

ПРОБЛЕМАТИЧНОЕ НАЧАЛО И ДРАМАТИЧЕСКИЙ КОНЕЦ РАЗРАБОТКИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ Н1

Вячеслав Фёдорович Рахманин,

главный специалист ОАО "НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко"

(Продолжение. Начало в № 6 - 2011, 1-3 - 2012)

К разработке проектной документации двигателей для первой, второй и третьей ступеней ракеты Н1 в ОКБ Кузнецова приступили в октябре 1960 г., сразу же после получения из ОКБ-1 технического задания на выпуск эскизного проекта. Наше дальнейшее изложение разработки двигателей для Н1 ограничивается только двигателем первой ступени, т.к. история создания ракеты Н1 завершилась на этапе лётных испытаний этой ступени, до работы в составе ракеты двигателей остальных ступеней дело так и не дошло.

Выполнение эскизного проекта двигателей для РН Н1 в ОКБ Кузнецова началась не на пустом месте, имелся конструкторский задел и опыт работ по созданию двигателя 8Д517 (один из 4-х двигательных блоков тягой 35 тс двигателя НК-9 (8Д717), разрабатываемого с 1959 г для боевой ракеты Р-9А. В процессе этого первого для себя опыта разработки ракетных двигателей конструкторы из ОКБ Кузнецова посетили в середине 1959 г. ОКБ-456. Это было их первое знакомство с "живым" ЖРД. В.Н. Орлов, заместитель главного конструктора в ОКБ Кузнецова, в уже упомянутой книге так вспоминает об этом посещении: "Главный конструктор ЖРД В.П. Глушко на базе своего опыта по созданию ЖРД согласился провести у себя в ОКБ техучёбу со специалистами ОКБ Кузнецова, которые работали у них в ОКБ в течение двух недель и знакомились с опытом доводки двигателя.

Перед приездом наших сотрудников Глушко собрал у себя начальников отделов и бригад и сказал: "Рассказывайте им всё, они ещё не скоро поймут, что такое ЖРД. Чтобы создать работоспособный коллектив, Кузнецову понадобится 6 - 7 лет, а может быть, и больше. Конкурентами они нам никогда не станут. Мы за этот период далеко уйдём вперёд". Но Николай Дмитриевич сумел так увлечь коллектив, создал такую обстановку вокруг ЖРД, что через 3 - 4 года обошёл их по всем статьям".

(По поводу содержания приведённой цитаты сделаю две ремарки.

Первая. Указание Глушко в канун приезда конструкторов из ОКБ Кузнецова автор книги Орлов, естественно, не мог слышать. Об этом, видимо, ему рассказали работники ОКБ Глушко. Ныне здравствующие ветераны НПО Энергомаш, не претендуя на точное воспроизведение слов Глушко, подтверждают смысловое содержание первой части его указания.

Вторая. В чём же коллектив ОКБ Кузнецова через 3 - 4 года "обошёл по всем статьям" ОКБ Глушко? Ни один из ЖРД, разрабатываемых в ОКБ Кузнецова, до сих пор, а прошло уже более 50 лет, так и не был в эксплуатации в составе ракет. А отклонённый в эскизном проекте ОКБ-1 двигатель 11Д43 на топливе АТ+НДМГ в составе ракеты УР-500 (РН "Протон") 16 июля 1965 г. начал свою продолжающуюся до наших дней лётную эксплуатацию. Может быть автор имел ввиду, что его ОКБ "обошло" ОКБ Глушко в участии в проекте Н1? Так это, как показали дальнейшие события, стало "пирровой победой").

Во время "техучёбы" будущие конструкторы ЖРД оставили двойное впечатление. Они довольно хорошо разбирались в конструк-

ции и работе турбины и насосов, топливные клапаны называли на авиационный манер кранами, не проявляя большого интереса к их устройству, а вот камера и газогенератор для них были книгой за семью печатями. С какой-то внутренней опаской они воспринимали давление 60 атм в камере ЖРД ракеты Р-7, а ведь им предстояло разрабатывать камеру с давлением газов 100 атм. Конструкторы нашего ОКБ, имеющие опыт создания двигателей для Р-7 и Р-12, удивлялись наивности задаваемых технических вопросов будущими разработчиками этих агрегатов как по конструкции и технологии изготовления, так и, особенно, по организации смесеобразования, горения и охлаждения. Но отвечали им честно, без ухмылок и подначек и только в своём кругу позволяли шутки по отношению к профессиональной неподготовленности гостей. После знакомства с конструкцией по чертежам и по общему виду находящихся в сборочном цехе двигателей для ракеты Р-7 и Р-9А, гости сделали в спецблоках зарисовки отдельных конструкторских узлов камеры, газогенератора, ТНА, некоторых клапанов.

Изучение особенностей конструкции ЖРД в ОКБ Глушко и собственный опыт создания газотурбинных двигателей позволили начинающим в области ЖРД конструкторам создать в стиле авиационных традиций лёгкую, изящную конструкцию макета двигателя 8Д517. Далее воспользуемся текстом из книги В.Н. Орлова: "В конце 1959 г. макет этого двигателя, отправленный в ОКБ Королёва, привёл в восторг его специалистов. В доводке двигателя 8Д517 встретились определённые трудности, связанные с появлением высокочастотных пульсаций детонационного типа в камере сгорания. [...] ОКБ Кузнецова совместно с институтами НИИТП и ЦИАМ предстояло изучить и понять протекающие в камере сгорания процессы и разработать мероприятия по подавлению высокочастотных пульсаций. [...] Большую помощь в решении этой проблемы оказали заместитель начальника ЦИАМ В.Р. Левин и научный сотрудник ЦИАМ доктор технических наук В.Е. Дорошенко. [...] Работа по двигателям 8Д517 была приостановлена в конце 1963 г."

Так что выполнение эскизного проекта проводилось одновременно с разработкой двигателя для ракеты Р-9А. В состав эскизного проекта вошли принципиальная схема однокамерного кислородно-керосинового двигателя НК-15 (11Д51) тягой 150 тс с давлением в камере сгорания 150 атм, работающего по замкнутой схеме, его внешний облик, эскизные проработки конструкции основных агрегатов, а также расчёты: термодинамический, газодинамический, прочностной, увязка потребной мощности насосов и располагаемой мощности турбины и др. Всё это было обобщено и направлено в ОКБ-1 для включения в эскизный проект ракеты Н1 в качестве его составной части.

Разработка рабочего комплекта конструкторской документации двигателя НК-15 началась по техническому заданию, выданному ОКБ-1 после выхода правительственного Постановления от 24.09.62 г., открывшего "зелёный свет" работам по ракете Н1 и определившего ОКБ Кузнецова разработчиком двигателей первых трёх ступеней. Чертежи двигателя оперативно передавались на за-

вод-изготовитель и в 1963 г. был изготовлен полноразмерный макет двигателя НК-15.

Правительственное Постановление от 3 августа 1964 г. об использовании ракеты Н1 в рамках отечественной Лунной программы по мысли руководителей предприятий, участвующих в этой программе, должно было способствовать интенсификации работ. Исходя из этих соображений, Кузнецов решил проинформировать ведущих работников ОКБ-276 о принятых решениях. По воспоминаниям В. Панкратова (газета "Воздушный транспорт", № 14, 1991 г.) это происходило так: *"Наш Генеральный конструктор Н.Д. Кузнецов, вернувшись на днях из Москвы, окрылённый ценными руководящими указаниями, собрал партхозактив, вынул из нагрудного кармана сложенный вчетверо листок и выдал на полном серьёзе в притихший актов зал: "Будем, товарищи, не просто работать, а ударно работать. Наша лунная программа "наверху" провозглашена "национальной задачей номер один!". Лица многих присутствующих по гамме чувств ничем в этот момент не отличались от физиономий граждан эпохи недоразвитого капитализма из заключительной сцены "Ревизора"...".* Работники ОКБ на себе уже ощутили все трудности разработки двигателей НК-9 и НК-15, а повышение значимости создания двигателей для Лунной программы автоматически приводило к росту ответственности за успешное её выполнение.

В процессе создания ЖРД, особенно в начальный период отечественного двигателестроения (начало 60-х годов XX века я отношу



НК-15 (1 Д51)

к этому периоду), наиболее трудоёмкой и длительной являлась стендовая отработка (доводка) первоначально спроектированной конструкции. На этом этапе разработки по результатам автономных прочностных, гидравлических и огневых испытаний в конструкцию практически всех агрегатов двигателя вносятся изменения. Для внесения эффективных изменений требуется опыт разработчика агрегата, интуиция конструктора, основанная на личном опыте доводки. А у конструкторов ОКБ Кузнецова это было наиболее слабым местом в процессе создания ЖРД. И хотя в моём понимании профессиональный опыт при создании новой техники очень редко даёт положительный ответ на вопрос: "Как сделать хорошо?", он часто подсказывает, как не нужно делать (помните, у А.С. Пушкина? "И опыт, сын ошибок трудных..."). Но в то время имелись другие обстоятельства, способные в какой-то мере компенсировать отсутствие потребного опыта. При социалистической системе любое промышленное предприятие являлось ячейкой соответствующего министерства, которое тоже несло ответственность за производственную деятельность входящих в него предприятий. Так что ОКБ Кузнецова не могло остаться без необходимой ему научно-технической помощи. В составе Министерства авиационной промышленности (МАП), куда входило ОКБ Кузнецова, имелся Центральный институт авиационного моторостроения (ЦИАМ), которому и было поручено вести научно-техническое сопровождение работ по созданию ЖРД для ракеты Н1. В юбилейной книге ЦИАМ приводятся фамилии 23-х ведущих работников института, принимавших активное участие в оказании помощи ОКБ Кузнецова. Из указанных в книге работников ЦИАМ приведу фамилии наиболее известных в среде разработчиков ракетных двигателей: В.Р. Левин, В.В. Дорошенко, И.А. Биргер, А.С. Рудаков, В.А. Шерстянников, В.А. Эпштейн. Под руководством специалистов ЦИАМ был организован плановый поиск работоспособной конструкции, но множество исследуемых вариантов указывало на недостаточное понимание разработчиками внутривыкательных процессов.

Поскольку создание ракеты Н1 было делом общегосударственным, в разработке двигателей в ОКБ Кузнецова принимали участие многие ведущие специалисты отечественного двигателестроения. Помогали "всем миром", как в старину на покосе или уборке урожая. Среди предприятий, участвующих в оказании технической помощи, следует кроме уже упомянутого ЦИАМ, указать НИИТП, НИИ-88, ОКБ Люлька, ОКБ-1 (работники двигательного отделения И.И. Райков, П.А. Ершов, В.Г. Хаспек, Б.А. Соколов) и ряд других предприятий. Не осталось в стороне и ОКБ Глушко.

В 1966 г. в ОКБ Кузнецова несколько месяцев работала группа специалистов в области газогенерации: от ЦИАМ - В.А. Шерстянников, от НИИТП - Н.В. Шутов, а также специалисты из КБ Люлька и КБ Глушко. По указанию МОМ и.о. главного конструктора В.П. Радовский (Глушко в это время был в отпуске) направил в ОКБ Кузнецова ведущего специалиста по газогенераторам к.т.н. А.П. Аджяна. Возвратившись из отпуска, Глушко узнал об этой командировке и распорядился вызвать Аджяна в Химки. Подробно расспросив его о состоянии дел с разработкой двигателя и об его участии в работе группы специалистов, Глушко отправил Аджяна в ОКБ Кузнецова с пожеланием не проявлять большой активности, а вскоре окончательно отозвал его из Куйбышева. Для выполнения указания МОМ для работы в составе группы специалистов был направлен инженер из Приволжского филиала ОКБ Глушко. Замена, конечно же, была неравноценной, но указание министерства формально было выполнено. Думается, сделанной заменой Глушко хотел показать, что его ОКБ участия в создании двигателя для ракеты Н1 не принимает.

Однако командировкой Аджяна не ограничилось оказание хотя и кратковременной, но всё-таки помощи работникам ОКБ Кузнецова. В ту пору среди работников ракетной отрасли ходило придуманное остроумными выражением "причинить помощь". По своему опыту хочу заверить читателей, что работники смежных предприятий



В.П. Радовский

оказывали друг другу помощь искренне и общались между собой доброжелательно, на уровне конструкторов или испытателей не чувствовали друг в друге конкурентов. А шуточные и остроумные выражения только способствовали продуктивному общению профессионалов из разных предприятий.

Летом 1966 г. рабочие контакты между работниками ОКБ Кузнецова и ОКБ Глушко продолжались. По указанию МОМ в ОКБ Глушко прибыла группа конструкторов ОКБ Кузнецова в составе специалистов по камерам, газогенераторам и доводке ЖРД. Расскажу о личном опыте общения с одним из прибывших конструкторов. В то время я работал в отделе камер и газогенераторов начальником группы конструкторов, занимающихся разработкой восстановительного газогенератора для двигателя 8Д420, работающего по схеме "газ-газ". Накануне прибытия гостей начальник нашего отдела А.Д. Вебер собрал коллектив конструкторов, сообщил о предстоящем визите и информировал об указании Глушко ничего от гостей не скрывать, отвечать на все их вопросы, а в случае затруднения с ответом - обращаться к начальнику отдела.

Запомнились мои контакты с прибывшим начальником бригады по разработке газогенераторов А.Е. Астаповым. И хотя он больше общался с другой группой наших конструкторов, разрабатывающих окислительный газогенератор, т.к. двигатели НК-15 работали с дожиганием окислительного газа, у гостя нашлись вопросы и ко мне. Астапов был человеком солидного возраста (по крайней мере мне, в ту пору 30-летнему, так казалось) и, по его словам, имел большой стаж работы конструктором. Но это не мешало ему дотошно спрашивать об особенностях конструирования и стендовой отработки газогенератора. Часто по задаваемым вопросам можно сделать вывод о компетентности собеседника. Наши конструкторы, общавшиеся с приезжавшими работниками ОКБ Кузнецова в 1959 г., отмечали, что те больше спрашивали "как?", а нынешние, в основном, спрашивали "почему так?". По характеру задаваемых вопросов чувствовалось отсутствие у гостей собственного опыта в обеспечении требуемых технических характеристик и анализе результатов испытаний. Но, как известно, опыт - дело наживное, требуется только время, а его у конструкторов ОКБ Кузнецова практически уже не было, т.к. установленный в правительственном Постановлении срок начала лётных испытаний РН Н1 был на исходе. Но срок исполнения в Постановлениях - категория волевая, как назначали, так и переносили, чаще всего по действительно объективным причинам, т.к. первый срок назначался из соображений, с одной стороны, не "отпугнуть" руководство от предлагаемого проекта, а, с другой стороны, мобилизовать участников работы на ударный труд.

В процессе нашего общения Астапов, бегло ознакомившись с конструкцией газогенератора, сосредоточил своё внимание на вопросах организации смесеобразования, устойчивого горения, создания равномерного поля температур на выходе из газогенератора. Ответы на все эти вопросы лежат в области использования опыта разработки газогенераторов, который Астапов только начинал приобретать. И не только он. Знакомясь с результатами испытаний газогенератора двигателя 11Д43, он обратил внимание на осциллографическую запись давления газов в газогенераторе, которая имела некоторую "лохматость" - датчик давления фиксировал, как говорят акустики, "белый шум". Узнав, что по нашим оценкам такая запись характеризует устойчивое горение в газогенераторе, он попросил разрешения взять с собой фрагмент этой осциллограммы: "Покажу нашему генералу, а то он требует, чтобы записи были как от рейсфедера по линейке".

Так шаг за шагом конструкторы ОКБ Кузнецова постигали новое для них дело, не забывая и свой богатый опыт создания авиационных газотурбинных двигателей. В конструкции двигателя НК-15 был применён ряд оригинальных, не применяемых ранее в ЖРД конструкторских решений, но это вовсе не значило, что они были неудачны. Любая конструкция ЖРД проверяется стендовыми испытаниями, неудачная отбрасывается, а перспективная доводится до соответствия требованиям технического задания.

В ноябре 1963 г. начались стендовые доводочные испытания двигателей НК-15. Несмотря на советы и рекомендации многочис-

ленных помощников (а может быть как раз из-за них?), при доводке двигателя НК-15 проявился весь штатный "джентльменский набор" дефектов, присущих исходной конструкции разрабатываемого ЖРД: "пролизы" и сквозные прогары внутренней стенки камеры сгорания, недобор удельного импульса тяги, неустойчивое горение в камере и газогенераторе (вопреки оптимистическому прогнозу Королёва об устойчивом горении в камерах двигателей замкнутой схемы), разрушение лопаток турбины, горение и разрушение ТНА в связи с возникновением непредвиденного трения между вращающимися и неподвижными частями в насосе окислителя из-за неверно назначенных зазоров или попадания твёрдых посторонних частиц и т.д. По всем выявленным дефектам конструкции принимались меры, вносились изменения, шла обычная доводка конструкции. За отработкой двигателей для РН Н1 внимательно следили все отечественные главные конструкторы ЖРД. Об отрицательном отношении Глушко уже упоминалось, приведём оценку Исаева (по воспоминаниям Чертока): "А вот с Н1 вы, по-моему, крепко влипли. Я не хочу быть пророком. Уверен, что двигателя у Кузнецова скоро не будет... Отработать надёжность для такой ракеты - да ещё когда вы поставили только на первую ступень 30 "бутылок" по 150 тонн! Мне Вася Мишин и Миша Мельников расписывали эти двигатели как своё личное достижение. Якобы это они убедили Кузнецова выбрать такие параметры... В 1968 году надёжных двигателей у вас не будет".

Назначенное в Постановлении время начала лётных испытаний требовало ускорения работ и в сентябре 1967 г. было принято решение окончить доводку двигателя. К этому времени было проведено в общей сложности более 400 испытаний с набором суммарного времени почти 40 тыс. секунд. Из этого числа кондиционными было признано около 200 испытаний, результаты которых соответствовали заданным в ТЗ ОКБ-1 параметрам и характеристикам. Завершающим этапом отработки двигателя НК-15 стало проведение в октябре-декабре 1967 г. межведомственных испытаний (МВИ), которые подвели итог наземной отработки двигателя. В результате был получен двигатель со следующими основными характеристиками: тяга - 154 тс (земная) и 157,4 тс (пустотная), давление в камере - 148,3 атм, удельный импульс - 297 с и 331 с.

Программа стендовых испытаний двигателя НК-15 практически не отличалась от аналогичных программ других двигательных ОКБ. Однако имелись существенные отличия в методике приёмо-сдаточного контроля двигателей для товарных поставок. В ОКБ Кузнецова



Испытание двигателей в ОКБ Кузнецова

использовалась партионная сдача двигателей: оценка работоспособности и качества подготовленной к сдаче в товар партии двигателей из 6 экземпляров проводилась путём огневых контрольно-выборочных испытаний (КВИ) двух любых двигателей и при положительных результатах остальные 4 двигателя поставлялись для установки в ступень ракеты. Таким образом, собранный в цехе товарный двигатель свою работоспособность мог продемонстрировать только в составе ракеты при её пуске, т.е. НК-15 по мысли его разработчиков являлся двигателем одноразового использования. Как будто какое-то наваждение охватило разработчиков ракеты Н1. Главное ОКБ-1 отказалось от стендового огневого испытания первой ступени. Хотя я считаю это решение ошибкой, но для этого всё-таки были свои причины - такой стенд строить было долго и дорого. Но что мешало вести сдачу двигателей после проведения огневого контрольно-технологического испытания (КТИ) каждого двигателя и одного партионного КВИ продолжительностью в 1,5...1,8 ресурса, как это делалось в других двигательных ОКБ? Не так уж это дорого и долго в масштабе времени разработки и изготовления двигателя. Забыли, видимо, поговорку: "Скупой платит дважды". Я не могу отнести этот просчёт только на неопытность Н.Д. Кузнецова, методика приёмодаточного контроля была утверждена главными конструкторами ОКБ-276 Н.Д. Кузнецовым и ОКБ-1 В.П. Мишиным и согласована с контролирующим разработку и производство двигателей представительством Министерства обороны. Причастны к этому, видимо, и специалисты из ЦИАМ, осуществлявшие техническое сопровождение создания двигателей. Воистину, у семи нянек дитя без глаза. Так что винить только ОКБ Кузнецова в этой ошибке нельзя, хотя за работоспособность и надёжность двигателя в первую очередь всё-таки отвечают его разработчик и изготовитель. И не важно, что в те годы отсутствовала нормативная база: стандарты, методики и другие нормативно-технические документы, содержащие требования к разработке и поставке ЖРД, имелся же отраслевой опыт поставки двигателей после проведения КТИ в ОКБ Глушко, Исаева, Косберга и, наконец, должен же быть здравый смысл. Поставить на ступень 30 непроверенных огнём двигателей - и надеяться на успех?

Есть ещё один момент в деятельности Королёва и Кузнецова, оказавший знаковое влияние на судьбу ракеты Н1, который я не могу оставить без упоминания. В ноябре 1964 г. ОКБ Королёва направило на согласование в ОКБ Кузнецова дополнение к техническому заданию с указанием уровня надёжности единичного двигателя 0,99. Однако это требование двигателями не было принято, о чём они и сообщили в ОКБ-1 в середине декабря того же года. Так числовое значение надёжности в техническое задание не вошло, остался только коэффициент охвата аварийных ситуаций для системы КОРД - 0,8. Поэтому при определении пригодности двигателей к началу лётных испытаний руководствовались не достигнутой надёжностью, а статистикой успешных стендовых испытаний, коковых набралось около 200. Проведённая позднее в НИИТП оценка надёжности единичного двигателя НК-15 к началу лётных испытаний составила 0,91, а коэффициент охвата аварийных ситуаций - около 0,5.

Странности методики приёмодаточного контроля и пренебрежение к требованиям обеспечения надёжности двигателя вскоре проявятся и больно ударят по проекту Н1, но пока на основании положительного заключения межведомственной комиссии по проведению завершающих огневых испытаний двигателя НК-15 завод-изготовитель двигателей начал их товарное изготовление и поставку для сборки ракет Н1.

Практически весь 1968 г. велись интенсивные работы по изготовлению первых экземпляров РН Н1 и лунного комплекса ЛЗ. За это время промышленность изготовила две технологические ракеты Н1 № 1Л и № 2Л для проведения статических испытаний и работ по примерке на стартовом сооружении, а также для обучения и тренировки персонала, обслуживающего стартовую позицию. В середине года начались работы по подготовке к пуску первого лётного комплекса Н1-ЛЗ № 3Л. Этот комплекс состоял из штатного варианта ракеты Н1, а вместо лунного экспедиционного комплекса ЛЗ был установлен его натурный макет, оснащённый фотоаппаратурой. В программу первого полёта Н1-ЛЗ входил облёт Луны, прове-

дение фотографирования её поверхности, в том числе и обратной, невидимой с Земли, стороны и доставка фотоматериалов на Землю.

В конце ноября 1968 г. было проведено заседание "Госкомиссии по подготовке и проведению лётных испытаний комплекса Н1-ЛЗ". Об этом заседании Н.П. Каманин сделал запись в своём дневнике: *"22 ноября. Вчера состоялось заседание Госкомиссии под председательством С.А. Афанасьева. Присутствовали Крылов, Тюлин, Керимов, Казаков, Литвинов, Карась, Рязанский, Черток и многие другие. С докладами выступили Дорофеев, Черток, Кузнецов Н.Д., Кириллов, Охалкин и др.*

В предыдущих решениях Госкомиссии, принимавшихся в последние два года, называлось много сроков готовности ракеты Н1 и корабля ЛЗ, но все они, включая последний срок - 25 ноября 1968 года, - были сорваны. В результате вчерашнего трёхчасового слушания и обсуждения докладов удалось установить, что первый пуск ракеты возможен не раньше конца января 1969 года. Но и этот срок у многих вызывает большие сомнения. Ещё хуже обстоят дела с кораблём ЛЗ. Ракета Н1 прошла большой цикл испытаний (наземных) и готовится к первому испытательному пуску, а испытания корабля ЛЗ даже не начинались, и когда он будет готов, никому не известно. Группа космонавтов в количестве 20 человек для подготовки к экспедиции на Луну создана, но программа подготовки до сих пор не утверждена министром Афанасьевым из-за неясности с программой полёта и оборудованием лунного корабля".

С приближением срока первого пуска РН Н1 выявлялось всё больше и больше нерешённых вопросов, о которых раньше либо не задумывались, либо отодвигали "на потом". И пока инженеры, рабочие и испытатели устраняли выявленные технические замечания, "космические генералы" тоже не сидели сложа руки.

Где-то в середине 60-х годов в ракетной технике появился новый термин - "надёжность". Ранее под понятием надёжности понималось работоспособность ракеты в целом и комплектующих её систем. Работоспособность отработывалась и проверялась в процессе стендовых и лётных испытаний путём набора статистики аварий и отказов с последующим устранением выявленных конструкторских и технологических недоработок, а также производственных дефектов. В общем, то же самое, что делается и сейчас при определении надёжности. Разница в том, что надёжность, как вероятностная безотказной работы, получила численное выражение, определяемое с помощью математического аппарата теории вероятности. Новое требование обеспечения заданной надёжности стало одной из основных характеристик для ракетной техники.

В процессе подготовки первого лётного испытания РН Н1-ЛЗ возникла необходимость определения надёжности, достигнутой при наземной отработке систем только РН Н1, т.к. вместо штатного лунного комплекса ЛЗ на ракете Н1 № 3Л был установлен его габаритно-массовый макет, оснащённый фотоаппаратурой.

Определение численного значения надёжности трёх ступеней РН Н1 было поручено ЦНИИМаш и в преддверии проведения пуска ракеты на совещании главных конструкторов основных ракетных систем о рассчитанной в институте надёжности доложил Мозжорин. Не имея в то время научно-обоснованной методики определения надёжности для многодвигательных систем типа РН Н1, специалисты института провели анализ статистики результатов лётных испытаний всех предыдущих ракет, как космических, так и боевых. С учётом оптимистического (лояльного) подхода (т.е. при условии отсутствия конструкторско-технологических недоработок и грубых производственных дефектов при разработке и изготовлении 3-х ракетных ступеней и расположенных на них 42-х двигателей) математическое ожидание выполнения РН Н1 целевой задачи при первом пуске не превышало 67 % при доверительной вероятности 0,9.

Озвучивание полученной величины надёжности, а вернее ненадёжности, повергло главных конструкторов в состояние растерянности. Однако на сделанное Мозжориным сообщение нужно было реагировать. Первым пришёл в себя Н.А. Пилюгин. Он заявил, что в настоящее время, исходя из сложившегося положения дел, нельзя заранее планировать себе аварию. С названной величиной надёжности принимать положительное решение о пуске ракетного комп-

лекса нельзя. Однако в применённой расчетной методике вызывает сомнение правомерность использования статистики лётных испытаний предыдущих ракет для определения надёжности нового космического комплекса. По сложившейся практике проведения лётных испытаний расчетное значение величины надёжности в настоящее время следует исключить. Как и ранее, при принятии решения о пуске следует исходить из абсолютной надёжности каждой системы, что и должны гарантировать главные конструкторы в своих заключениях о готовности ракеты к пуску. Естественно, все, без обсуждения, согласились с таким выходом из казалося бы тупикового положения.

Разумеется, все главные конструкторы понимали, что вот так просто нельзя отбросить опыт предыдущих лётных испытаний, при которых выявлялись недоработки в созданных ими системах, работоспособность которых они всегда гарантировали в своих предстартовых заключениях. Они понимали, что подсчитанная величина надёжности 67 % получена по объективной статистике. Но, как всегда на Руси, каждый надеялся, что его-то система отработает без замечаний, а неудачник пусть потом сам отвечает за результаты своей работы.

Ещё более пессимистично в канун первого пуска Н1-Л3 было настроение у одного из руководителей Лунной программы. 27 января 1969 г. председатель "Госкомиссии по подготовке и лётным испытаниям комплекса Н1-Л3" Афанасьев провёл совещание комиссии усечённого состава, в котором приняли участие Келдыш, Сербин, Тюлин, Мишин и несколько главных конструкторов ракетных систем. По воспоминаниям Чертока, на этом совещании Келдыш неожиданно для всех озвучил то, что все давно понимали, но не решались сказать в официальной обстановке. "Состояние работ по Н1-Л3 таково, что срок высадки космонавтов на Луну нам надо перенести на 1972 г. и принять решение по этому поводу в ближайшее время. Келдыша перебил Сербин: "А кто вам дал право отменять сроки, утверждённые ЦК?" На этот вопрос ответил Тюлин: "Программу Н1-Л3 мы обречены продолжать, но это работа не обеспечит нам приоритета, мы это понимаем". После обмена этими репликами Келдыш продолжил: "Американцев в посадке на Луну нам не обогнать. А тогда зачем все эти усилия в гонке? Нужно иметь цель. Меня беспокоит, что у нас нет такой ясной цели. Сегодня есть две задачи: высадка на Луну и полёт к Марсу. Кроме этих двух задач ради науки и приоритета никто ничего не называет. Что дальше? Нельзя делать такую сложную машину, как Н1, ради самой машины и потом подыскивать для неё цель. Лучше переориентироваться на Марс и выиграть эту космическую задачу. С научной точки зрения Марс важнее Луны". В этом выступлении Келдыш фактически подвёл итоги сделанному и предложил новую программу дальнейшего освоения космоса. По сути, это был аналог подхода президента США Д.Кеннеди: не догонять ушедшего вперед конкурента, а опередить его в достижении следующей цели. Только вот готова ли была советская экономика и промышленность для такой программы? В заявлении Келдыша о целесообразности переориентирования на марсианскую программу сквозит всё тот же легковесный подход, с которым после пусков первых спутников и полёта Гагарина взялись за Лунную программу, не представляя всей грандиозности предстоящих работ. Но не будем углубляться в этот вопрос, тем более, что никаких последствий это выступление Келдыша в тот момент не имело. Да и как можно было переходить к решению другой, ещё более грандиозной космической задачи, не сделав ни одного лётного пуска по предыдущей программе?

Выступавшие после Келдыша главные конструкторы подтвердили готовность ракетных систем и ракеты в целом к лётному испытанию и Афанасьев принял решение провести 9 января 1969 г. заседание Госкомиссии по пуску комплекса Н1-Л3 № 3Л.

О том, как происходило это заседание, изложено в дневниковой записи Н.П. Каманина: "9 января (1969 г.). На 12-й площадке под председательством министра Афанасьева заседала Госкомиссия по Н1. В заседании участвовали многие главные конструкторы и большая группа военных во главе с маршалом Крыловым.[...] С докладами выступили Дорощев, академик Иосифьян, Черток, Кузнецов Н.Д., Мозжорин, Рязанский, Пилюгин и др. Основное содержа-

ние докладов: ракета Н1 прошла все комплексные испытания, было много существенных недостатков и замечаний, но все они устранены; оставшиеся мелкие неполадки по ракете и наземному оборудованию будут устранены до начала заправки головного блока 13 января; ракету можно заправлять и готовить к первому пуску 18 февраля 1969 года. Казалось, всё пройдёт гладко, но взял слово генерал Курушин и заявил: "Ракета и наземное оборудование имеют ещё много недостатков. Как начальник полигона и член Государственной комиссии я возражаю против пуска неподготовленной ракеты". Это заявление Курушина произвело эффект разорвавшейся бомбы - заседание пришлось прервать. В перерыве на маршала Крылова, а также на генералов Курушина и Караса был оказан сильнейший нажим со стороны Афанасьева, Мишина, представителя ЦК Строганова и других членов Госкомиссии. Все они дружно навалились на маршала Крылова - он не выдержал такого мощного натиска и дал согласие на пуск Н1 в феврале при условии, что все отмеченные недостатки будут своевременно устранены. Все присутствующие восприняли это решение маршала как крупное поражение военных и как большую победу промышленности".

Следующее заседание Госкомиссии по Н1 решили провести 11 января. И опять воспользуемся дневниковой записью: "В 10.00 состоялось заседание Госкомиссии по Н1-Л3. Приняли окончательное решение о первом пуске 18 февраля 1969 года. С 13 февраля начнутся необратимые операции по подготовке пуска. Утверждён график готовности четырёх ракет к пускам в этом году: на первый полёт назначена ракета № 3; последующие ракеты (№ 4, № 5 и № 6) будут готовы к пускам в апреле, июне и ноябре соответственно. Трудности выполнения такого графика очень большие ..., но всё же можно надеяться, что пуски ракет Н1 № 3, № 4 и № 5 состоятся в этом году. А вот со строительством корабля Л3 дело обстоит очень плохо, и нет почти никаких надежд на то, что он поднимется в космос до окончания 1969 г."

Первый пуск Н1-Л3 № 3Л состоялся 21 февраля 1969 г. и имел аварийный исход. Начало было положено ложным отключением системой КОРД (контроль работы двигателей) одного из двигателей НК-15 сразу же после запуска, ещё до отрыва ракеты от стартового стола. Автоматически, согласно логике работы системы КОРД, прошла команда на отключение диаметрально расположенного двигателя. По идеологии обеспечения надёжности ракеты это было штатным случаем, запас тяговооружённости позволял ракете продолжить полёт, но в процессе работы газогенератора одного из двигателей возникли высокочастотные колебания давления, от возникших повышенных виброперегрузок сломался штуцер замера давления газа за турбиной, а через примерно 20 секунд лопнула трубка на замере давления горючего перед форсунками газогенератора. Смесь высокотемпературного окислительного газа и керосина вызвала в двигательном отсеке пожар, пламя пережгло изоляцию кабелей системы управления, в результате чего система КОРД на 69 секунде выключила все двигатели первой ступени. Горящая ракета упала в 50 км от старта.

Разумеется, была организована аварийная комиссия под председательством Мишина. Вину за аварию "повесили" на двигателистов (а на кого же ещё, если "во время полёта работают только двигатели, всё остальное - для них только нагрузка" - шутка двигателистов), указав на недостаточную отработку конструкции двигателя на виброустойчивость. В качестве рекомендаций для предотвращения подобной ситуации приняли решение ликвидировать "малонадёжный" замер давления газа после турбины и ввести фреоновую систему пожаротушения. С целью введения этих мероприятий ракету № 4Л, имеющую конструкцию, аналогичную ракете № 3Л, отправили на доработку, а находящуюся в процессе сборки ракету № 5Л изготовили с учётом рекомендаций аварийной комиссии.

Пуск ракеты, завершившийся её преждевременным падением, нельзя считать успешным. Но в то же время нельзя не отметить в качестве положительного фактора, что при первом пуске двигатели первой ступени, не проходившие предварительного (технологического) огневого испытания ни в "одиночку", ни в составе ступени, отработали почти 70 с. Система КОРД, хотя и сработала от ложного

сигнала, штатно отключила диаметрально расположенный двигатель. Возникший в двигательном отсеке пожар стал следствием разрушения штуцера и трубки диаметром 4 мм замеров давления окислительного газа и керосина из-за повышенных вибраций конструкции двигателя. Такие разрушения были признаны малозначимыми, основным фактором аварии определили пожар, возникший из-за в какой-то мере случайного сочетания разрушений по обеим линиям компонентов топлива. Это и послужило основанием для решения аварийной комиссии принять следующие меры для устранения подобной аварии: снять замер по линии окислительного газа и отключить в системе КОРД канал контроля пульсаций давления в газогенераторе, а для минимизации последствий пожара при подобных разрушениях усилить теплозащиту кабелей в хвостовом отсеке и ввести систему пожаротушения. Что же касается повышения виброустойчивости агрегатов двигателя, не говоря уж о повышении устойчивости горения в газогенераторе, то это длительный процесс и останавливать лётные испытания из-за мелких разрушений посчитали не целесообразным. Нужно было спешно набирать статистику работоспособности ракетных систем в натуральных условиях полёта. Иными словами "учить ракету летать". Да и американцы своими работами по "Сатурну-5" заставляли спешить. Ракету № 5Л с учётом доработки по рекомендациям аварийной комиссии продолжали готовить к пуску.

Однако не все в среде ракетостроителей были настроены столь оптимистично. Аварийный результат долгожданного первого пуска "лунной" ракеты получил громкий резонанс. Главные конструкторы двигательных и ракетных ОКБ, не участвующих работах по ракете Н1, и ведущие учёные отраслевых НИИ восприняли аварию как результат неправильной методологии наземной отработки двигателей. При втором (двигательном) Главке МОМ функционировал объединённый Совет Главных конструкторов. На совещании этого СГК 18.03.69 г. была обсуждена методология наземной отработки ЖРД для космических ракет-носителей (РН) и приняты решения и рекомендации. Приведём некоторые из них, имеющие прямое отношение к отработке двигателя для Н1:

"1. Определяющим показателем ЖРД для РН космических объектов считать безотказность (надёжность) работы.

Для обеспечения этого требования:

- двигатели должны отработываться на ресурс, значительно (в 10...20 раз) превышающий полётное время работы ЖРД;
- каждый экземпляр двигателя должен позволять проводить неоднократные огневые испытания до его использования по назначению - на стенде завода, на стенде в составе ступени РН, на стартовой позиции в составе РН (для ЖРД первой ступени);
- конструкция двигателя должна обеспечивать проведение указанного цикла испытаний без его переборок.

2. С целью обеспечения высоких показателей надёжности двигателей для космических РН рекомендовать:

- умеренные значения давления в камере и удельного импульса тяги;
- схему с дожиганием окислительного генераторного газа, простейшие схемные решения;
- освоенные в отечественной практике топлива;
- проведение в отдельных случаях огневых испытаний "до отказа" для выявления слабых мест".

Правильная программа для получения надёжных ЖРД, но... "хороша ложка к обеду". А эта программа отработки ЖРД опоздала по крайней мере на 5 - 6 лет. Но "лучше поздно, чем никогда". И хотя реализация изложенных в п.1 требований при разработке двигателей существенно увеличивает продолжительность и стоимость работ, нужно признать, что такая методология при создании мощных и сверхмощных космических ракет типа Н1 будет окупаться надёжной работой двигателей в лётной эксплуатации.

В практической деятельности принятые СГК решения были восприняты как рекомендации по обеспечению надёжности двигателей, разрабатываемых для будущих космических ракет. Лётные же испытания ракеты Н1 шли своим чередом.

30.05.1969 г. состоялась заседание "Госкомиссии по подготов-

ке и проведению лётных испытаний комплекса Н1-Л3" под председательством С.А. Афанасьева. По результатам доклада Мишина и основываясь на положительных заключениях всех главных конструкторов и военных представительств о готовности разработанных ими ракетных систем к лётному испытанию комплекса Н1-Л3 № 5Л, Госкомиссия приняла решение о проведении следующего испытания в начале июля 1969 г.

А вот мнение "независимого эксперта" Н.П. Каманина (запись от 18 июня 1969 г.: "Мишин считает, что до конца 1970 года мы сумеем высадить людей на Луне. Убеждён, что этот прогноз Мишина не оправдывается. Афанасьев и Мишин пытаются модернизировать ракету Н1, но на это потребуется 3-4 года, а она давно уже морально устарела. На 3 июля намечен второй пуск ракеты Н1. Будет большим чудом, если она полетит, но даже это "чудо" не прикроет существенно наше большое отставание от США".

Пуск космического комплекса Н1-Л3 № 5Л состоялся 3 июля 1969 г. и завершился грандиозной аварией. На запуске взорвался один из двигателей НК-15 и повредил соседние двигатели. Система КОРД исправно отключила 4 повреждённых двигателя, но это не помешало возникновению в хвостовом отсеке пожару и последующему разрушению силовых цепей электропитания. На 10-й секунде подъёма ракеты система КОРД выключила все продолжавшие ещё работать двигатели, и горящая ракета с высоты примерно 100 м плашмя рухнула на стартовый стол. Взрыв находящегося в баках топлива был эквивалентен взрыву примерно 500 тонн тротила. В результате была уничтожена стартовая позиция и разрушены все близ расположенные наземные сооружения, взрывная волна выбила стёкла даже на "двойке", в 6 км от старта. Возникший пожар уничтожил оборудование на шести подземных этажах стартовой позиции. Обломки носителя и стартовых сооружений разбросало в радиусе около 1 км.

Впечатления очевидца этого пуска, служащего на полигоне подполковника С. Комаровского, опубликованы в газете "Воздушный транспорт" № 14 за 1993 г. "Сегодня я видел своими глазами, без преувеличения, конец света. Причём не во сне, а вблизи и наяву. Это воплотилось во взрыве практически на стартовом столе, на высоте 100 метров от его поверхности, второго экземпляра Н1. Система КОРД на этот раз многократно перевыполнила задание и одним махом отключила все движки первой ступени. Старт полностью разрушен... Работы военным строителям хватит минимум на год. Полагаю, что сегодня оптимистов среди создателей нового носителя поубавится, а ряды его "доброжелателей" многократно умножатся. Что поделаешь - так бывает всегда, особенно в нашей технике...".

Мне представляется небезинтересным разговор В.Н. Челомея со своим сотрудником после получения сообщения о результатах второго пуска Н1. Разговор опубликован в той же газете "Воздушный транспорт": "Вчера на Байконуре гробанулось второе изделие Мишина. Печально знаменитая Н1. Теперь начнётся самое интересное. Как только в центральном аппарате учуют, что дивиденды от Н1 сменяются головными болями, аппарат от Мишина начнёт шараться, как от прокажённого. Ну а затем сработает, причём абсолютно безотказно, самый древний закон живой природы: раненого волка стая зарызёт... В этом можно мне поверить, я повадки аппарата знаю не по наслышке. Испытал его воспитательные "художества" на своей шкуре...".

Второй подряд аварийный пуск с катастрофическими на этот раз последствиями для стартовой позиции наглядно показал, к чему приводит сокращение полноты и объёма стендовой отработки ракетной техники и игнорирование имеющейся в отрасли приёмо-сдаточной методики, предусматривающей проведение огневых контрольно-технологических испытаний (КТИ) двигателей перед их установкой в ступень ракеты. Так вся космическая отрасль расплачивалась авариями за отказ Королёва строить стенд для огневых испытаний первой ступени РН Н1. Через много лет в своих воспоминаниях Черток признает: "Мы все, кроме покойного Воскресенского, покорно согласились с ним. При Королёве бунтарю Воскресенскому сочувствовали, но в открытую никто не решался к нему присоединиться".

Вторую аварию во время работы первой ступени уже не представлялось возможным объяснить "случайным" совпадением одновременного разрушения элементов замера давления в одном из 28 работающих двигателей, как это произошло при пуске ракеты Н1 № 3Л. Было организовано несколько аварийных комиссий, в том числе по ракете (председатель комиссии В.П. Мишин) и по двигателям (председатель комиссии Н.Д. Кузнецов).

При выяснении причин взрыва двигателя на выходе на номинальный режим, практически в начале его работы, обратили внимание на восприимчивость кислородного насоса к попаданию в него посторонних твёрдых (металлических) частиц с последующим возгоранием металла конструкции насоса от трения в кислородной среде. В таких случаях при проведении стендовых огневых испытаний возгорание приводило к взрывному разрушению насоса. Вот и в случае с аварией ракеты Н1 № 5Л первопричину аварии - взрыв насоса окислителя - никто не оспаривал. А вот в причине возгорания и последующего взрыва насоса мнения разошлись. Двигателисты твёрдо стояли на своей гипотезе - попадание постороннего предмета в насос. В качестве такого предмета они называли стальную диафрагму датчика пульсаций давления, которая попала в зазор между вращающейся крыльчаткой и корпусом насоса и выделившееся тепло от трения привело к возгоранию металла в среде кислорода. И никаких других версий они не воспринимали, хотя отрыв диафрагмы датчика на выходе двигателя на режим труднообъясним. В то же время разрушение кислородного насоса от попадания в него стальной диафрагмы датчика давления, которая имеет размеры не более 5 мм в диаметре и толщину в десятки доли мм - если это действительно было причиной аварии - стало расплатой за применение кислорода в ракете Н1. У азотно-кислотных двигателей подобных возгораний насосов не бывает даже при попадании в магистрали двигателя инородных предметов существенно больших размеров.

Были и другие версии возгорания насоса: трение между деталями насоса возникло из-за осевого перемещения вала ТНА вследствие возникновения нерасчётной осевой силы. Но о такой причине взрыва насоса вслух и особенно официально боялись говорить, т.к. в этом случае нужно было признать недостаточную отработанность двигателя и прекратить лётные испытания ракеты Н1 до устранения конструкторского недостатка двигателя НК-15. Естественно, что Кузнецов при молчаливой поддержке Мишина, а также военные представители, контролировавшие стендовую отработку двигателя и подписавшие заключение о пригодности двигателя для проведения лётных испытаний ракеты, "на смерть" стояли на версии "постороннего предмета". Легковесность этой версии смущала Устинова, внимательно следившего за проведением работ по лунной программе, и он решил в личной беседе узнать мнение Глушко, который сказал, что не верит в нечистую силу, бросающую в насосы ЖРД посторонние предметы. Сомнения в правильности определения причины аварии высказывали и некоторые члены "Госкомиссии по подготовке и проведению лётных испытаний комплекса Н1-Л3" под председательством С.А. Афанасьева, которая контролировала работу аварийных комиссий. В частности Келдыш, по воспоминаниям Чертока, высказывал сомнения, что "исследования причин этой аварии были проведены достаточно объективно. Нужно дополнительно рассмотреть их. Если мы не добьёмся уверенности в работе двигателей, их надо менять".

Требования объективного выявления причин аварии и принятия последующих мер нашли отражение в протоколе заседания Госкомиссии от 30.07.69 г.

Приведём некоторые пункты из этого протокола.

"п. 1. Доклад председателя аварийной комиссии по двигателям т. Н.Д. Кузнецова, как не вносящий однозначности в установление фактической причины аварии изделия Н1-Л3 № 5Л, отклонить.

п. 3. Для определения однозначной причины аварии изд. Н1-Л3 № 5Л считать целесообразным дальнейшее расследование причин аварии поручить аварийной комиссией (председатель В.П. Мишин), объединив её с аварийной комиссией по двигателям.

Вести в состав аварийной комиссии т. Пилюгина Н.А. и т. Рязанского М.С.

Аварийной комиссии принять меры к установлению однозначной причины аварии изделия № 5Л до 10.08.69 года.

п. 18. Считать необходимым проведение разработки двигателей с тягой до 600 т на кислороде-керосине в КБ ЭМ (Гл. конструктор Глушко В.П.) для ракеты - носителя Н1 и её модификации в качестве дублирующего варианта.

ЦКБЭМ (т. Мишину) провести в 3-х месячный срок проработку РН Н1 и её модификаций с двигателем тягой 600 т на топливе кислород-керосин и выдать КБ ЭМ техническое задание на эти двигатели.

п. 19. ЦКБЭМ и КБЭМ проработать вопрос о целесообразности использования двигателей типа 11Д43 (тягой 150 т) или его модификации на кислородно-керосиновом топливе для РН Н1".

Для реализации рекомендаций, изложенных в пп. 18 и 19 протокола Госкомиссии, требовалось достаточно продолжительное время, поэтому вернёмся к ним позднее. А сейчас рассмотрим выводы и предложения аварийной комиссии. Причину взрыва насоса от трения в среде кислорода признали установленной. В качестве мер по устранению подобных аварий комиссией было предложено провести доработку насосов окислителя с целью уменьшения осевой силы и увеличения зазоров, установить фильтры на магистралях подвода компонентов топлива к двигателю, проложить кабели системы управления в более безопасном месте, перед запуском заполнять хвостовой отсек газообразным азотом, ввести систему фреоновой пожаротушения, а также задержку включения КОРД до 50 с полёта (это потребовал В.П. Бармин, чтобы предотвратить падение последующих ракет на стартовый стол). Об установке фильтров некоторые исследователи истории создания ракеты Н1 указывают, что устанавливать их планировалось с ракеты № 8Л. (На стендах аварии из-за попадания в двигатель мусора, а 5 лётных ракет изготавливаются без фильтров? Если это так, то - без комментариев).

Вторая подряд авария ракеты Н1 не прошла мимо внимания командования Ракетных войск. Хотя Министерство обороны занимало нейтральную позицию к перспективам использования ракеты Н1 в интересах вооружённых сил, командование Ракетных войск проявило обеспокоенность по поводу методики разработки и обеспечения надёжности отечественной ракетной техники.

С таких позиций в декабре 1969 г. к министру МОМ С.А. Афанасьеву обратился с письмом Главком Ракетных войск маршал Н.И. Крылов. В письме, в частности, он отметил: *"Результаты анализа двух аварийных пусков комплекса Н1-Л3, а также статистика пусков других сложных ракетно-космических комплексов показывают, что существующая методика отработки ракетно-космических комплексов не обеспечивает высокого уровня их надёжности при выходе на ЛИ. Существующая методика наземной отработки РКК, в основном, аналогична методике отработки боевых ракет, которые, как правило, значительно проще РКК типа Н1-Л3. В то же время в процессе ЛИ боевых ракет расходуется несколько десятков изделий (от 20 до 60) для их отработки до требуемого уровня надёжности. При проведении ЛКИ тяжёлых РКК отсутствует возможность длительной лётной отработки с большим расходом ракет-носителей. Ввиду этого представляется целесообразным изменить принятый объём и характер наземной отработки этих комплексов к моменту выхода на ЛИ. По нашему мнению, новые методы наземной отработки тяжёлых РКК должны строиться на основе многократности действия и большого запаса по ресурсу комплектующих систем и агрегатов, проведения предполётных огневых испытаний двигателей и ракетных блоков без последующей переборки с целью выявления производственных дефектов и прохождения периода приработки".*

Предложения военных в своей основе практически повторяли рекомендации Совета главных конструкторов при Втором Главке МОМ от 18.09.69 г., но "нет пророка в своём отечестве". Те же предложения, но со стороны военных приобрели дополнительный вес и послужили основанием для разработки ОКБ-1 в середине 1970 г. нового ТЗ на двигатели многократного использования с проведением огневого испытания каждого двигателя перед установкой его в ракету. По предварительным оценкам такие двигатели можно было бы получить в 1972 - 1973 гг. ▣

(Продолжение следует.)