простой пример. Система ориентации. На мой взгляд, самая сложная. Требуется следующее. С периодичностью 0,2-0,4с нужно снимать информацию со всех датчиков системы ориентации и где-нибудь ее накапливать. Затем один раз в 3-10 секунд эта информация обрабатывается (отбраковывается недостоверная, осредняется и т. д.), по полученным результатам вычисляется требуемое управляющее воздействие и выдаются соответствующие команды на исполнительные органы.

Можно сделать несколько программ. Для каждого типа датчиков свою программу. Они будут более простые и понятные. Можно сделать одну большую. Рассматриваем различные варианты.

Специалисты по системе ориентации грамотные, настоящие асы своего дела - Александр Глазунов, Алексей Бабанов, Герман Рычков, Света Монастыренко.

В результате определяем, что всего будет две программы. Одна каждые 0,25 секунды будет снимать и копировать информацию. Имя ей будет **ИНФОРМ**. Другая каждые 4 секунды будет вычислять и выдавать управляющие воздействия. Имя ей - **УПРАВЛЕНИЕ СОС**.

А вот своей программе, организующей работу всего программного комплекса системы ориентации, Света Монастыренко дала имя «**АДМИН**», от слова, значит, администратор.

Желательно, чтобы имя у программы было краткое, емкое, отражало суть программы. Проще разговоры-переговоры вести и документацию выпускать. Например, баллистики Моисей Дутов, Виктор Первухин, Рудольф Клинкерман, Михаил Лапочкин своим программам такие имена дают:

ПСР - Прогноз движения Спутника Ретранслятора

ПСА - Прогноз движения Спутника Абонента

РЦУ - Расчет ЦелеУказаний

АНС - Автономная Навигационная Система

РПК - Расчет Параметров Коррекции

А вот в НПО «Энергия» любят, чтобы названия были красивыми, приятными. Например, ассенизационное устройство для космонавтов на пилотируемом корабле «Союз» – «Фиалка».

Теперь нужно определить и выделить для каждой программы максимально допустимое время ее работы и объем памяти.

Очень уважаемый мной начальник отдела систем ориентации Геннадий Павлович Титов (как впрочем, и многие другие) был возмущен до предела, узнав, что задаются такие требования, включаются в документ «ИД...» и эти требования необходимо будет выполнять.

- Как можно требовать, чтобы программа работала не более какого то времени? Ведь ее еще нет! Пока мы ее не разработаем ни о каких оценках и требованиях даже говорить бессмысленно! Откуда я могу хотя бы приблизительно знать, сколько времени несуществующая программа будет работать? Полный бред и абсурд!

- Гена, дорогой, успокойся. Вот если такие требования не будут определены, заданы и выполнены тогда уж точно будет полный бардак. Да все не так уж и сложно. Вот смотри. Ваша программа ИНФОРМ действительно будет довольно сложной. Ее функции мне понятны. Но дискретность ее работы 0,25с, следовательно, время ее работы просто не может быть более чем 0,25с. Так?

- Не знаю. Нет пока никакой программы.

- Будет. Но если время ее работы будет даже 0,25с то машинного времени для работы другим программам не останется! Все, приехали! Поэтому на ваш любимый ИНФОРМ может быть выделено не более 50% машинного времени. А точнее для нее выделяется 0,1с. И это каждые 0,25с.

- Не знаю, не знаю. Нет пока никакой программы. Никаких цифр, никакого документа я не согласую.

- В этом я не сомневаюсь.

С Олегом Загаром никак не договорюсь. Он главный разработчик систем терморегулирования. Считает, что его программа, которая будет регулировать температуру в гермоконтейнере, должна работать с дискретностью 8 секунд. Но зачем же так часто. Ведь при каждом ее включении будет затрачиваться машинное время.

Ну не может температура так быстро меняться, чтобы ее нужно было измерять каждые 8 секунд. Ну раз в 5 минут, ну раз в 1 минуту в конце концов. Что я в баню, что ли не хожу? Там и то температура так быстро не меняется. На «Молниях» температура всегда вела себя прилично, менялась очень медленно.

Вопрос выносится на самый высокий уровень. Разбирается на совещании у Г.М. Чернявского. Хорошо Олег подготовился, разные графики нарисовал, статистику привел по многим спутникам. Всех убедил. Будет у его программы дискретность 8 секунд, а Виктор Кожухов, Юра Сергеев и Наташа Пачина постараются, чтобы программа поменьше занимала машинного времени.

Владимир Афанасьевич Бартнев тоже недоволен. Сложил время, выделенное для всех программ баллистического комплекса, и сравнил его со временем, выделенным для всех программ системы ориентации. Получилось, что для баллистического комплекса выделено чуть-чуть меньше. Как так, ведь баллистический комплекс самый главный, можно сказать, что ради него БЦВМ и устанавливается. А тут такое неуважение!

Надо же, я бы до такого и не додумался. С Бартневым мы работаем давно, всегда находили общий язык. Быстро и здесь договорились. Пришлось проявить к баллистическому комплексу самое полное уважение и пообещать, что если у них возникнут проблемы, у всех все отнять и им отдать. Полный консенсус.

С каждой из будущих программ пришлось тщательно разобраться. Каждая получила себе имя и для каждой были определены (заданы) машинное время и объемы памяти. Была продумана и методика оценки загрузки машины. С учетом заданных требований загрузка получалась равной приблизительно 80-85%. т.е. оставался еще какой-то резерв.

Самым странным оказалось впоследствии то, что реальные времена работы программ оказались примерно равными заданным!!!

А еще для каждой системы были определены и выделены необходимое количество команд управления (РК и ПК), аппаратных и программных телеметрических параметров, требуемое число связей от различных модулей УИВК (МИ, ПНК, ПКН.....).

Хорошо если требуемый ресурс есть. Если нет, то приходится более чем тщательно разбираться в том, что же такое нужно и решать с НПО ЭЛАС вопрос о разработке и включении в состав УИВК дополнительных модулей.

2.9 Диспетчер

Как только стало ясно, каким образом будет организован вычислительный процесс программисты (А.А. Колташев) смогли приступить к разработке основной программы организации вычислительного процесса «Диспетчер». Да, появились свои программисты. Даже целая группа программистов – Олег Петрович Кузоятов, Андрей Александрович Колташев, Вадим Геннадьевич Моисеевский.

Вот появилась и первая версия программы.

- Андрей, какое время работы «Диспетчера»? Примерно?

- При постановке любой программы на обслуживание примерно 40 мс. Примерно столько же при снятии с обслуживания.

Все! Кажется, приехали!!! За 4с – это у нас основной цикл работы программ, только программа ИНФОРМ 16 раз заявится и 16 раз снимется (дискретность 0,25с), а еще есть целая куча других программ. Значит, всего «Диспетчер» сработает более 50 раз. 50 умножить на 40 получается 2000мс=2секунды. Т.е. каждые 4 секунды «Диспетчер» будет тратить сам на себя целых 2секунды, 50% и более. Совершенно не годится.

Так, ребята, давайте подробно, подробно разбираться с «Диспетчером» и думать, как сократить время его работы в несколько раз. Рассказывайте.

- Так.

- Так.

.....

- Так.

- Стоп. Зачем записывать время включения-выключения программ?

- Так всегда делается в диспетчерских программах.

- Мало ли что в наземных машинах делается. Там это понятно. Пришел на ЭВМ, включил свою программу, записалось время ее включения. Через час выключил – записалось время выключения. А у нас программы работают с дискретностью 0,25с, 4с, 8с. И куда же все это писать? И кому это нужно? Да и сеансы контроля аппарата проводятся в течение 10-15 минут один раз в сутки. Остальное время связи с аппаратом вообще нет, и нет возможности что-то контролировать.

- Давайте все контрольные времена и вообще весь сервис исключим полностью. Оставим только главное - при поступлении заявок определить более приоритетную программу и поставить ее на обслуживание. Отработает – следующую по приоритету.

- Если весь контроль и сервис исключим, то потом не сможем разобраться, если что-то будет не так. Какой-то контроль все-таки нужен.

- Вопрос хороший. Будем думать. А пока все исключайте! Вылизывайте все. Время работы нужно сократить хотя бы до 10мс.

Вылизали! Сделали! Время работы сократили до 5 - 6мс.

А с контролем тоже все продумали. Если все работает нормально, то никакого контроля, никаких лишних операций. А вот, если все же потребуются когда-нибудь с чем-то разбираться, то для этого предусмотрены специальные дополнительные режимы, включаемые по отдельным командам и позволяющие получить необходимые данные по характеристикам и протеканию вычислительного процесса. Можно измерить «чистое» время работы любой программы, загрузку машины на любом заданном интервале, реальную последовательность обрабатываемых программ в течение нескольких 4-х секундных циклов.

Для следующих типов бортовых машин программисты Андрей Колташев, Николай Шумаков, Тимофей Котенев, Людмила Ключкина создали еще более совершенную диспетчерскую программу. Называется МУС-32, мобильная управляющая система для БЦВМ Салют-32. Используется на всех наших современных аппаратах.

2.10 Сеанс

**Ни одно доброе дело не остается
безнаказанным.**

В. Ганженко

Одна из самых интеллектуальных программ получила имя «Сеанс». Автор - Виктор Хартов, разработчик программы Олег Петрович Кузютов.

Естественно, в программе четко разделены тело программы и входные данные. А входные данные такие. При включении с данного входа проводится анализ значений заданных параметров. В зависимости от их значений выдается та или другая заранее подготовленная серия команд. Через заданное время контролируется исполнение выданных команд. В зависимости от полученных значений контролируемых параметров выдается та или другая следующая серия команд. Через заданное время контролируется исполнение. Если....то...и т. д.

Вот такая вот логика программы. Можно запросто реализовать любой, самый сложный алгоритм управления любой аппаратуры. Например, при подготовке двигательной установки к работе выдается более сотни команд с проверкой различных условий после выдачи отдельных команд или серий команд.

Первоначально программа задумывалась для программного управления раскрытием элементов конструкции на КА «Луч». При этом значительно, с 25 кг до 10 кг должен был снизиться вес блока управления (БУ) за счет исключения из него элементов, предназначенных для реализации логики управления раскрытием элементов конструкции.

Программу сделали, отладили. Тут вдруг выяснилось, что вес БУ остается равным 25 кг. Как так? Почему? Потрачено столько усилий на разработку программы, для нее израсходованы значительные объемы такой дефицитной машинной памяти, а эффект равен нулю? Разработчики БУ «успокоили». Вес БУ у них получается вместо 25 кг равным 40 кг, но вот без функций управления раскрытием конструкций они смогут уложиться в 25 кг.

Ладно. Пусть на «Луче» все так и остается, а вот на следующих типах КА мы еще подумаем, стоит ли ресурсы БЦВМ тратить на такие сравнительно простые функции.

Гораздо важнее, что в нашей библиотеке программ появилась еще одна замечательная универсальная программа, которая найдет самое широкое применение на всех последующих типах наших космических аппаратов.

2.11 Красное Село

**Мужики! Коллеги! Война то
кончилась! А вы продолжаете
вкалывать как в войну!**

**Г. Гнедов, д.т.н. профессор,
ВИКИ им. Можайского.**

Приезжает из очередной командировки Фандас Гарипов и рассказывает ужасные вещи. Побывал он, как и было поручено, в РНИИ КП и узнал следующее.

Мы сейчас разрабатываем бортовые программы приема командно-программной информации (КПИ), исходя из знаний работы бортовой аппаратуры командно-измерительной системы (КИС).

Делаем мы все правильно, но не учитываем логику работы наземных средств. Так, мы считаем, что каждое вновь пришедшее с Земли слово является новым. В порядке поступления мы их и запоминаем, а потом обрабатываем. А Земля, при плохом качестве связи, отдельные слова может повторять множество раз. А еще может повторять семерки слов. Есть там какая-то стойка РУ-048, которая всем этим занимается.

Основной разработчик этой стойки уволился, документации добыть не удалось. А еще, перед выдачей на борт, информация много раз переформируется, переворачивается. Передается каждое слово старшими или младшими разрядами вперед никто толком не знает.

Да, хорошенькие у нас дела. «Поток» запустим, а взаимодействия борта и Земли может не получиться. Это же катастрофа! Можно, конечно, попытаться изучить работу всего передающего тракта НИПа. Но я ведь сам был на НИП-4. Видел, сколько там всего нагромождено. Много месяцев уйдет на изучение, а гарантий, что все состыкуется все равно никаких. Нужно какое то другое решение.

Одна из «Молний» была у нас необычной. Когда готовилась программа посадки спускаемого аппарата на Луну, встал вопрос проверки и отработки точностных характеристик вновь создававшихся наземных радиотехнических средств и отработки надежности связи между бортом и Землей. Для этого на «Молнию-1» № 11 вместо основной аппаратуры был установлен аналог борта лунного корабля и специальная эталонная аппаратура. И все наземные средства на этой «юстировочной» «Молнии» отработывались и тренировались. Вот после такой отработки гарантии будут.

«Молнию» нам конечно не дадут. Не тот у нас масштаб. А вот самолет вполне возможно. Установим на самолет свой «борт» и будем летать вокруг НИПа, отработывая взаимодействие борта с Землей.

Хотя зачем нам самолет? Вокруг НИПа можно и на автомобиле ездить! Прямо дома на автомобиле все установим и в Енисейск. Всего то 300 км.

А может и без автомобиля? Когда был на НИПе, видел юстировочную вышку. На расстоянии примерно 0.5 км от антенного комплекса стоит сооружение, похожее на опору ЛЭП, а наверху установлен имитатор бортовой аппаратуры. Перед сеансом связи антенна наводится на эту вышку и по имитатору проверяется исправность средств НИПа.

Стоп! А зачем нам проверять высокочастотную часть радиолинии. Здесь то, как раз вопросов нет. Все вопросы в низкочастотной части, в интерфейсе «борта» и Земли.

Установим свой комплекс в одной из комнат на НИПе и кабелями соединимся с его аппаратурой. Все! Так и сделаем.

Собираю свой «военный совет». Обсудили технические вопросы. Вроде бы все у нас получается. Куда поедет? Может в Енисейск? Я там был. Дыра дырой. А испытания могут затянуться на несколько месяцев. Никто не хочет в Енисейск. Может Щелково? Все дружно - нет, нет. Насиделись там, а молодежь наслушалась. Может Ленинград? Конечно Ленинград!!! Красное село! Все дружно согласны.

Так! Ответственным за испытания в целом будет Фандас Гарипов, ответственным за аппаратурный комплекс Слава Рябушкин. Начинаем готовиться. С руководством договоримся. Оно у нас умное, поймет, поддержит.

Все организовали, все подготовили. Сначала грузовым рейсом в Ленинград отправляется аппаратура, сопровождаемая слесарем-сборщиком Юрием Чупахиным. Затем рейсовым самолетом Фандас Гарипов, Володя Ганжа, Слава Рябушкин и двое заводчан.

Прибыли. Аппаратура и канистра со спиртом (для протирки контактов) в громадном, громадном тарном ящике.

Стоит он вплотную около самой стены. Чтобы его вскрыть, нужно отодвинуть от стены. Попробовали несколько человек двигать. Он даже не шевелится.

Аппаратура УИВК в другом ящике. Его вскрыли. УИВК весит более 125 кг. Как его по узким коридорам в помещение доставлять совершенно непонятно. С краном не подступишься, по коридорам не пролезешь. Нескольким человекам сразу тоже невозможно подступить. Собрался народ, местный и приезжий, гражданский и военный. Ничего придумать не могут.

Подходит наш выдающийся слесарь-сборщик Юрий Чупахин. «Какие проблемы? Этот ящик от стеночки отодвинуть? Сейчас сделаем». Один, спокойно эту махину- раз! И она в центре помещения! «А это УИВК? Куда поставить?» Совершенно свободно поднимает эту громадину, спокойно несет куда нужно и ставит на место. Силища у человека необыкновенная. И такие же легкие. После «промывки контактов» ртом к крану немного приблизится, вдохнет и струя воды, изогнувшись почти под 90 градусов, течет не вниз, а к нему, в рот.

А то еще такой фокус моим ребятам демонстрировал. Берет 6 кружек пива. 3 в правую руку, 3 в левую. Мощный выдох. Затем медленно проводит правой рукой с кружками вдоль рта. Все! Все 3 кружки в правой руке пустые.

А 3 кружки в левой, так для баловства. Пивка попить. А вы попробуйте в одной руке 3 кружки с пивом подержать!

Отработка комплекса длилась более двух месяцев. Много чего интересного было при этом выявлено. Побывал и я там. Посидел у той самой стойки РУ-048. Занятная стойка. С виду как здоровый, узкий холодильник.

А еще там два круглых счетчика, похожих на танковые часы. Левый - счетчик прошедших на борт слов, правый - счетчик не прошедших слов. И еще есть ручка такая, как у радио регулятор громкости. Крайнее левое положение - связь с бортом отличная, крайнее правое - связь отсутствует.

Включаем режим имитации передачи на борт слов информации.

Ручку до упора влево. Левый счетчик прошедших слов как пулемет так-так-так-так-так-так. А правый стоит.

Ручку вправо до упора. Левый сразу замолчал, а правый застрочил – тук-тук-тук-тук-тук-тук.

Снова влево – так-так-так-так. Вправо тук-тук-тук-тук.

Влево – так-так-так. Медленно вправо – так-так-так-тук-так-тук-так-тук-тук-тук-тук-тук.

Значит так. Аппарат сориентирован на Землю, связь отличная, все слова проходят, имеем так-так-так.

Связь нарушена, отдельные слова проходят или наоборот отдельные слова не проходят, имеем и так–так и тук-тук.

Если слово не прошло, будут его повторы, их принимать не нужно. А если вдруг среди повторов проскользнет хотя бы одно новое слово, его ни в коем случае нельзя пропустить, обязательно нужно принять. Есть над чем подумать.

Подумали, все, что нужно, доработали, снова провели испытания. Убедились, что борт Землю понимает отлично во всех режимах. Теперь можно спокойно лететь.

Связь будет!

2.12 Организация

**Мы с тобою так похожи
Я на «Э» и ты на «Э»
Мы с тобою так расхожи
Я на «Х», а ты «П».**

**Эдуард Хиль на юбилей
Эдите Пьехе**

При разработке любого сложного комплекса очень важна технико-организационная структура этого комплекса. Бортовое программное обеспечение (БПО) очень сложный комплекс. Во всех мне известных (тогда и сейчас) организациях для его разработки имеется (организуется) специальное подразделение, обычно отдел, который самостоятельно и с привлечением других подразделений ведет разработку БПО.

У нас все по-другому. В самом первом же техническом и организующем документе было определено, что структурно БПО состоит из ПО бортовых систем:

ПО бортового комплекса управления.

ПО системы ориентации.

ПО системы электропитания.

ПО системы терморегулирования.

ПО двигательной установки.

ПО системы наведения антенн.

ПО ретранслятора.

.....

ПО системы навигации и управления движением.

Вопрос принципиальнейший! Со многими вытекающими последствиями!

1. ПО бортовых систем входит в состав этих систем. Система ориентации, например, состоит теперь из покупных датчиков, покупных исполнительных органов и собственного ПО. ПО объединяет все остальные элементы в систему и с помощью этих элементов решает все задачи, возложенные на систему. Это главный элемент системы. Ее мозги, точнее интеллект.

2. Разработку ПО системы ведет и отвечает за это разработчик системы. Программисты, компьютеры, сроки разработки теперь это и его забота.

3. К разработке ПО подключены теперь все разработчики бортовых систем, их руководители, все ведущие технические специалисты предприятия. Работы будут вестись широким фронтом. Да и вариант типа «Салют-2» теперь практически невозможен.

За все за это очень хотели меня побить. Правда, примерно через год после утверждения такой структуры. Когда разобрались в этом.

Даже такие уважаемые руководители как Валентин Анатольевич Раевский. Считали почему то, что я спихнул на них свою ответственность за разработку БПО. «БПО находится в БЦВМ. Тот, кто отвечает за БЦВМ, должен отвечать и за все то, что у нее внутри, включая БПО».

Да нет, не так все. Каждый должен отвечать за свое дело. Ответственность за разработку БПО в целом осталась за мной и моим подразделением. Мы разработаем, согласуем и утвердим у руководства графики со сроками разработки ПО, выделим всем необходимые ресурсы, предоставим технологию разработки. Разработаем все общесистемное ПО и ПО для управления и контроля аппарата в целом. А вот отвечать за алгоритмы, программы, сроки разработки ПО систем будут разработчики этих систем.

Мой непосредственный начальник В.П. Ганженко тоже считает, что всех программистов нужно собрать обязательно в одно место, в одно подразделение. Естественно к нему. И все БПО должно быть единым. Хорошо, что я структуру БПО включил в «ИД....», утвержденные Чернявским.

Немного отыгрались на мне при выпуске документации.

Раз ПО входит в состав бортовых систем, то естественно, что в технических описаниях систем содержится и описание ПО. А вы попробуйте описать работу системы без описания функционирования ее основного элемента. Ничего не получится!

Против этого вроде бы не возражают. Но, ссылаясь на разные ГОСТы, ОСТы вместе с представителями «Заказчика» заставили выпускать еще и отдельный комплект документов на БПО, как на самостоятельный продукт. Называется это ДПО - документация программного обеспечения. И чтобы выпускал его кто-то один, ответственный, т. е. я и мое подразделение.

Сейчас, делать мне больше нечего. Тут же разбил все ДПО на части, на отдельные книги в «соответствии с утвержденной структурой БПО». Так до настоящего времени и описывается одно и то же БПО дважды - при описании бортовых систем и еще раз отдельно от систем. Никому не нужная двойная работа. Правда, только по аппаратам «Заказчика». Желающие могут с ним пободаться.

Самое же интересное заключается в том, что никто, кроме самих исполнителей, эту документацию не читает!!!

А если и прочитает, вряд ли что-то поймет. Для этого нужна очень серьезная профессиональная подготовка.

Следующее.

С самого начала разработчики всех систем, имеющих в своем составе программное обеспечение, обязаны были разработать «Исходные данные по логике функционирования системы» и «Исходные данные на разработку ПО системы».

Выпуск этих документов преследовал две цели. Вполне осознанно.

Первая, вполне очевидная, всем понятная (кроме, может быть, программистов).

Разработка программ должна вестись строго в соответствии с проектными документами.

Здесь возможна аналогия с разработкой аппаратуры, а программистов можно сравнить с монтажниками. Только при изготовлении прибора его элементы монтируют, а при изготовлении программ кодируют. Можно ли представить, чтобы изготовление прибора шло без документации? А при разработке программ это сплошь и рядом. И тогда и сейчас.

Вторая цель не столь очевидная, но самая главная.

Привлечь к разработке программ проектантов, непосредственных разработчиков бортовых систем. Только они хорошо знают, что им нужно от программного обеспечения. Только они смогут грамотно разработать алгоритмы управления своими системами. А программисты все это запрограммируют, закодируют. Ведь не монтажники же проектируют приборы!

В результате недовольны и те и другие.

Проектанты недовольны тем, что кроме привычных проектных работ появились дополнительные работы. Да еще и с выпуском дополнительных документов.

Программисты тоже недовольны. Обычно они решали задачи полностью, от начала до конца. А теперь над ними будут проектанты. Как напишут делать, так и надо делать. Никакой свободы. Строго по документу. И роль совсем не та.

Фактически разработка программ разделялась на два этапа. Причем **вводился новый этап - проектный**. Для дела такое разделение и введение проектного этапа просто необходимо!

Но бороться за это пришлось жестко и решительно. И больше всего в родном отделе.

Сейчас такая технология в НПО ПМ (и только в НПО ПМ) используется как сама собой разумеющаяся. Затверждена соответствующим стандартом предприятия.

К сожалению, только для разработки бортовых программ и средств их разработки и отладки. Ну не любят и не умеют программисты что-то писать и документацию выпускать! Тем более работать по ней.

А между проектантами бортовых систем и «бортовыми» программистами давно уже полные мир и дружба. Каждый больше сосредотачивается на своем деле.

Программисты, освободившись от необходимости ведения несвойственных им проектных работ, смогли сосредоточиться на развитии и совершенствовании технологии программирования. Достигнутые в этом успехи колоссальны!

Создана машинно-независимая технология разработки программ, позволяющая в предельно сжатые сроки разрабатывать ПО при введении в состав КА новых, более совершенных БЦВМ. Для других фирм такой переход на новую вычислительную машину – трагедия, так как при этом сроки разработки БПО намного превышают средние сроки создания КА.

При переходе на новую БЦВМ все автоматизированные рабочие места (АРМ) производства программ (более 50 шт.) оснащаются новой кросс-системой программирования на языке МОДУЛА-2, содержащей программную модель процессора новой БЦВМ.

Программирование ведется на языке высокого уровня «Модула-2», что значительно повышает производительность труда и неизмеримо повышает качество программ. Разработчики программного обеспечения бортовых систем (прикладного ПО) вообще не чувствуют перехода на другой тип БЦВМ. Остаются полностью неизменными интерфейсы сопряжения с общесистемным ПО. Все тот же язык программирования Модула-2 с использованием стандартизованных типов данных. Тестирование с использованием неизменного языка диалоговой и пакетной отладки.

Принципы этой технологии разработал Андрей Колташев, а особо значимый вклад в ее реализацию внес Николай Шумаков.

Комплексная отладка БПО, логики функционирования космического аппарата и его бортовых систем ведется на уникальном программном наземном отладочном комплексе (НОК), основу которого составляют программный имитатор космического аппарата, АСУ (аналог ЦУП) с реальными базами данных команд и телеметрии и специальные высокоэффективные средства отладки.

И, конечно же, обязателен выпуск проектных документов- «ИД по логике функционирования КА», «ИД по логике функционирования бортовых систем», «ИД на разработку БПО», «Архитектурные проекты ПО бортовых систем».

Для управления КА связи и навигации используется целая библиотека унифицированных бортовых программ. Они прошли успешные многолетние испытания в составе нескольких типов аппаратов и обеспечивают возможность их грамотной, удобной и эффективной эксплуатации.

Благодаря разработке и внедрения такой технологии сроки разработки ПО сократились с 5-6 лет до 1-2 лет. Совершенно спокойно перешли с БЦВМ «Салют-4» на

«Салют-32». На «Экспрессы-АМ» вообще поставили немецкую машину. Так БПО для нее сделали менее чем за два года.

2.13 Руководители

Конь, он и без гусара конь, а вот гусар без коня уже не гусар.

Перевели нашу группу из проектного отдела в 30-й отдел, отдел электрического проектирования и испытаний.

Непосредственный начальник у меня Александр Александрович Полинцев, Саша Полинцев. Высокий, стройный, красивый, а самое главное умный. Он и начальник сектора и одновременно зам. начальника отдела. Возраст чуть более 30 лет, а уже кандидат наук. Работать с ним одно удовольствие. Все понимает с полуслова. В командировке с ним вместе побывали, на Кастанаевской вместе жили, с тем самым шаром в киоск вместе ходили.

К великому сожалению продолжалось это недолго. Погиб Саша. Спортсменом хорошим он был, водным туризмом увлекался. Сплавлялись они в Саянах по какой то бурной реке. Прошли сильнейшие дожди. Вода в реке сильно поднялась, и сплав стал чрезвычайно опасен. Им бы пару дней переждать и все было бы хорошо. Но у Саши была намечена какая-то важная встреча с Чернявским, и он торопился, ждать не стал. На одном из порогов смыло его с плота.

Прощались с Сашей в актовом зале предприятия. Попрощаться пришли практически все сотрудники объединения.

Подчиняемся теперь В.П. Ганженко. Когда уже БКУ был создан, решены были сотни сложнейших вопросов и успешно прошли летные испытания, сам Ганженко дал такую оценку всей нашей работе - «крупных ошибок не наделали».

А самым лучшим из прошлых начальников был, конечно же, Юрий Михайлович Князькин. Знания и эрудиция отличные. Организаторские способности великолепные. Память...

Такой пример. Давно это было. Предстояли Юрию Михайловичу экзамены по вождению автомобиля. Кто-то ему посоветовал ко мне обратиться для окончательной шлифовки навыков вождения перед сдачей. Опыт по этому делу у меня уже большой был, более 30 человекам уже помог. Ни одного случая не сдачи не было.

Едем. Замечаю, что Ю.М. знак не заметил, пропустил. Спрашиваю, какой знак проехали? Отвечает правильно. Но ведь не видел же. Отвечает, что просто помнит, так как это место мы уже один раз проезжали. Вот такая память.

Сильное впечатление это тогда на меня произвело. Я даже в свою методику ввел после этого правило, обязывающее обучаемого пройти пешком по всему предполагаемому экзаменационному маршруту, записать в тетрадку все знаки и заучить их наизусть.

В заключение.

Много лет тому назад попалась мне книжечка с инструкцией для руководителей какой-то крупной фирмы. Так мне эта инструкция понравилась, что я ее в свою самую важную записную книжку переписал. Почитайте. Многие пункты очень интересны.

- 1. Твоя задача – проводить общетехническую политику и решать ежедневно возникающие трудности.**
- 2. Будь внимательным к критике и улучшающим предложениям, даже если они непосредственно тебе ничего не дают.**
- 3. Будь внимателен к чужому мнению, даже если оно не верно.**
- 4. Имей бесконечное терпение.**
- 5. Будь вежлив. Никогда не раздражайся.**
- 6. Будь кратким.**
- 7. Будь справедлив, особенно в отношении с подчиненными.**
- 8. Не делай замечаний подчиненному в присутствии третьего лица.**
- 9. Всегда благодари подчиненного за хорошую работу.**
- 10. Никогда не делай сам того, что могут сделать твои подчиненные, за исключением тех случаев, когда это связано с опасностью для жизни.**
- 11. Ты пригоден к руководству, если не потерял интерес к женщинам.**
- 12. Выбор и обучение умелого подчиненного всегда более благородная задача, чем выполнение самому.**
- 13. Не спорь по мелочам. Мелочи только затрудняют работу.**
- 14. Всегда старайся, во избежание недоразумений, давать распоряжения в письменном виде.**

И еще одно. В фильме «Мимино» есть такой замечательный момент. Несмотря на спешку, Мкртчян предлагает заехать к товарищу и объясняет это так. «Я заеду, ему будет приятно. Я увижу, что ему приятно, мне станет приятно. Он увидит, как мне приятно, ему станет еще приятнее, и мне станет еще приятнее оттого, что ему стало приятнее».

Вот так. Берегите свое здоровье и старайтесь от общения с сотрудниками на работе делать себе «приятно». Ну, а если чужого и своего здоровья не жалко, смело делайте все наоборот. Между прочим, тов. Сталин никогда даже голоса не повышал.

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

3.1 Подготовка

Думаете управление спутниками это только технические вопросы? Несколько примеров, чем приходится заниматься.

Завершается изготовление первого аппарата, имеющего в своем составе БЦВМ. В составе сектора организована группа управления аппаратом. Начальник группы - Юрий Фединцев. В группе молодые грамотные инженеры Валерий Михайлов, Виктор Моторин, Раис Муратов, Сергей Жук, Галина Козлова, Татьяна Баскакова. Этой группой уже подготовлена документация по управлению аппаратом. Предназначена она для военных, которые непосредственно будут управлять нашим аппаратом. Много документации нужно будет им прочитать и изучить, чтобы грамотно работать.

Но нет пока этих самых военных. Для управления каждым типом космического аппарата в эксплуатирующей организации обычно организуется отдел в составе лаборатории управления и лаборатории анализа. До пуска остается чуть более полугода, а нет ни отдела, ни лабораторий, и вообще нет ни одного человека, которому было бы поручено готовиться к управлению новым типом космического аппарата. Когда же они успеют подготовиться? Ведь неподготовленный персонал может угробить спутник запросто.

Обращаюсь к Г.М. Чернявскому, докладываю ситуацию, прошу помочь заставить товарищей генералов скорее организовать у себя отдел управления нашим новым аппаратом. Григорий Маркелович тут же звонит командиру части. Тот обещает в ближайшее время вопрос решить. И еще несколько раз обещал.

Но проходит месяц, другой, а нужного подразделения как не было, так и нет.

Теперь мне уже безразлично кто будет возглавлять эти работы. Тут дело вот в чем. Должность начальника отдела – полковничья, начальника лаборатории – подполковничья. На такие должности в управлении кадров целые очереди. Некоторые, по настоящему заслуженные офицеры, стоят в такой очереди по много лет. И вполне могут прислать управлять новейшими спутниками хорошего офицера, но совершенно не подготовленного к такой работе. Например, артиллериста, танкиста, а то и вовсе из каких-нибудь тыловых служб.

Это я уже проходил, хорошо знаю. «Молниями» управляли тоже разные военные специалисты, например, из ансамбля песни и танца Советской Армии. Со временем и они, конечно, осваивают новое для себя дело. Но ведь это со временем! А его все меньше и меньше.

Встречаюсь с самым грамотным и технически отлично подготовленным «молнистом» Сашей Поповым, извините, с подполковником Александром Сергеевичем Поповым. Много мы с ним вместе каши съели.

Рассказываю ему про новый спутник, про трудности. Возможные перспективы он понимает сам лучше меня. Если ему поручат управлять новым спутником, то он согласен. И команду себе из толковых ребят быстро подберет.

Опять к Чернявскому. Помогите.

Помог. Образован, наконец, отдел управления спутниками «Поток». Начальником нового отдела назначен полковник Александр Сергеевич Попов. Он и толковых ребят подобрал. Так эти «толковые» в первый же день после запуска нам такое устроили!

Вместо безобидной команды № 46 выдали команду № 246. Опыта то еще нет и им все команды на одно лицо. Что 46, что 246. Пройдет несколько месяцев или лет, прочувствуют они аппарат, наберутся опыта, и такие ошибки будут практически исключены.

Пришлось после этого, срочно, как по тревоге, почти всю нашу команду поднимать. Ночью, после того, как только что «отметили» успешный запуск. Помню, втроем мы шли, крепко поддерживая друг друга. В «коренниках» у нас доктор технических наук, профессор, главный специалист по системам ориентации Валентин Анатольевич Раевский, Володя Монахов с одной стороны, я с другой. Вся команда быстро собралась. Женя Якимов с Сережей Жуком только немного задержались, ночью в местном фонтане купались. К утру все исправили.

Работа у операторов ответственная, нервная. Инструкций, документации начитаются, а практическое обучение приходится проводить на «живых» аппаратах, с риском для их технического состояния. О программных имитаторах-тренажерах в то время даже и не мечтали.

На пуски «Молний» обычно выезжала бригада 6-8 человек. Вполне компактный, легко управляемый коллектив. Работа строилась следующим образом. Сам, полностью полагаясь только на свои знания и записную книжку, в которой все детально расписано, оцениваю состояние всех бортовых систем. Да и пусков «Молний» прошло уже столько, что все уже наизусть известно. Если все идет нормально, то ничья помощь мне и не нужна. А вот, если будет отказ в какой-либо системе, то тут без помощи специалиста по этой системе никак нельзя. Он и более детально начинает разбираться с возникшей ситуацией, и с домом проконсультируется.

На пуск «Потока» планируемый состав бригады более 50 человек от нашего предприятия. А еще обязательно будет человек 10 от наших смежников. А еще сами военные. Как же сделать так, чтобы такое количество высококлассных специалистов превратились не в толпу, а в работоспособный организованный коллектив.

Пробовал кое с кем посоветоваться, вообще не понимают, о чем я говорю. Поприсутствовал на пуске нашего очередного стационарного спутника, стало еще грустнее.

Работа организована так. Все сидят и молча смотрят в свои экраны. Периодически Гена Краснощеков всех обходит, с каждым потихоньку шепчется, а затем, также шепотком, что-то сообщает руководителю. Всем, картина в целом, не ясна, не понятна.

Нужно что-то придумывать. Чтобы каждый член коллектива, кроме своей задачи, обладал информацией и по состоянию всего аппарата в целом.

Долго ничего не придумывалось, не получалось. Пока вдруг не вспомнил про «волосатую» автоматизацию. Тогда был расписан сценарий всего начального участка работы аппарата. Он отображался на табло и все владели общей информацией о протекающей работе.

Возьмем это за основу и еще усовершенствуем!

Составим сценарий работы аппарата на начальном участке, в нем предусмотрим доклады системщиков по важным событиям в их системах, а также периодические

обобщенные доклады по состоянию всех систем. И чтобы доклады шли громким командирским голосом! Чтобы всем и все было хорошо слышно!

Сказано - сделано! С тех пор пусковые работы по всем нашим аппаратам проводятся по такой схеме. С командирскими голосами правда не очень получается. Он по настоящему командирский только у руководителя работ - у Юрия Михайловича Князькина, но все остальное проходит просто здорово.

3.2 Отказ (один из примеров)

В ноябре 1987г. был запущен очередной КА «Поток» №15. В течение 2 недель проводилась тщательная проверка и испытания всех его служебных бортовых систем и приборов. Все проверки прошли без единого замечания. Приступили к проверке основной аппаратуры-ретранслятора.

Основное назначение КА – приём специнформации с КА-абонента на низкой орбите и передача её в Центр обработки информации. КА «Поток», находясь на геостационарной орбите, при включении сеанса связи своим узким лучиком (ширина диаграммы направленности менее 2 градусов) сопровождает по трассе КА-абонент на низкой орбите (высота орбиты 200-300 км.).

Для этого бортовым программным обеспечением «Потока» непрерывно ведётся прогноз движения самого «Потока» и прогноз движения КА-абонентов (бортовые программы: ПСР - прогноз движения спутника-ретранслятора, ПСА- прогноз движения спутников - абонентов). На основе этих прогнозов программой РЦУ рассчитываются целеуказания для запланированных сеансов связи. Рассчитанные ЦУ выдаются в ретранслятор «Сплав», компьютер которого на основе ЦУ вычисляет, какие фазовращатели АФАР должны быть включены, чтобы радиолуч был направлен в заданном направлении. Периодичность обновления ЦУ и соответственно периодичность переключения фазовращателей 4с.

Так вот, при первых же пробных сеансах с КА- абонентом выяснилось, что в канал связи попадает откуда-то мощнейшая радиопомеха, приводящая к потере связи. Последующие сеансы показали, что КА №15 по целевому назначению использовать практически невозможно.

Для «расследования» возможных причин была создана авторитетная Межведомственная комиссия из представителей организаций промышленности и Министерства обороны.

Из технических докладов на МВК:

"Помеха внешняя, плавающая. Мгновенно появляется и так же мгновенно исчезает".

"Помеха по экватору с периодом 1 мин., по меридиану примерно 5 мин. Помеха чистая – не промодулирована голосом."

Для определения места возможного источника помех были привлечены средства ПРО, ПВО и других всевозможных видов разведки. На стене помещения, где проходили заседания МВК повесили большую карту мира, на которую дежурный офицер наносил очередные оперативные данные.

Дальнейшие исследования показали, что

1. Аппаратура "Синтез" (ещё один РТР на "Потоке") - не влияет
2. Центр управления - не влияет
3. "КА-абонент - не влияет
- 4.
-
10. не влияет

В конце концов, осталась только одна версия - виновата сама аппаратура ретрансляции «Сплав». А, учитывая, что смена комплектов ничего не даёт, дефект кроется в АФАР (антенна –антенная фазированная решетка).

Дефект оказался в фазовращателях. Произошёл отказ одного из 448 фазовращателей АФАР, формирующих луч в направлении, заданном целеуказаниями. В зависимости от полученных от БЦВМ расчётных ЦУ, компьютер «Сплава» включает те или иные фазовращатели, чтобы сформировать требуемую диаграмму направленности АФАР. Отказ был таким, что при включении неисправного фазовращателя он начинал работать как генератор и создавал мощнейшую помеху в радиоканале.

Возможности отключить неисправный фазовращатель или модуль, куда он входит, не предусмотрено. Возможности произвести какие-либо изменения в программах компьютера «Сплава» также не предусмотрено - всё прошито в ПЗУ.

Представители разработчика «Сплава» признали, что у них произошёл неустранимый отказ и что-либо сделать невозможно.

Использовать КА по целевому назначению с таким ретранслятором НЕВОЗМОЖНО.

Вот здесь и представилась возможность в очередной раз продемонстрировать возможности грамотно спроектированного Бортового Комплекса Управления, а точнее грамотно спроектированного бортового программного обеспечения.

Кстати - разработчик аппаратуры «Сплав», компьютера этой аппаратуры и БЦВМ КА - это все одна и та же организация НПО ЭЛАС (г Зеленоград). Но логику построения ПО в НПО ЭЛАС создавали сверхграмотные (на самом деле, без натяжек) программисты, слабо представляющие логику функционирования космического аппарата, процессы его контроля и управления, методы и способы восстановления работоспособности при отказах отдельных его элементов. Именно они когда-то объясняли мне, что программы нужно размещать только в ПЗУ, а не в ОЗУ.

При разработке БКУ, на основе большого опыта по эксплуатации космических аппаратов, сразу учитывалось, что возможны самые различные отказы, ошибки в ПО и невозможность обычного ремонта аппаратуры. Аппарат то на орбите, на расстоянии 40тысяч км. Заменить какую-нибудь плату, блок или микросхему просто невозможно.

А ведь программное обеспечение не физическое тело. В принципе его можно изменять даже по радиолинии. Так почему бы не предусмотреть возможность изменения бортовых программ непосредственно в полете и вообще на любом этапе изготовления и эксплуатации КА.

Это и было сделано. Программное обеспечение КА разработки НПО ПМ спроектировано так, что на любом этапе эксплуатации, в том числе и в полете можно изменять отдельные программы, вводить в состав новые программы и т.д. и т.п. Впоследствии это позволило огромное количество раз буквально спасать космические аппараты, не срывать сроки их запуска, улучшать их характеристики прямо в процессе эксплуатации.

Так было и с «Потоком» №15. Тщательно разобравшись во всех тонкостях (В.Д. Анисимов и М.С. Дутов) выработали следующее решение. Учитывая, что ширина диаграммы направленности АФАР довольно значительная (1,8 градуса), отклонение радиолуча от расчетного значения на несколько угловых минут совершенно не отразится на качестве связи. Если при расчетных целеуказаниях должен включаться неисправный фазовращатель, то необходимо их чуть-чуть подправить так, чтобы неисправный фазовращатель не включался.

В целом это выглядело так. Разрабатывается и закладывается на борт новая дополнительная программа. Задача программы – проверка расчетных целеуказаний на допустимость их использования. Если при данных ЦУ радиолуч будет в «чистой» зоне, то они выдаются в радиоконкомплекс «Сплав». Если нет, то ЦУ корректируются на малую величину Δ , снова проверяются и при положительном результате выдаются в радиоконкомплекс. Была проведена значительная работа по разработке формул для определения «чистых» зон. Получилось следующее.

Для $\psi(\alpha, \beta) \geq 0, n\pi + \varepsilon - \psi(\alpha, \beta) - -\varepsilon + n\pi, n = 0, 1, 2, \dots$

Для $\psi(\alpha, \beta) < 0, -n\pi + \varepsilon - < \psi(\alpha, \beta) < + -\varepsilon + n\pi, n = 0, 1, 2, \dots$

Где $\psi(\alpha, \beta) = X\alpha + Y\beta, X = 22,7; Y = 16,3; \varepsilon = .$

Координаты центров «чистых» зон по оси α в градусах (шаг примерно 1,25 град.):

0,15	1,50	2,75	4,00	5,25	6,60	7,85	9,10
------	------	------	------	------	------	------	------

По оси β в градусах (шаг примерно 1,7 град.):

0,2	1,9	3,7	5,5	7,3	9,0	10,7	12,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

На основании этих данных была оперативно разработана бортовая программа и заложена на борт КА.

Практически никто из причастных к этому делу: военные, разработчики отказавшего радиоконкомплекса, даже руководители НПО ПМ, не верили, что таким путем удастся прямо на орбите «отремонтировать» отказавший спутник. Однако результаты испытаний превзошли самые смелые ожидания. «Поток» №15 стал работать как часы, без малейших замечаний и продолжал успешно эксплуатироваться еще в течение многих лет.

3.3 Поиск и УДАР (один из примеров улучшения характеристик)

Много уже сделано для повышения автономности функционирования наших аппаратов, многому они обучены и могут длительное время работать полностью автономно, без привлечения средств НКУ.

Но для нового типа аппаратов столкнулись мы с такими проблемами. Наш аппарат должен обеспечивать связь с КА-абонентами на низкой орбите. Для этого в наш ЦУП несколько раз в сутки поступает такая информация.

1. Уточненные параметры движения (начальные условия) КА-абонентов.
2. Новое (уточненное) расписание сеансов связи с КА-абонентами.

На основании этих данных формируется информация для нашего КА и средства НКУ тоже несколько раз в сутки передают ее на борт нашего аппарата.

Вот и конец всей нашей автономности.

Прогноз движения КА-абонента возможен только на сутки. Орбита низкая, сказывается влияние атмосферы, ее флуктуации. Поэтому параметры движения КА-абонентов измеряются и уточняются не реже одного раза в сутки. Ведутся серьезные работы, чтобы через несколько лет довести длительность прогноза до 1,5 суток.

Расписание сеансов связи зависит... От многих факторов оно зависит, в том числе и от информации получаемой от КА-абонента. Изменяют расписание люди, оценивая эту и множество другой информации. Как хотят, так и поменяют, несколько раз в сутки. Угадать эти изменения в принципе невозможно.

Так что, для такого типа аппаратов задача автономности не решаемая?

Обидно. Столько усилий на повышение автономности затратили, а для такого типа аппаратов результат нулевой. Думать надо. Крепко думать!

Вот и идеи появились! Первую задачу могут решить только баллистики. Прошу начальника сектора баллистиков Моисея Степановича Дутова проработать вот такую идею. Вопросами прогнозирования движения космических аппаратов они владеют великолепно. Вполне возможно, что решат и эту задачу. Тем более что ее решение поручено настоящему асу, Рудольфу Клинкерману.

А как решать вторую, мне уже полностью понятно.

Женя Якимов, нач. группы в моем секторе, понимает все мгновенно. Разработку подробной логики работы программы и выпуска «ИД.....» на нее поручает Гале Ширшовой.

И, представляете, решили мы обе задачи! Как? Об этом чуть позже.

И вот все у нас готово! Разработаны две новых программы, которые необходимо заложить на борт КА. На самом высоком генеральском уровне согласована программа экспериментальных испытаний. Еще бы. Все аппараты находятся в эксплуатации, решая серьезнейшие задачи. Срыв даже одного сеанса может иметь неприятные последствия.

Но и у нас программа серьезная. Если все получится, сможем работать без привлечения средств НКУ 7-10суток и больше. Не получая ни расписания сеансов, ни уточненных параметров КА-абонентов.

Смысл программы испытаний таков.

Закладываем на борт две наших новых программы. Включаем их. После этого работаем трое суток, получая только расписание сеансов и не получая никаких уточненных данных по орбите КА-абонентов. Это первый этап.

Если все сеансы пройдут нормально, переходим ко второму этапу. Второй этап тоже трое суток, без получения вообще какой либо информации.

Обсуждаем с Женей Якимовым, кому поручить проведение этих испытаний. Решаем послать Галю Ширшову.

Про нее нужно сказать отдельно. Захожу как-то к себе в кабинет, а там сидит девочка-подросток. Ну, думаю, пионерка от какой-то экскурсии отстала. Спрашиваю, девочка ты к кому? Отвечает, к Вам, на работу. Сколько мне годиков? 23, я уже и институт окончила, у меня даже дочка Машенька есть.

И стало это «мало» у нас работать. Хорошо работать. А еще у нее оказалось много «шарма», в самом хорошем смысле. Поехала в первый отпуск. Присылает на работу телеграмму.

«Окунаясь лазурные воды Черного моря шлю пламенный привет родному коллективу». Каково? А характер твердый, мужскому не уступит.

И поехало это наше «мало» проводить испытания.

Прошли первые сутки. Все сеансы прошли без замечаний.

Пошли вторые сутки. Товарищ полковник, начальник отдела эксплуатации КА-абонентов заволновался. Ну не может быть того, что происходит. Он, сам бывший баллистик и хорошо знает, что прогноз движения абонентов возможен только на сутки! А тут идут уже вторые, уточненная орбита никуда не выдавалась, а все сеансы проходят без малейших замечаний. Дурят, наверное, его где-то, а где непонятно. Может, кто-то втихаря информацию передает?

На третий день звонит мне Саша Попов, начальник отдела эксплуатации наших аппаратов, тоже полковник. Что говорит, вы с соседним отделом наделали? Они все какие-то испуганные, непрерывно по сторонам оглядываются, даже в туалет по одному не ходят.

Прошло трое суток. Ни малейшего замечания. И тут приходит наше «мало» к тому полковнику и говорит, что в соответствии с программой, утвержденной вашими генералами, теперь не нужно и расписание сеансов сообщать. Вообще от вас ничего не нужно!

Очень хотел бы я посмотреть в тот момент на того товарища полковника!

Идут 4-е сутки. Для нашего аппарата не сообщается никакой информации, ни расписания работы с КА-абонентами, ни их уточненных параметров движения, а все запланированные сеансы связи проходят без малейшего замечания!

Чудеса! Ну не может такого быть!

Тогда командир решается провести несколько вообще незапланированных дополнительных технологических сеансов, о которых, кроме него больше никто не знает. Проводятся дополнительные технологические сеансы - без замечаний!

Звонит Галя Ширшова: «Предлагают ящик коньяка за секрет. Что делать?»

«Держаться. Секретов пока не выдавать. Заканчивать испытания и лететь домой».

Написали отчет и заключение о проведенных испытаниях и сдали систему в эксплуатацию.

А теперь можно и «секреты» открыть.

Выписки из «Исходных данных...» на разработку программ.

«Программа **УДАР** предназначена для **Уточнения Движения** космических аппаратов **Абонентов по Радиопеленгатору**. Уточнение производится на основании результатов сравнения расчетного направления на КА-абонент с фактическим направлением, получаемым от радиопеленгатора, входящего в состав аппаратуры связи.»

«Программа **ПОИСК** предназначена для поиска КА-абонента ... по уточненным данным в одном из 3-х режимов. Во всех 3-х режимах аппаратура связи включена постоянно, 24 часа в сутки.

Режим № 1 используется при наличии в системе только одного КА-абонента. В этом случае должно обеспечиваться постоянное сопровождение (все 24 часа в сутки) лучом КА-связи по всей трассе КА-абонента, независимо от наличия или отсутствия сигнала КА-абонента.

Режим № 2 используется при наличии в системе 2-х КА-абонентов. В этом случае луч последовательно, по очереди устанавливается на трассу одного затем другого абонента. Время ожидания возможного появления сигнала от КА-абонента на одной трассе равно 30 с, затем 30 с на второй трассе, затем снова 30 с на первой трассе и т. д.

Режим № 3 используется при наличии в системе максимально возможного числа КА-абонентов – 3-х. В этом случае время сопровождения каждого КА-абонента равно 20 с».

При проведении наших испытаний в системе был только один КА-абонент. У нас связная аппаратура постоянно включена, хорошо прогрета и находится в режиме ожидания сигнала от абонента. Наш луч постоянно сопровождает его по всей трассе. Стоит только включиться связной аппаратуре КА-абонента мы его сигнал «хватаем» мгновенно. Чем больше сеансов связи, тем больше информации для уточнения параметров движения абонентов, тем нам лучше.

На программу **УДАР** получили авторское свидетельство.

3.4 ГЛОНАСС-М № 11

ПУСК – репортаж с одного из обычных пусков нового аппарата

11.12.2003 ракетой-носителем "Протон-К" с разгонным блоком "Бриз-М" на орбиту был выведен блок № **32** в составе из трех КА - Глонасс № **94**, Глонасс № **95** и Глонасс-М № **11Л** (первый летный). Глонассы № **94** и № **95** - это старый тип аппаратов разработки НПО ПМ и изготовления Омского завода. Глонасс-М, принципиально новый, современный КА, разработан и изготовлен в НПО ПМ.

Разработка и изготовление КА Глонасс-М шли очень сложно. Завершение изготовления планировалось сначала в первом квартале, затем в апреле, июле и т. д. Обусловлено это было в основном недостаточным финансированием этапа наземной экспериментальной отработки (НЭО), новизной многих решаемых задач и очень сжатыми

сроками. Фактически этап НЭО не предшествовал изготовлению первого КА, а велся одновременно с его изготовлением, что приводило к значительным задержкам поставок аппаратуры в связи с необходимостью ее доработок по результатам НЭО. Кроме этого готовность Глонасс-М строго привязывалась к готовности КА № 94 и № 95, а также к готовности ракеты-носителя.

Особенности подготовки КА

КА был отправлен на полигон с несколькими замечаниями:

а) В БЦВК Салют-32 возможен "дребезг" прерываний: иногда вместо одного сигнального импульса выдаются два или более.

Так при полном заполнении аппаратного счетчика времени 2^{16} мс = 65536 мс = 65,536 с вместо одного могут выдаться два сигнала прерывания. В результате, программа счета времени увеличит программный счетчик бортового времени не на 65,536 с, а сразу на два раза по 65,536 с. На КА ряд программ в бортовом компьютере обрабатывают циклограммы управления КА с привязкой к бортовому времени. Если неожиданно скачком изменится время, т.е. интервал в 65,536 с как бы пропадет, то пропадут (т.е. не обработаются) и команды управления КА, запланированные в этом интервале времени.

Особенно это будет неприятно при обработке циклограммы подготовки («прожига») двигательной установки, разворачиваемой в течение примерно 8 мин и содержащей примерно сотню команд управления с проверкой различных условий, разрешающих их исполнение.

Штатно циклограмма «прожига» ДУ запускается через 1,5 часа после отделения КА от носителя и через 25 минут после вхождения КА в зону радиовидимости НИП-9 (Санкт-Петербург) и через 10 минут после вхождения КА в зону радиовидимости НИП-14 (Москва).

Чтобы избежать вышеизложенной неприятности была разработана "заплатка" в виде 5 фраз массивов КПИ (командно-программной информации), которые необходимо заложить на борт КА до начала отработки циклограммы.

(Второй вариант - доработка бортового компьютера с задержкой изготовления КА на несколько месяцев).

б). Для обеспечения более надежного включения БЦВК (бортовой цифровой вычислительный комплекс) на этом типе КА он впервые сразу подключен к шинам питания КА.

Но в процессе наземных испытаний выявилось, что при такой схеме, в трехканальном БЦВК (применена схема мажорирования "два из трех") возможен незапуск отдельных каналов из-за сравнительно низкой крутизны фронтов напряжения при включении бортовой системы электропитания. При невключении одного из каналов резко уменьшается сбоеустойчивость БЦВК.

Устранение замечания возможно доработкой схемы КА (с задержкой изготовления КА) или простым выключением и последующим включением БЦВК.

Особенности подготовки НКУ

Для НКУ (наземного комплекса управления), используемого для управления КА этого класса, Глонасс-М совершенно новый тип КА.

Кроме обычных 255 радиокоманд (8 разрядов) для управления КА предусмотрены несколько тысяч программных команд (ПК), каждая из которых передается на борт КА одной фразой из 512 разрядов. Дополнительно на борт КА могут передаваться массивы командно-программной информации (КПИ), содержащие новые программы для бортового компьютера, ИД для программ, различные "заплатки" для бортового ПО и т.д. и т. п. Массивы КПИ также состоят из фраз по 512 разрядов.

Для реализации этих возможностей ЦУП ВКС был оснащен новым программным обеспечением, разработанным НПО ПМ.

За месяц до запуска были организованы контрольные проверки всего тракта ЦУП - НИП - БКУ. Для этого на НИП-14 (Подмосковье) из НПО ПМ была поставлена часть аппаратуры БКУ, обеспечивающая проверку структуры поступающей информации и необходимые средства измерений. В процессе испытаний ПК и массивы КПИ передавались из ЦУП на НИП и далее в БКУ с использованием везде штатных трактов.

Результат испытаний, как сказал один из руководителей НПО ПМ, "был сокрушающим". Ни один массив, ни одна ПК в штатном режиме не проходят. Структура информации в НКУ и в БКУ после многочисленных преобразований в процессе передачи не соответствуют друг другу.

При этом структура информации в НКУ соответствует структуре штатной навигационной информации для всех КА системы и менять ее для штатной эксплуатации нельзя, а КА Глонасс-М № 11 уже изготовлен и готовится к отправке на полигон, то есть менять что-то уже поздно.

Принято решение: с изделия № 12 доработать борт, для начальных режимов работы с № 11 доработать ПО ЦУП, а затем уже в полете провести доработку ПО БКУ путем закладки массивов командно-программной информации(МКПИ), что на аппаратах разработки НПО ПМ возможно.

Пуск

К работе готовы:

- ЦУП ВКС (военно-космические силы).
- ИВК ГК (информационно-вычислительный комплекс Главного Конструктора в НПО ПМ).
- НИП-9 ВКС.
- НИП-14 ВКС.

11.12.2003 в 00.42.12 по Красноярскому времени "Протон-К" стартовал, все ступени ракеты и блок "Бриз-М" успешно отработали, и в **06.25** все три КА отделились от РН. Прогнозируемое начало зоны радиовидимости НИП-9 в **07.29** за 26 мин до начала автоматического прожига ДУ, начало зоны радиовидимости НИП-14 в **07.42** - за 13 мин до начала прожига ДУ. (Все «заплатки» в виде МКПИ необходимо заложить до начала прожига ДУ).

07.30 НИП-9 Есть сигнал ПРД КИС. Начата закладка МКПИ.(массивов командно-программной информации).

07.35 НИП-9 Режим закладки МКПИ закончен.

Все полученные квитанции отрицательные. Включен режим НП - с борта поступает ТМ-информация. **(Очень плохо. Ни одной «заплатки» заложить не удалось. Информация с Земли до борта не доходит, или борт ее не понимает)**

07.36 Оператор ИВК ГК. Есть ТМИ.

Доклады по системам:

МС (механические системы)	Есть расчеховка жалюзи 1 и 2 нижних узлов солнечных батарей.
СТР (система терморегулирования)	Норма. Включено управление обогревом приборов БСК, температурой трубопроводов, вентиляторами.
СОС (система ориентации и стабилизации)	Норма. Включен обогрев приборов ориентации на Землю и Солнце.
СК (система коррекции)	Норма. Включен режим управления НГ блоков ДУ от ПО СК.
БУ БКУ (блок управления)	Норма. Запрещено прохождение сигнала КО. Включены оба комплекта ПВКУ, ПВКИС, ПВКУМ. Включены первые комплекты ПВПК, ППДС, ППКИС, ПППК, ППН. Включены первые комплекты приборов дежурного режима.
ПО БКУ	Норма. Организована операционная среда для работы БПО. Подготовлены средства автономного управления и контроля КА.
БЦВК (бортовой цифровой вычислительный комплекс)	БЦВК включен. 2 канала. ВИПВ, ВИПС-0. ВИПА-1. (Тоже плохо. Включились только 2 канала, канал А не включился)
БАТС (бортовая аппаратура телесигнализации)	Норма. Включены комплекты Б приборов.
КИС (командно-измерительная система)	Норма. Включен дежурный режим.

Группе БЦВК - Подтвердите доклад.

БЦВК - Подтверждаю. Работают 2 канала - В и С. Остальное - норма.

Группе ПО БКУ - МКПИ заложены ?

ПО БКУ - Следов закладки МКПИ нет. Программа "Прием КПИ" не включалась.

07.42 ЦУП - ЕСТЬ СИГНАЛ У НИП-14.

РЕКОМЕНДАЦИЯ ЦУПу - ПОВТОРИТЬ ЗАКЛАДКУ МКПИ С НИП-14.

ЦУП - НП выключаю. Повторяю закладку МКПИ с НИП-14.

07.45 Оператор ИВК ГК- ТМИ выключено.

07.50 ЦУП - При закладке МКПИ с НИП-14 все квитанции отрицательные.

(Плохо, и с другого НИПа ничего не получается).

КОМАНДА ЦУПу - ВКЛЮЧАЙТЕ НП.

07.52 ИВК ГК - Есть ТМИ.

Доклады:

СЭП - Норма.

СТР - Норма.

СОС - Норма.

СК - Норма.

БУ БКУ - Норма.

ПО БКУ - Норма. **Следов закладки МКПИ нет.**

БЦВК - **2 канала.** Остальное норма.

БАТС - Норма.

КИС - Норма.

07.55 Сейчас бортовым ПО начнут разворачиваться циклограммы автономного управления бортовыми системами КА. Ждем. (Есть надежда, что и без заложенных «заплаток» бортовое ПО отработает нормально и в автономном режиме выполнит все функции).

07.56 МС - Есть раскрытие панелей БС.

БКУ - Включен режим начальной подготовки.

СТР - Программное обеспечение системы включено в начальный режим.

07.59 СК - Наблюдаю режим прожига ДУ!. Идет повышение температуры двигателей! (Необходимо от примерно комнатной быстро разогреть до примерно 400 градусов С).

08.05 БКУ - Режим начальной подготовки ДУ завершен! Разрешен переход в РАСО.

СК - Есть конец прожига. ДУ к работе готова! Программа ДУ ОС заявлена в ПАКЕТ.

08.07 СОС - Включен Режим Успокоения. Включены БИСы. Идет гашение угловых скоростей по каналам тангажа, крена, рыскания.

08.xx СОС - Режим успокоения спутника завершен. Включен режим начальной ориентации на Солнце.

08.xx СОС - Режим начальной ориентации на Солнце завершен. Аппарат сориентирован на Солнце! СЭП - Норма. Ток БС соответствует расчетному. (Все, самое главное

сделано! Есть ориентация на Солнце, есть неограниченное море электроэнергии. Теперь можно спокойно, не торопясь, разбираться с любыми вопросами).

09.00 ЦУПу - Пробуйте выдать ПК в различных режимах. Даем вам номер безобидной ПК, которую мы сможем наблюдать. ПК- 5270.

10.00 ЦУП - Все попытки выдачи ПК в различных режимах с НИП-9 и НИП-14 неудачны.

- У Вас отрицательные квитанции или отсутствие квитанций? Для нас это очень важно!!! (Оперативный анализ схем и документации показал, что отрицательная квитанция означает, что информация до борта все-таки доходит, но она не достоверна. Отсутствие квитанции - информация вообще до борта не доходит.)

- Отрицательные.

- Отрицательные у ЦУПа -???

- Да.

- А у НИПа с борта нет квитанции или отрицательная???

- Сейчас уточню.

- Уточняю. У НИПа отрицательная квитанция.

(Как это ни маловероятно, но вполне возможно, что на КА в тракте прохождения командно- программной информации уже на первом витке появился отказ. Придется переключаться на вторые или третьи резервные приборы).

10.30 Группе БКУ - Готовить программу переключения на резервные приборы БКУ. По готовности передать ее в ЦУП. Выполнять частями по отдельному распоряжению. По готовности приступить к выполнению 1-й части.

11.00 Разговор по сотовому с руководителем разработки бортовой аппаратуры КИС и аппаратуры НИПов (едет в автомобиле на работу в г. Москве , там сейчас 7 часов утра).

- Николай, у нас проблемы с выдачей ПК и МКПИ.

- Виноваты Вы. У Вас же везде новое программное обеспечение. И на борту и в ЦУПе. Наверняка, что-нибудь напутали.
- Мы проверяли весь тракт от ЦУП через НИП и до БКУ, и все проходило.
- Бывает. А сейчас что ?
- НИПы докладывают об отрицательных квитанциях. Мы не уверены, что это на самом деле отрицательные. Может все-таки их вообще нет?
- Оператор НИП не в состоянии отличить отрицательную квитанцию от отсутствия квитанции. Так выполнена аппаратура.
- Да! Но ведь это не есть хорошо. Нужно бы отличать отсутствие от минуса.
- Это потребует доработки. Дополнительное табло. Дополнительное финансирование.
- Табло и лампочку мы тебе из Красноярска бесплатно привезем.

- Да??? А к лампочке нужны провода, а к проводам электроника, а к ней программное обеспечение. А оно знаете сколько стоит??? Особенно в Москве. А НИПы?... Они же от Москвы до самых до окраин. Короче примерно 2 миллиона рублей.
- ?????????? Что делаем дальше?
- Сейчас приеду на работу и все организую. К началу очередного сеанса мои ребята будут на 14-м.
- Спасибо!

11.15 ЦУП - первую часть программы переключения приборов БКУ выполнил. Жду распоряжения на продолжение.

- Продолжать не нужно. Заканчивайте штатно сеанс.

11.30 Конец работы на первом витке.

На последующих витках ПК иногда проходили, но, как правило, с отрицательными квитанциями. При этом по ТМИ отмечалось их исполнение на борту КА. Ни один массив штатными средствами НКУ ГЛОНАСС заложить не удалось.

16.12.2003 были привлечены к работе средства НКУ, работающие с КА связи. Сразу же стали проходить все ПК и короткие массивы МКПИ (в этом НКУ есть ограничение - длина массива не должна превышать 29 фраз). В НПО ПМ оперативно длинные массивы были "нарезаны" на более короткие и переданы в ЦУП.

17.12.2003 все необходимые МКПИ заложены на борт КА, проведена штатная ориентация КА на Землю, произведено выключение-включение БЦВК (теперь включены все 3 канала) и начаты штатные проверки бортовых систем.

В соответствии с программой летных испытаний они продлятся в течение нескольких месяцев. Пока замечаний к КА нет!!!

Для анализа причин не прохождения ПК и МКПИ при работе штатных средств НКУ системы ГЛОНАСС создана комиссия из сотрудников НПО ПМ и РНИИ КП.

4. ПРОГРАММНЫЕ ИМИТАТОРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В процессе проведения заключительных контрактных работ с EUTELSAT выяснилось, что помимо поставки реального космического аппарата SESAT, должен быть разработан и поставлен программный имитатор этого аппарата.

Предназначается этот имитатор для обучения операторов, отработки средств ЦУПа и для проверки и отработки эксплуатационной документации.

Пока оператор не освоит управление спутником с помощью имитатора, его к работе с реальным аппаратом просто не допустят. И запуск реального аппарата не состоится, пока все средства ЦУПа не проверят и не отработают на имитаторе. Считают, что риск слишком велик.

Требования к имитатору изложены на многих страницах контракта и приведены в Приложении 2. Желающие могут с ними ознакомиться. Требования такие, что мало не покажется.

Кратко можно сказать, что требуется создать программную модель космического аппарата, которая генерирует поток телеметрической информации в масштабе реального (ускоренного, замедленного) времени, аналогичный потоку ТМ-информации с реального КА и реагирует на все команды управления точно также, как и реальный аппарат.

Реалистичность моделирования должна быть такой, чтобы оператор не мог отличить работу имитатора от работы реального спутника.

В.П. Ганженко говорил, что когда он понял, чего требуют французы, то две ночи спать не мог.

Ничего подобного в НПО ПМ никогда не создавалось. Попытки нашей делегации исключить данные требования или заменить поставку программного имитатора на поставку какой либо технологической аппаратуры вызвали у представителей EUTELSATа удивление и недоумение.

«Хотите получить контракт на создание спутника для Европы, извольте работать по европейским стандартам. Создание компьютерного имитатора для обучения операторов и отработки средств управления обязательно».

Контракт был подписан.

И кому же в НПО ПМ делать этот имитатор?

На одном из первых совещаний после подписания контракта Первый заместитель генерального конструктора А.Г. Козлов высказался примерно так: «Мужики! Сделали мы с вами примерно тысячу спутников, сделаем и еще один. А что с этой чепухой будем делать? Какие будут мнения, предложения?»

Нет никаких мнений и предложений.

А задача-то вон какая сложная и интересная! Как раз в это время попал я на длительный больничный. Левую руку стеклом сильно разрезал. Операцию сделали, неделю

в больнице, а потом дома более месяца. Рука, хотя и вся перевязана, но уже не болит. Думать ничто не мешает. Вот и думал, как можно тот треклятый имитатор создать.

Вот мысли и идеи появились. Попросил, чтобы чистой бумаги принесли. Правая то рука целая, писать можно. И дома, на кухне разработался у меня документ **«ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАТОРА КА SESAT»**.

Обсудили его (все еще на кухне, с пивком, из рюмочек) с М.С. Дутовым, кое-что поправили. А вскоре и на работу вышел. Проработали основные идеи с начальником сектора М.В. Тимисковым. Должно все получиться. А основные идеи следующие.

1. Использование в составе имитатора штатного бортового программного обеспечения (БПО) аппарата SESAT.

Пытаться смоделировать его почти невозможно. Там столько нюансов. Труд будет громадный и почти бесполезный. Кроме этого оно постоянно может меняться. Сам руку к этому приложил. А если используем уже готовое, то сразу убьем несколько зайцев.

Не только значительно сократится объем работ по разработке моделей каждой бортовой системы, так как значительная их часть, а именно система управления, реализованная в БПО, берется в готовом виде, но и обеспечится 100% идентичность функционирования имитатора и реального аппарата в этой части.

Конечно, для реализации этой возможности, необходимо будет разработать модель (интерпретатор команд) БЦВМ, но задача эта вполне решаемая.

2. Использование задела по наземному отладочному комплексу (НОК), применяемого для отладки бортового программного обеспечения.

3. Использование для управления и обработки телеметрии алгоритмов и интерфейсов систем «ПРИС» и «ПОИСК», применяемых при наземных испытаниях наших космических аппаратов.

4. Использование технологии, созданной и успешно применяемой для разработки БПО. Т.е. обязательный выпуск проектных документов по моделям каждой бортовой системы и последующая работа строго по этим документам.

Была разработана функциональная схема имитатора и логика его функционирования.

Основу имитатора составляют модель бортового компьютера со штатным БПО и модели бортовых систем.

Функционирование имитатора будет осуществляться следующим образом.

Организуется имитация прохождения сигналов с интервалом 4 с, по которым в составе реального КА организуется вычислительный процесс.

Запускается интерпретатор команд бортового компьютера (ИКБК), реализующий выполнение команд БПО. БПО начинает штатно функционировать.

При этом после выполнения каждой очередной команды бортового компьютера модельное время увеличивается на время исполнения команды в моделируемом компьютере, проверяется наличие заявок на отработку программ - моделей бортовых систем (по командам управления, по истечении заданных интервалов времени и т.д.). При

наличии заявок управление передается на их отработку, при отсутствии - обрабатывается очередная команда бортового компьютера.

Выдача ТМ-информации от моделей аппаратуры бортовых систем (аппаратная ТМИ) осуществляется в физических величинах. Преобразование физических величин в единицы телеметрической шкалы (моделирование ТМ - датчиков) осуществляется программой РЕВЕРС.

Синхронизация работы всего комплекса с реальным временем будет осуществляться следующим образом.

Интерпретатор команд при выполнении каждой машинной команды подсчитывает время ее выполнения в моделируемом компьютере и после выполнения команды на соответствующую величину увеличивает орбитальное (модельное) время. При увеличении его на 1с (интервал синхронизации) процесс останавливается в ожидании увеличения на 1с реального времени.

Так как быстродействие наземного процессора значительно выше быстродействия бортового компьютера, имитатор всегда будет некоторое время находиться в режиме ожидания, а затем синхронизироваться с реальным временем.

И т. д. и т. п.

Для рассмотрения основных принципов построения имитатора собрали у Заместителя генерального конструктора В.П. Ганженко большое совещание с участием всех тематических отделов. Доклад мой заслушали, принципы одобрили (других-то нет), а реализовывать их мне и поручили. Так, неожиданно для себя, оказался я в роли руководителя работ по разработке программного имитатора. Вот это влип так влип! Сидел бы спокойно со своим БКУ и внедрял его на SESATe.

Основной документ все быстро согласовали и 23.11.95 он был утвержден 1-м ЗГК А.Г. Козловым.

Работать с большим коллективом привычно и работа началась.

Всего в создании имитатора участвовало более 60 человек из разных подразделений предприятия. При этом все, без всякого исключения, выполняли свою основную работу по созданию реальных космических аппаратов и дополнительно работали по имитатору.

Условно всех можно было разделить на две большие группы:- технические специалисты и программисты. Технические специалисты, это специалисты по бортовым системам. Их задача описать модель логики функционирования «своей» системы на удобном для них языке.

Тут есть следующая тонкость. В теории моделирования и во всей литературе по математическому моделированию считается, что для одного объекта моделирования все его составляющие должны быть описаны на каком либо одном языке, например, на языке логики узкого исчисления предикатов.

Так, что? Всем специалистам изучать какой-либо «птичий» язык? Да и нет такого языка, чтобы все разнообразие бортовых систем можно было описать на одном языке. Пойдем другим путем. Пусть пишут на любом им привычном и понятном языке. Лишь бы можно было понять, что написано. А вот дальнейшее программирование будет уже вестись на одном языке.

В результате «Блок Управления» был описан языком булевой алгебры, система ориентации с использованием дифференциальных уравнений, баллистика с помощью уравнений небесной механики и т. д. А вот все программирование велось на едином языке СИ.

Полностью развернуть все работы удалось только в 1996г. после приобретения дорогостоящей (более 60 тыс. долларов) Альфа-станции, профессионального компьютера, на котором по требованию EUTELSAT и должен быть реализован имитатор.

А вопросов море, общих и частных, сложных и простых, технических и организационных. А тут еще и «простой», отправить всех в «простой», но работу делать.

Какие режимы аппарата моделировать? В требованиях указаны только дежурный и сеансный режимы. А ведь самые напряженные с точки зрения управления аппаратом это начальные режимы после отделения спутника от ракеты-носителя и режим «Закрутка». Именно в этих режимах операторам необходимо действовать очень точно и грамотно. Особенно при выходе из «Закрутки». Обязательно предусмотрим в имитаторе эти режимы.

А как организовать эти самые режимы? На реальном аппарате это происходит последовательно, естественным образом. То есть сначала в течении нескольких часов(до суток) отрабатываются начальные режимы, затем аппарат переводится в дежурный режим, а через несколько недель в сеансный (включается полезная нагрузка).

Не проходить же каждый раз через начальные режимы. Да и требование есть-готовность имитатора после включения не более 2 минут. Хорошо, предусмотрим при включении имитатора отработку циклограммы, содержащей необходимые команды управления спутником для перевода его в требуемое состояние.

А циклограммы эти еще нужно разработать. Для этого нужно хорошо знать аппарат и иметь документацию по управлению им. Но, нет еще никакой документации и, будет она не скоро. Приходиться выкручиваться, помогают знания, опыт.

Какие типы орбит предусмотреть? Опять с точки зрения управления, кроме обычной солнечной орбиты следует предусмотреть орбиту с тенью и, чтобы аппарат находился перед самой тенью. Это позволит операторам легко и просто многократно отрабатывать режимы входа-выхода спутника в тень. Ну и, конечно же, предусмотреть возможность задания оператором любых произвольных, но допустимых параметров орбиты.

Какиеи т.д. ит.п.

Жаль, посоветоваться не с кем. После реорганизаций все «управленцы» теперь совсем в другом отделении и вообще им не до имитаторов, своих дел хватает.

А в моей команде все специалисты просто замечательные, но узко профессиональные. Ладно, и один бывает в поле воин. Не зря ведь более десяти лет управлял спутниками. Справлюсь.

Разработку интерпретатора команд БЦВМ Салют-4, а затем и других БЦВМ осуществляли под руководством Андрея Колташева Николай Шумаков, Наташа Кузнецова и Анна Хохлова. После разработки и испытаний 1-й версии интерпретатора выяснилось, что работы в реальном масштабе времени не получается, а получается замедление в несколько раз. Интерпретатор забирает на себя все машинные ресурсы.

Дело в том, что для интерпретации одной команды бортового компьютера необходимо использовать более сотни команд наземного компьютера. При этом возможны различные варианты.

Весь проект повис на волоске, а точнее на Коле Шумакове. Какие там 2 имитатора в одном компьютере (так требуется по контракту), дай боже, чтобы хотя бы один работал в реальном масштабе времени. Более полутора месяцев прорабатывались различные варианты.

Наконец, после напряженнейшей работы удалось обеспечить реальное время, а затем постепенно и ускорение в 1.5 раза, в 2 разаи в 5раз, что уже достаточно для устойчивой работы 2-х имитаторов.

Длительное время ходил у нас Николай в заслуженных героях.

Модель центрального блока управления БКУ разрабатывали Надя Лапина и программист Лена Карманова. Надежда прекрасно разобралась с логикой функционирования блока, выпустила хорошо проработанные исходные данные для программирования (на языке булевой алгебры), а Лена по этим данным разработала программу.

Молодцы!

Модель Полезной нагрузки (ретранслятора) производства фирмы Алкатель, разрабатывали Ольга Матвиенко и программист Нина Колташева под руководством Эдуарда Квеско.

Интересные у нас с ними были разговоры и приключения.

Нина:

- Виктор Дмитриевич, вот Ольга мне что-то говорит, а что, я никак понять не могу.

Выслушиваю Ольгу, перевожу с технического языка на язык, близкий к программистскому. Нине теперь все понятно и она отвечает Ольге.

- Оля, тебе понятно?

- Ничего не понятно, что она тут наговорила. Переводите.

А через несколько месяцев совместной работы понимать друг друга стали прекрасно.

Модель ретранслятора думали сделать так - сделаем модель одного ствола, а потом продублируем ее 24 раза (на SESAT 18 основных стволов и 6 резервных). Так и сделали.

Но когда из Франции поступил ретранслятор и появились результаты его испытаний, пришлось схватиться за голову.

Проклятые французы! Что же они делают! По телеметрическим параметрам все стволы отличаются друг от друга как небо от Земли.

Оказывается у них технология изготовления совсем другая, максимально упрощенная.

У нас путем регулировок выходные параметры настраиваются так, чтобы они были одинаковыми для всех стволов, с определенным допуском. Процедура длительная, ответственная. Регулировщики везде в почете.

А французы себя этим вообще не утруждают. Как получилось, так и получилось. Они результаты измерений просто отражают в документации и затем все по ней работают. Молодцы!

А у нас объем работ по ретранслятору сразу возрос в 24 раза. А дальше, больше. Выяснилось, что при включении резервных блоков все опять меняется по той же причине. Короче, пришлось программировать более 100 моделей стволов.

Кстати, по требованию EUTELSAT, приемку модели ретранслятора осуществляли представители Алкатель, с составлением соответствующего акта.

Модель системы терморегулирования разрабатывали Анатолий Колесников и программист Мунира Мальцева. Тут своя история. В отделе систем терморегулирования вопросами имитатора поручили заниматься Анатолию Колесникову (в свободное от основной работы время), а программистов ищите, где хотите. А у нас у всех программистов работы уже не меряно.

Удалось договориться в 3-м комплексе с Сергеем Гороховым о поручении этой работы программисту Мальцевой. Нашли они сравнительно быстро общий язык с Анатолием и дела потихоньку пошли. А тут вдруг сокращение на предприятии. И каждому подразделению своя разрядка.

3-й комплекс в числе прочих подает на сокращение Муниру Мальцеву, так как она значительную часть своего времени работает не на «свое» подразделение. Пришлось буквально биться за Муниру. Спасибо Начальнику Управления по работе с персоналом Сергею Кукушкину, в проблему вник, Мунира была переведена в наш комплекс, где и сейчас продолжает успешно работать.

С разработкой модели системы терморегулирования Анатолий и Мунира справились прекрасно.

Разработку модели системы ориентации осуществляли Виктор Бутор, Татьяна Говорова и программисты Широкова Татьяна, Ирина Путятинна и Алла Дорохова под руководством Германа Рычкова. Самая главная трудность здесь была такая.

Разрабатывались модели приборов системы ориентации. А работать с этими моделями будет реальное БПО, которое не должно «почувствовать», что оно работает не с реальными приборами, а с их моделями. При этом сопряжение БПО с моделями приборов осуществляется через множество моделей блоков сопряжения.

А конечный результат всего этого моделирования воздействует на модель движения относительно центра масс, задаваемую в виде дифференциальных уравнений.

В общем система очень сложная.

И еще такой интересный нюанс. Подготовлена очередная версия по системе ориентации. Теперь для ее оценки приглашаются проектанты, разрабатывающие реальную систему ориентации и не имеющие вообще то прямого отношения к разработке имитатора.

Посмотрят на получившуюся динамику Саша Глазунов или Андрей Овчинников, поморщатся. Не нравится им, что-то не так. У реального аппарата процессы проходят немного по-другому. Начинают все вместе разбираться. Выясняется, например, что не учтен импульс последействия. В модели прошла команда на выключение двигателя, он сразу и выключился. А в реальном двигателе после его выключения еще в течение примерно 0,5 секунды сохраняется импульс последействия.

Провели доработки, снова проверили. Вот теперь другое дело, процесс соответствует реальному.

А еще модель системы ориентации взаимодействует со многими другими моделями - моделью орбитального движения, моделью двигательной установки и т. д.

В целом модель системы ориентации получилась просто замечательная.

Модель орбитального движения разрабатывали Александр Гречкосеев, Василий Юксеев и Альбина Сахарова под руководством Владимира Бартенева.

Когда шли проверочные испытания имитатора, одной из первых проверялась модель орбитального движения. Французы ввели в имитатор параметры орбиты одного из своих спутников и точность моделирования проверяли по совпадению времени начала тени на орбите в имитаторе и реальном спутнике. Времена не совпали.

Баллистики у нас замечательные, поведение аппаратов на стационарной орбите изучено досконально и поэтому в своих результатах мы уверены. Французы тоже в своих результатах уверены - у них данные по реальному спутнику.

Звонят в Париж, в свой ЦУП. Двое суток разбираются, что-то уточняют и, наконец, приносят нам свои извинения. Что-то, где-то они напутали, смотрели данные не по тому своему аппарату.

Модель системы коррекции разработали Юрий Ермошкин и Алексей Чугунов. Юрий Ермошкин, на основе многолетнего опыта разработки и эксплуатации системы, разработал общие принципы построения модели СК. Он же разработал модель двигательной установки коррекции и модель тепловых режимов блоков СК и координировал все работы по модели СК. Алексей Чугунов разработал программную модель двигательной установки ориентации и стабилизации. Оба выступали и как специалисты и как программисты.

Модели получились просто замечательные, полностью отражающие работу реальных систем. Гостям обычно любили показывать, как лихо разогреваются двигатели ориентации при имитации начальной подготовки ДУ или запускаются плазменные двигатели при имитации сеанса коррекции.

Модель системы электропитания разрабатывали Евгений Олейников и программист Наташа Шаркова. При этом Евгений уже не работал в НПО ПМ. Работа с ним была организована по отдельному договору. А Наташа Шаркова была в то время единственным программистом в своем отделе. Тем не менее, с работой справились.

Разработку моделей модулей обмена УИВК проводили Николай Кириленко, Станислав Рябушкин и программисты Наталья Петренко и Наталья Злотникова.

У Кириленко своей основной работы выше всякой крыши, не до имитатора ему. Но разве женщинам откажешь? Тем более таким настойчивым и упорным, как Наташа Петренко.

Нормально разработали модели всех модулей.

Разработку модели Бортовой Аппаратуры ТелеСигнализации (БАТС) осуществляли под руководством Вадима Школьного и Эдуарда Квеско Елена Федоряко и программист Татьяна Прокофьева.

Исходные данные на модель БАТС разрабатывались самыми первыми. Тогда еще не были определены полностью состав и структура документов для программистов, глубина моделирования и многое другое. Сели втроем – я, Вадим Школьный, Лена Федоряко. Разобрали по косточкам аппаратуру БАТС, определили, что и как будем моделировать.

Вадиму очень хотелось, чтобы была смоделирована и вся кабельная сеть для последующей автоматической проверки схемной документации. Но уж очень объемная задача, хотя особых проблем нет. Договорились вернуться к этому вопросу попозже.

В БАТС есть свое программное обеспечение, с которым работает устройство управления БАТС. По аналогии с БЦВМ был разработан интерпретатор команд этого устройства управления. Это позволило в модели БАТС использовать реальное программное обеспечение БАТС (прошивку БАТС) со всеми вытекающими отсюда положительными результатами.

Комплекс программ управления процессами имитации функционирования бортовых систем и их временной синхронизации разрабатывали под руководством Ольги Вязовецковой Галина Кучеренко, Галина Филатова и Елена Карманова.

Это был главный штаб по разработке имитатора. Любые доработки и изменения, а их десятки и сотни по каждой системе, проходили через эту дружную и высокопрофессиональную команду. И если у кого-нибудь, что-нибудь не ладится, обращаются к ним.

Оля Вязовецкова со товарищи всегда во всем разберутся, ошибки найдут и помогут устранить.

Все умные, грамотные, энергичные.

А еще они, да и все «наземные» программисты, очень интересно общаются между собой. В отличие от «бортовых» программистов, все программы называют не по присвоенным именам, а по имени разработчика программы. Бороться с этим бесполезно. Например, предложение «Нина отдала Оле, Оля – Тане, а та упала» означает, что управление от программы «Модель полезной нагрузки» (разработчик Нина Колташева) было передано в операционную систему (Оля Вязовецкова), затем в «Модель БАТС» (Таня Прокофьева) и процесс «завис» (упал).

Диспетчерскую программу, управляющую всеми моделями, разрабатывала Нина Разина. Старательная, аккуратная, одна из немногих программистов, кто умеет грамотно излагать на бумаге свои мысли. Все эскизные проекты и технические отчеты по имитаторам, это ее работа.

Программу «Реверс» разрабатывал Геннадий Матюшкин. От всех моделей телеметрические параметры поступают в физических величинах - в градусах, вольтах и т.д. Казалось бы, бери и используй, а нет, нужно все теперь перевернуть и с помощью тарифовочных характеристик преобразовать в единицы телеметрической шкалы, чтобы в ЦУП вся информация поступала именно в таком виде. А ЦУП с помощью все тех же

тарировочных характеристик проведет обратное преобразование. Вот эту программу Гена и разрабатывал. Справился отлично.

Модель российской командно-измерительной системы (КИС-С) разрабатывали Вадим Петренко и программист Марина Чечик. Нормальная, полностью правдоподобная получилась модель.

После запуска SESAT Марина переехала в Париж (мужа Володю Чечик пригласили на работу в EUTELSAT). В Железногорск теперь приезжает только весной, помочь родителям сажать картошку и овощи, а также на вечера отдела.

Модель французской командно-измерительной системы (КИС-Ку) разрабатывали Павел Ерохов и программист Наташа Кирюхина. Молодец Паша, отлично разобрался с «чужой» системой, которой даже в глаза никогда не видел. Вся работа велась только по документации.

Мало того, была полностью смоделирована выдача команд в режиме аутентификации, аналоге крипто-имитозащиты. И все это только по документации.

Представьте состояние французов:

- Если ЦУП будет выдавать команды в режиме засекречивания, имитатор их поймет?

- Пожалуйста, выдавайте. Только предварительно включите у имитатора режим аутентификации, шифроключи для работы с имитатором - №1, 2, 3, 4, 5.

Включили нужный режим, ЦУП EUTELSATа выдает строго засекреченные команды, а имитатор спокойненько их расшифровывает и исполняет!!!

Молодцы Паша и Наташа!!!

Разработку системы управления (выдача команд, массивов, обработка телеметрии) проводила команда Славы Максимова - Лариса Федоренко, Андрей Киселев, Михаил Баев, Владимир Кривцов, Владимир Дубенко, Елена Тарасова, Эдуард Квеско, Светлана Дектярева.

Команда Максимова всегда занималась только обработкой телеметрии (система «Поиск»). Разработкой систем выдачи команд (комплекс «Прис») занимался сектор Николая Кузнецова. Но Николай в этой работе участвовать отказался категорически, заявив, что как опытный программист он понимает, что создание такого сложного программного продукта есть чистейшая авантюра. А он в авантюрных проектах участвовать не желает и не будет.

Объем работ у Максимова увеличился сразу вдвое.

Справились ребята! И справились замечательно!

Разработку программы «Интерфейс», обеспечивающей сопряжение имитатора с ЦУП EUTELSAT, проводили Андрей Киселев и Игорь Зацепин. Когда программу уже разработали, оказалось, что проверить ее работу невозможно. Для этого требуется плата X25 стоимостью более 2 тысяч долларов. А денег у фирмы совсем нет. Спасибо французам, привезли нам в кармане эту плату. А у нас даже соединительных проводов и разъемов нет. Пришлось действовать по принципу «тетенька, дайте водицы напиться, а так кушать хочется, что даже переночевать негде». Конечно же, привезли нам французы и разъемы и соединители.

Кстати, по контракту мы должны были поставлять имитатор в готовом виде т.е. не только программное обеспечение, но и рабочую станцию DEC Alpha-station со многими прибаутами на сумму около сотни тысяч долларов. Мы их даже и не просили, они сами заявили, что всю аппаратуру они купят сами за свои деньги.

Помощниками руководителя проекта по всем организационным вопросам и выпуску документации были Моисей Дутов и Татьяна Пархачева. Только для EUTELSAT было выпущено более 60 документов.

Поставку и обслуживание технических средств, сопровождение общесистемного программного обеспечения осуществляли Валерий Смирных, Виктор Кучеренко и Игорь Зацепин.

А главным программистом в этом проекте был начальник сектора Михаил Тимисков. Прекрасные знания и опыт позволяли ему успешно справляться со всеми постоянно возникающими проблемами.

К концу 1997 г. имитатор у нас «задышал». Получили первые телеметрические кадры. Жить сразу стало веселее. Правда, тут же выяснилось, что команда Славы Максимова значительно отстает с разработкой системы обработки телеметрии. Ничего, когда-то «Молниями» управляли тоже по необработанной телеметрии.

Пришлось всю свою команду обучить работе с телеметрической информацией, поступающей в двоичном коде. К великому удивлению все освоили это совершенно безболезненно и чрезвычайно быстро. Все знают, как вывести на экран телеметрический кадр, где в кадре находятся нужные параметры и как их расшифровать, используя, при необходимости, тарифовочные характеристики.

А вот когда французам пытался показать работу имитатора в таком виде, так они вообще ничего не поняли. И очень удивлялись, откуда это у нас берутся нолики и единички, и как ловко мы с ними управляемся. У себя в ЦУПе они никогда ничего подобного не видели и даже не подозревали о существовании этих ноликов и единичек.

Ну не понять западному человеку, как можно работать с чем-нибудь не полностью готовым. А «наши» запросто. Уверен, если «нашим» хлеб вдруг начнут выдавать не в виде булочек, а в виде муки, наши быстро приспособятся. А «западным» этого не пережить. Думаю, что большинство из них о существовании муки даже не подозревает.

К лету 1998г. имитатор был готов. Даже все возможные отказы смоделировали. Здесь, кроме технической, была еще такая сложность. Все отказы и меры по их устранению должны быть описаны в документации по управлению. Если окажется, что в документации отказов больше, а в имитаторе меньше, значит, не все отказы смоделированы, значит, имитатор плохой. Если наоборот, то документация по управлению плохая, не все возможные отказы в ней отражены.

В конце июня 1998 года из EUTELSAT прибыли представители для приемки имитатора Дэвид Верье и Джон Эванс. К этому времени были полностью разработаны и согласованы с EUTELSAT программы-методики испытаний всех бортовых систем. Объем испытаний примерно такой же, как и при заводских испытаниях реального аппарата.

Заканчивается первая неделя испытаний. Пятница. Время уже послеобеденное. Идут проверочные испытания модели командно-измерительной системы (КИС).

А на выходные дни по просьбе французов был организован им туристический отдых. Предложено было на выбор - простая поездка в Красноярск, поездка на столбы, экскурсия на Красноярскую ГЭС, сплав по Мане и еще кое-что. Им захотелось сплавиться по Мане. Отъезд в пятницу вечером.

В проверочных испытаниях подошли к проверке автоматического перебора комплектов КИС. По подаче питания на аппаратуру включается часовой механизм и через 24 часа начинают выдаваться метки (команды) для автоматического переключения основных и резервных приборов аппаратуры. Сделано это на случай потери связи с аппаратом при отказе какого либо прибора.

Логика работы и соответственно проверка - простейшая. Выдать команду на включение и подождать 24 часа. С ускорением в 2-3 раза будет быстрее. Если прекратить все параллельные работы можно ускориться в 5 - 6 раз. Все равно проверка займет 4 - 5 часов. А как же Мана?

Дэвид Верье с надеждой смотрит на Вадима Петренко, демонстрирующего работу имитатора в этой части: «Проводилась ли предварительная проверка данного режима?» Вадим честно признается, что в связи с простотой режима и длительностью проверки она предварительно не проводилась. Я тоже этого не проверял. Правильность самого перебора проверял (здесь требуются специальные знания), а вот просто прождать несколько часов.....

Такие уж видимо мы, русские. Сложнейшие задачи решим, а на пустяках можем проколоться. Педантичности, пунктуальности зачастую не хватает. Какой-нибудь немец включил бы этот режим и с умным видом спокойно сидел бы, как суслик, и ждал 24 часа. Еще и по смене бы передавал.

Дэвид очень серьезен. Работу необходимо проделать до конца. Необходимо ждать несколько часов? Будем ждать.

Отключаем все параллельные работы, летим с ускорением примерно в 6 раз. Проходит час, проходит два часа, летим. Все молчат. Создалось какое-то сильное напряжение. Начинают звонить телефоны:

- Где там французы? Почему их не отпускаете? Пора выезжать.

Отвечаем:

- Французы работу наших часов проверяют. Некогда им.

- Они что, чокнулись? Пусть на свои часы смотрят. Выезжать пора.

- Подождите немного. Скоро будут.

А тут вскоре и 24-часовая метка прошла, начался, как это происходит на реальном спутнике, перебор комплектов приборов КИС. Рады все как дети. Даже когда отлично проходили проверки значительно более сложных режимов, такой радости не было.

Вернулись из похода наши французы довольные, загорелые. Впечатлений масса. Природа великолепная, река красивейшая, а особенно понравились им в их маленькой группке новые друзья – Виктор Орлов, Юрий Матюхин и супруги Ефимовы, Сергей и Сигита.

Сергей Ефимов, Джон Эванс, Дэвид Верье, Юрий Матюхин, Анатолий Лесняк, Виктор Орлов.

Проверки продолжили.

Такой интересный момент. Есть требование, чтобы в одном компьютере могли одновременно работать 2 имитатора.

У французов, почему-то были большие сомнения, что нам это удастся сделать. Перед этой проверкой поясняю им, что мы сделали так, что на одном компьютере можно одновременно и независимо запустить до 16 имитаторов.

Удивление необычайное. Как? Зачем? Почему? Ведь требуется только 2.

Вмешивается энергично Слава Максимов:

- И я говорю, зачем 16? 10 будет вполне достаточно!

Обалделые французы вообще перестают что-либо понимать, но им совершенно ясно, что никаких проблем с одновременной работой двух имитаторов нет.

А вопрос-то простой. У нас к этому времени имеется только 2 рабочих станции, а пользователей много. Вот и предусмотрели возможность одновременной работы на каждой станции нескольких имитаторов.

В целом все проверки прошли нормально, правда, с несколькими десятками мелких, сравнительно легко устранимых замечаний.

Например, попросили сделать разного цвета таблицы с информацией для двух одновременно работающих и одновременно отображаемых на одном экране имитаторов.

Без проблем, сделаем, любого цвета.

А было и наоборот.

На главную панель управления мы вывели некоторую обобщенную информацию о работе спутника и имитатора – номер последней выданной команды, наличие (отсутствие) тени, скорость имитации и т.д. Французы попросили все лишнее убрать.

Пожалуйста, уберем. Без проблем.

А на следующий день, когда они чуть-чуть подумали и поняли, просто потребовали, чтобы все осталось. А скорость имитации, чтобы была в самом центре панели. Как спидометр у автомобиля.

Пожалуйста, сделаем. Будет скорость имитации в самом центре панели, как спидометр у автомобиля.

По завершении испытаний устроили небольшой фуршет. В своих тостах французы очень высоко оценили созданный имитатор и даже высказали пожелание, чтобы программное обеспечение их ЦУПа было таким же хорошим, как в имитаторе.

А вообще интересно было беседовать с французами, а чаще всего с Дэвидом Верье, на различные темы. Много у нас общего, но много и разного. Например, анекдоты. Просим

Дэвида рассказать типичный английский анекдот. Кстати, Дэвид англичанин. И другие для нас «французы»- немцы, испанцы, бельгийцы и т.д.

Дэвид просит рассказать сначала русский. Хорошо. Выбираю совсем простой, без политики, без игры слов, без необходимости думать.

«Идет по деревне старик и несет на своем мужском достоинстве ведро воды. Соседка увидела, закричала:

- Петрович, что случилось? Почему так?

Отвечает:

- Старый стал, руки то не держат».

Дэвиду не смешно, ему все непонятно.

Во-первых, зачем нужно куда-то нести ведро воды? Почему просто не открыть кран? А этого старого человека ему просто очень жалко.

Ладно, давай, Дэвид, типично английский анекдот. Дэвид долго думает, соображает и, наконец, начинает рассказывать:

«Один человек ведет в квартиру на 2-й этаж лошадь (Дэвид уже от смеха сдерживаться не может, прыскает). Заводит лошадь в ванну». Дэвиду смешно, а нам пока нет.

- Давай Дэвид, продолжай дальше.

- А все, конец.

- Как конец? А где же изюминка анекдота? Что здесь смешного?

Дэвид поясняет, что лошади должны жить в специальном помещении, в конюшне. А у этого в квартире, в ванной комнате. Придут к нему гости, заглянет кто-нибудь в ванну, а там лошадь.

Ха-ха- ха!

Устранили все замечания и в декабре 1998 года В. Анисимов, О. Вязовецкова и В. Максимов полетели в Париж, устанавливать имитатор в ЦУП EUTELSAT, знакомить операторов с нашим спутником и работе с имитатором. Все прошло отлично.

Встречали нас несколько настороженно, зато провожали замечательно. Имитатор наш оценили по самому высокому классу. По степени реалистичности и другим характеристикам у EUTELSAT не было и нет ничего подобного.

Я им оставил в шутку такую инструкцию. Из двух пунктов:

1. Имитатор всегда работает правильно.

2.Если имитатор работает неправильно, то читайте снова пункт 1.

И знаете, они поверили. Уже несколько раз было, что информация с реального аппарата не соответствовала информации имитатора. Благодаря пункту 1, имитатор был вне подозрений, начинали искать ошибку в другом месте. Каждый раз ошибка находилась в наземных средствах обработки информации

Сохранились заметки об этой поездке.

Заметки о поездке в Париж (6.12-14.12.1998г)

1.Что любят и чего не любят французы. И почему?

Французы действительно любят вино. Бутылка вина (0,75-1 л) стоит от 6,9 франка (1 франк - 4 руб.).

Французы не любят пива - бутылка пива стоит от 8 франков. Пиво привозное (Германия, Голландия).

Французы не любят водку - бутылка водки стоит от 100 франков т.е или 1 бутылка водки (0,5 л) или 10-15 бутылок хорошего вина.

Предпочитают вино. Еще бы, при таких условиях любой так поступит.

Французы мало употребляют хлеба. Батон, булка хлеба стоят 10-12 франков, т.е. довольно дорого, и нам он не понравился. Сверху сильно запечённая корочка, а внутри полупустота, зуб положить не на что.

2.Гостиница.

Жили мы в сравнительно дешевой гостинице. Стоимость номера в сутки 377 франков (около 1500 руб.) Одноместный номер – комната 15 кв. м, есть совмещённый душ и туалет, 2 совместно стоящих кровати. Нет подушек – вместо них на каждой кровати круглый, мягкий валик. Простыня проходит под валик и оборачивает его. В счёт проживания входит скромный завтрак – чашка кофе (чая, какао), кусочек (20 г) масла, джем(20 г) в пластмассовой формочке, хлеб.

В лифте объявление - на французском, английском, немецком языках. В переводе на русский звучит примерно так: «Если у вас есть магнитная карточка стоимостью 15 франков (60 руб.) вы можете использовать её в душе и будете иметь воду в течение 5 минут.» Это видимо для тех, у кого в номере нет душа.

3.Город.

Париж сравнительно небольшой город. Говорят, что пешком его можно пересечь за 1 час. В Москве от метро «Речной вокзал» до метро «Домодедовская» поезд в вечернее время с приличной скоростью идёт тоже 1 час (56 мин). Аэропорт также по нашим масштабам недалеко от города. На такси 30 мин. В такси водитель выдаёт квитанцию. Стоимость проезда от аэропорта до гостиницы «Порт рояль» 245 франков. Водитель – вьетнамка 30-40 лет. Свободно говорит по-английски.

Погода в декабре + 10-15 гр. Трава зелёная, но на деревьях листвы нет.

В городе много индусов, негров. В центре много арабов (очень богато одетых).

Первые этажи везде - ресторанчики, парикмахерские и т. д. И везде на первых этажах сплошное стекло. Вид изнутри как из штурманской рубки корабля на людское море, а снаружи смотришь как на музей или выставку.

Есть магазины специально для бедных - ТУТИ. В них всё то же самое, но значительно дешевле. Но ... Во Франции, как нам сказали, очень развит престиж сословия. Если ты достиг определённого уровня, то должен его поддерживать! Ездить на более дорогой марке автомобиля, покупки делать только в достаточно престижных магазинах, пить не самое дешёвое вино и т.д. Поэтому сотрудники EUTELSAT, например, в такие магазины не ходят.

4. Улицы.

Улицы чистые, ухоженные. Но попадаются и мины - собачьи. Видимо собак выгуливают уже после утренней уборки улиц.

Часто на улицах стоят бетонные будки с отверстиями, закрытыми разрезанной в виде веера пластмассовой крышкой. Оказалось, это для сбора пустых бутылок. И около каждого отверстия указан тип бутылки (0,5-1 л. и т.д.).

В некоторых местах стоят похожие на столбики стойки высотой 1,5-2 м, на которых написано «Телефон» и вблизи от них люди с сотовыми телефонами. Видимо в стойках аппаратура сотовой связи для самых простейших сотовых телефонов.

На центральных улицах очень много внимания уделяется красоте, необычности. И на улицах и в помещениях почему-то стараются не делать прямых углов, квадратов, прямоугольников. Всё овальное, полукруглое, сглаженное.

На площади, около Нотр-Дам забетонирован небольшой медный кружок (диаметр –10-15 см.) Это считается центром Парижа. Прямо на центр Парижа можно поставить ногу.

Осмотр Парижа лучше всего проводить со смотровой площадки магазина в центре города. Вход бесплатный, (на Эйфелеву башню от 40 франков). Очереди нет (на Эйфелеву всегда очередь). На самом верху смотровая площадка. Примерно на уровне пояса идёт бордюр шириной примерно 0,5 м., а на нём, что самое главное, нарисовано и подписано то, что видно перед тобой.

А в конце самое главное!

Красивых женщин вообще нет!!!

Мы со Славой Максимовым договорились, что если в метро увидим красивую женщину, сигнал сразу друг другу подадим, улыбнемся. За все время ни разу по этому поводу не улыбнулись. А когда после прилета из Парижа зашли в московское метро, пришлось не только улыбаться, смеяться, а буквально ржать.

Столько красивых женщин!!!

В 2003 году довелось еще раз побывать в Париже. Попросили французы провести доработку имитатора. Нет, замечаний у них к нему нет. Все свои функции он выполняет просто прекрасно. А вот сопряжение его со средствами ЦУП очень желательно заменить с Протокола X25 на Протокол TCP/IP. За доработку готовы платить. Просят определить цену.

Посмотрели. Доработка несложная (для нас). Обосновать какую либо цену, тем более приличную, тысяч на 200-300 руб. сложно. А попробуем вот так. Сообщаем в Париж, что доработку сделать готовы, цена совсем небольшая, примерно 10% от стоимости имитатора.

Французы сразу соглашаются и сообщают, что 50 тысяч евро (примерно 1,7 миллиона рублей) они уже на это дело зарезервировали.

Ну что тут поделаешь? Придется доработку делать и опять в Париж лететь. Ладно, пускай и другие ребята из моей команды в Париже побывают.

На обратном пути заехали с М.В. Тимисковым в ГПКС (Государственное Предприятие «Космическая связь»), заказчику наших коммерческих спутников. А там вдруг такая приятная и неожиданная встреча - Женя Грузинцев и Володя Виноградов, извините, полковники в отставке Евгений Владимирович Грузинцев и Владимир Артурович Виноградов. 20 лет назад управляли они «Потоками» и «Лучами». Обнялись, вспомнили.

А сейчас их, как опытных управленцев, пригласили на работу в ГПКС. ГПКС будет строить собственный ЦУП, чтобы самим управлять собственными спутниками. Грузинцев - начальник, а Виноградов у него главный помощник. Будет создан отдел примерно из 20 человек. Штатное расписание уже есть.

А то, что мы в ГПКС уже один имитатор «Экспресса» поставили, они слышали, но где он находится, не знают, на работе всего несколько дней. А еще удивляются: «Неужели, правда, что удалось такое создать? Не верится». Наши космические аппараты они знают прекрасно и хорошо понимают сложность задачи, которую мы решили.

Вместе разыскали поставленный имитатор, поработали с ним, полюбовались. Основные команды управления и телеметрические параметры они, оказывается, и сейчас еще отлично помнят. Приятно иметь дело с настоящими профессионалами.

Грузинцев доложил начальству, объяснил какие у него гости, принес представительские бесплатные талоны нам на обед. Талоны нам, конечно, не нужны, но и отказываться никак нельзя. Спасибо ребятам за внимание.

Вместе пообедали, обменялись телефонами.

ЦУП ГПКС теперь уже создан, находится на Шаболовке. Разработали и поставили туда имитаторы всех «Экспрессов-АМ».

Технология поставок отработалась. Как только заводские испытания реального аппарата закончатся, учитываем все замечания и доработки и готовимся к отправке имитатора. Особое внимание базам данных команд и телеметрии. И не только тем, которые у нас, но и тем, которые по результатам испытаний должны быть откорректированы и отправлены в ЦУП, для работы с реальным аппаратом.

Это позволяет до запуска реального аппарата тщательно проверить и отработать средства ЦУПа, его программное обеспечение, эксплуатационную документацию, а операторам на практике ознакомиться с особенностями вновь запускаемого спутника.

На практике получалось так. Реальный КА летит на полигон, в Байконур, а его программный имитатор, практически одновременно, летит в ЦУП, в Москву.

Принимал имитаторы В.А. Виноградов. Придирался ужасно, паразит, но серьезных замечаний отыскать не смог. Он то прекраснейший специалист по всем системам, особенно

по системе ориентации, а мы имеем возможность послать только 1-2 программистов, т. е. не специалистов по аппарату и его бортовым системам.

Пришлось разработать и согласовать с ГПКС и с самим Владимиром Артуровичем специальную приемо-сдаточную программу-методику, чтобы не задавались лишние вопросы. Методику согласовал, а море лишних вопросов все равно задает.

В настоящее время практически созданы и используются в НПО ПМ (в составе НОК) программные имитаторы нескольких типов новых космических аппаратов.

Кстати, самолетные и вертолетные имитаторы-тренажеры производят вовсе не самолетно-строительные фирмы.

Самым крупным мировым производителем самолетных тренажеров является канадская компания CAE. Ей разработаны летные тренажеры для А-380, «Боинг-777, 757» и др. В 2006г. портфель заказов на тренажеры производства CAE достиг 21 единицы.

В Советском Союзе разработкой и изготовлением тренажеров для всех типов воздушных судов (гражданских и военных) занималось Пензенское производственное объединение «Эра».

В настоящее время в России основным производителем авиационных тренажеров является ЗАО «Транзас», г. Санкт-Петербург.

Из журнала «Аэронавтика и космос»:

«Разработчики и изготовители воздушных судов заинтересованы в появлении тренажеров под их машины. Поэтому они обеспечивают создателя тренажера всей необходимой документацией и характеристиками воздушных судов. Нужны результаты испытаний, рабочие чертежи, конструкторская документация.... И, конечно, нужны высококвалифицированные специалисты-разработчики, т.е. это целое направление, подотрасль авиации, занимающаяся большим кропотливым трудом».

«Тренажер А320, соответствующий самому высокому уровню стоит свыше 10 млн. долл. Есть нормативный документ ИКАО, который определяет критерии и нормы годности авиатренажеров. Они очень высоки. Но зато сегодня пилот, отработавший определенное количество часов на таком тренажере, допускается к реальным полетам. В принципе, тренажер используется по двум направлениям: первое - первоначальное обучение управлению воздушным судном и второе-поддержание навыков работы экипажей».

Есть идея создания программного имитатора типового КА связи, предназначенного для наглядной демонстрации процессов функционирования КА и его бортовых систем с целью использования в учебных процессах при подготовке специалистов (студентов, курсантов и др.) по разработке и эксплуатации космической техники.

5 НАЗЕМНЫЕ ОТЛАДОЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Наземные отладочные комплексы предназначены для отладки бортового программного обеспечения (БПО). При этом решаются следующие основные три задачи:

1. Комплексование (сборка) БПО из отдельных программ;
2. Комплексная отладка БПО, с использованием моделирования процессов функционирования спутника;
3. Изготовление БПО в требуемом виде (файлы, материалы прошивки и т.д.).

В общем случае НОК состоит из реальной бортовой машины с отлаживаемым программным обеспечением и наземной ЭВМ с математической моделью изделия.

В НПО ПМ НОК был реализован на ЭВМ серии ЕС, которые занимали все технические этажи многоэтажного корпуса (16-го).

Результаты моделирования, включая телеметрическую информацию, получались в виде распечаток в 16-ричном коде. Сплошная абракадабра, в которой мало кто разбирался.

Как только научились делать программные имитаторы типа SESAT, был разработан проект нового НОКа, основу которого составляет программный имитатор космического аппарата.

В 1999 году такой НОК был создан с использованием в качестве вычислительной платформы Альфа-станций (внешний вид и размеры, как у обычной персоналки).

Рабочие места НОК расположены по всему предприятию на рабочих местах пользователей и через сеть предприятия соединены с мощными серверами, на которых и реализован НОК. Каждый пользователь работает независимо со своей копией НОКа.

Работа на НОКе похожа на работу оператора ЦУПа: также выдаются команды, по данным телеметрии анализируются процессы функционирования КА. Но на НОКе есть много дополнительных возможностей - выбор любых параметров орбиты, задание любых возмущений, любых неисправностей, любых входных данных, получение и анализ многочисленной дополнительной информации о состоянии программ и их переменных, остановки по заданной команде, по времени и т.п.

Благодаря этому на НОКе отрабатывается не только и не столько бортовое программное обеспечение, а полностью логика функционирования космического аппарата в целом, логика и динамика функционирования всех бортовых систем, базы данных команд и телеметрической информации.

Работа НОК возможна в режиме реального времени, а также в ускоренном и замедленном режимах

Отработка на НОК начинается задолго до изготовления реального аппарата, что позволяет к моменту его изготовления обнаружить и устранить различные ошибки и недостатки. Этим обеспечивается сокращение времени испытаний и повышение качества отработки космических аппаратов.

...

Кроме этого, стали не нужны громадные ЭВМ серии ЕС, сдали их на драгметаллы.

Получилась очень значительная экономия электроэнергии. Освободилось несколько этажей целого корпуса. После произведенного ремонта на освободившихся площадях разместилось несколько отделов.

В настоящее время, на тех же принципах, завершается разработка еще более совершенного НОКа, с реализацией на обычных ПЭВМ. У каждого пользователя будет свой НОК, независимый от средств общего пользования, что значительно повысит надежность и технологическую устойчивость проводимых работ.

Характеристика	Классический НОК	НОК НПО ПМ
1. Срок отладки БПО	2-3 года	3-6 месяцев
2. Принцип построения	используется реальный БЦВК	используется программный имитатор БЦВК и КА
3. Дополнительное Оборудование	требуется БЦВК с КПА	Нет
4. Срок начала работ	после поставки БЦВК с КПА	в любое время
5. Количество рабочих мест	1	20-40
6. Режим отладки	только режим реального времени	ускорение в несколько раз
7. Надежность	нет резервирования	многократное резервирование