ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2021, том 91, № 11, с. 1019–1028

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЧЛЕНОВ РАН “ВКЛАД АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ В РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ”

АКАДЕМИЯ НАУК И КОСМОС. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

© 2021 г. Ю. М. Батурин

Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

E-mail: baturin@ihst.ru

Поступила в редакцию 28.05.2021 г.
После доработки 31.05.2021 г.
Принята к публикации 10.06.2021 г.

Автор доклада сосредоточил внимание на деятельности Академии наук СССР в области космических исследований – с первых шагов в этой области – изучения высоких слоёв атмосферы, до первого полёта человека в космос. Приводятся примеры заданий Академии наук на высотные ракеты до и во время Великой Отечественной войны. Описывается история проекта первого советского пилотируемого полёта в космос, подготовленного группой М.К. Тихонравова, но не осуществлённого, подготовка которого была предпринята Академией наук. Отмечается значение встречи президента АН СССР С.И. Вавилова с С.П. Королёвым, с которой началась кооперация академической науки и ракетной промышленности Советского Союза. Рассказывается о “золотом веке” Академии наук, когда без её участия или поручения ей не планировалось ни одно значимое мероприятие в области исследования космоса. Подробно анализируется предстартовая подготовка и ход полёта Ю.А. Гагарина.

Ключевые слова: Академия наук СССР, космические исследования, высотные ракеты, надёжность, первый спутник, первый пилотируемый космический полёт, Ю.А. Гагарин, М.В. Келдыш, С.П. Королёв.

DOI: 10.31857/S0869587321110025

Хронологические рамки настоящей работы охватывают период с 1934 по 1961 г. – чуть больше четверти века. Истоки события, 60-летие которого отмечает Академия наук, можно отнести к 1934 г., когда завершались съёмки художественного фильма режиссёра В.Н. Журавлёва “Космический рейс”, консультантом которого выступил К.Э. Циолковский. 1934 год случайно или неслучайно соединил, сообщив дальнейшему ходу истории необходимую энергию, два события: 9 марта в деревне Клушино Гжатского района Западной области в рабочей семье Гагариных родился мальчик, которого назвали Юрием, а в Ленинграде 31 марта в большом конференц-зале Академии наук по инициативе академика С.И. Вавилова открылась первая в мире Всесоюзная конференция по изучению стратосферы [1]. В ней приняли участие многие выдающиеся отечественные учёные – президент Академии наук А.П. Карпинский, академики А.Ф. Иоффе, Л.А. Орбели и другие. С сообщением “Достижение высот стратостатом” выступил К.Э. Циолковский [1, с. 709–716], а С.П. Королёв прочитал доклад “Полёт реактивных аппаратов в стратосфере” [1, с. 857–868]. Кто-то его спросил: “Вы верите, что человек полетит в стратосферу на реактивном аппарате в ближайшем будущем?... – Нет, я не верю, я просто знаю, что он полетит, – ответил Королёв” [2, с. 237]. Так причудливо и незаметно для всех живущих на нашей планете пересеклись линии жизни будущего первого космонавта Земли, теоретика космонавтики К.Э. Циолковского, действующего (А.П. Карпинский) и будущего (С.И. Вавилов) президентов Академии наук СССР, будущего Главного конструктора наших космических кораблей академика С.П. Королёва.

БАТУРИН Юрий Михайлович – член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН.

Есть ещё одна героиня этой драматической научно-технической и космической истории, которая незримо будет сопровождать Юрия Гагарина в его эпохальном полёте, – *надёжность*[1]. В том же 1934 г. проблема надёжности в концептуальном аспекте обсуждалась на сессии АН СССР, а следом за тем по инициативе академика С.А. Чаплыгина была создана Комиссия по надёжности при АН СССР.

Конференция по исследованию стратосферы 1934 г. стала мощным импульсом для создания исследовательских ракет. Многое было сделано в рамках созданной после конференции Комиссии по изучению стратосферы под председательством С.И. Вавилова. В 1937 г. вышла в свет книга А.А. Штернфельда "Введение в космонавтику". Так, почти за четверть века до полёта Ю.А. Гагарина в отечественную практику стал постепенно входить термин "космонавтика".

В 1938 г. Геофизический институт АН СССР подготовил задание на создание ракеты с высотой подъёма 50 км, а в следующем году – на 100 км.

Великая Отечественная война прервала эти проекты. Но не все. Уже в 1943 г., несмотря на тяжёлую военную обстановку, по заданию Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР промышленность приступила к созданию ракеты для подъёма приборов на высоту около 40 км. Предусматривалась возможность старта с высокогорной станции Академии наук СССР на Памире (высота около 4 тыс. м) [3, с. 78].

В 1944 г. в Польшу на немецкий ракетный полигон Дебице была направлена группа специалистов НИИ-1 Минавиапрома, которая вошла туда с наступающими войсками. В состав группы входил инженер-подполковник М.К. Тихонравов. Изучая немецкую ракету "Фау-2", Тихонравов пришёл к идее спроектировать на базе этой ракеты комплекс для пилотируемых полётов в космос. В начале 1945 г. в Ракетном НИИ, созданном ещё М.Н. Тухачевским в 1933 г., инженер-полковник М.К. Тихонравов организовал группу специалистов (Н.Г. Чернышёв, В.А. Штоколов, П.И. Иванов, В.Н. Галковский, Г.М. Москаленко, А.Ф. Крутов и другие), поставив задачу разработать проект пилотируемого высотного ракетного аппарата (герметичной кабины с двумя пилотами) на базе одноступенчатой жидкостной ракеты с характеристиками, рассчитанными для полёта на высоту до 200 км. В начале 1946 г. проект высотной ракеты (ВР-190) был подготовлен.

Осуществление этой идеи разработчики начали с обращения в Академию наук СССР. Первыми его поддержали академики Н.Г. Бруевич, А.А. Орбели, А.Д. Папалекси, В.Р. Фесенко [4, с. 112, 113]. 16 марта 1946 г. их записка уже лежала на столе президента АН СССР академика С.И. Вавилова [5, с. 39], который дал указание подготовить предложения для Министерства авиационной промышленности. В письме, направленном в Минавиапром 23 марта 1946 г., Академия наук СССР отмечала исключительную научную значимость проекта и свою особую в нём заинтересованность.

По поручению министра авиационной промышленности М.В. Хруничева 12 апреля 1946 г. (кто тогда мог догадываться о будущем значении этой даты для нашей страны?) проект был рассмотрен экспертной комиссией министерства под председательством академика С.А. Христиановича, заместителя начальника ЦАГИ. Положительное заключение комиссии передали на утверждение заместителю министра (и одновременно заместителю главного учёного секретаря АН СССР) А.И. Михайлову, который несколько притормозил его ход. Он знал про уже подготовленный проект Постановления Совета Министров СССР о создании Специального комитета по реактивной технике при Совете Министров СССР, в числе первоочередных задач которого назывались и работы по ракетной технике. А.И. Михайлов ожидал, что проект пилотируемого ракетного аппарата будет рассмотрен именно там, с принятием соответствующего решения. Постановление Совета Министров СССР "Вопросы реактивного вооружения", в котором говорилось о Специальном комитете, было утверждено 13 мая 1946 г. [6, с. 30–36].

Условия для первого космического пилотируемого проекта сложились крайне благоприятные. Однако авторов обращения, М.К. Тихонравова и Н.Г. Чернышёва, подвели недостаток выдержки и исключительно рациональное техническое мышление, не учитывающее психологию принятия решений. Полуторамесячное ожидание ответа показалось им слишком долгим, и 21 мая они отправили письмо о проекте ВР-190 лично И.В. Сталину. В нём указывалось не только на *научную*, но и на *политическую* значимость проекта [4, с. 115]. Характерно, что ни слова не говорилось о *военном* применении ракеты. (Заметим, что Сталин в то время ещё сохранял за собой пост министра обороны, затем министра Вооружённых сил, совмещая его с постами председателя правительства и генсека ЦК ВКП(б). Лишь в марте 1947 г. он уступил министерскую должность Н.А. Булганину.)

Сталин дал поручение министру авиационной промышленности М.В. Хруничеву рассмотреть проект М.К. Тихонравова и Н.Г. Чернышёва.

[1] Культ богини Весты (греческой богини Гестии) – символ *надёжности* и устойчивости – был введён в Риме царём Помпилием (правил с 715 по 672 г. до н.э.).

Хруничеву не составило труда вспомнить недавно рассмотренный документ, и 6 июня 1946 г. он собирает у себя совещание, а через неделю ставит его на вторичное обсуждение на совещании у А.И. Михайлова – теперь совместно со специалистами не только авиапромышленности, но и министерств вооружения и электротехнической промышленности. 20 июня 1946 г. М.В. Хруничев докладывает И.В. Сталину о возможности создания пилотируемой космической ракеты, отмечая, что в письме Тихонравова и Чернышёва назывался срок создания космического аппарата близкий к году, но комиссия оценивает минимальный и весьма напряжённый период подготовки в два года. К ответу министра прилагался проект постановления Совета Министров СССР по этому вопросу. Сталин, однако, никакой резолюции на письмо М.В. Хруничева не наложил, и постановление принято не было [7, с. 17, 18].

Примерно в 1947 г. С.И. Вавилов по своей инициативе и по договорённости с Д.Ф. Устиновым посетил НИИ-88, где работал С.П. Королёв, и впервые внимательно рассмотрел возможность использования ракетной техники в целях исследования верхних слоёв атмосферы. Была образована Комиссия Академии наук СССР для координации исследовательских работ, которая ныне действует в виде Совета РАН по космосу. Ею в 1949 г. было подготовлено, а в 1950 г. утверждено техническое задание на проведение исследований на ракетах. Первым пунктом определялось, что общее руководство всеми работами возлагается на Академию наук [8, л. 79, 80]. В рамках работы Комиссии летом 1947 г. по предложению ФИАНа С.П. Королёв провёл совещание, на котором рассматривалась возможность установки на жидкостных ракетах приборов для проведения экспериментов в верхних слоях атмосферы, а 2 ноября 1947 г. в нашей стране впервые были подняты на ракете на высоту около 80 км научные приборы.

Тем временем М.К. Тихонравов на основе идеи “ракетного пакета”, проведя расчёты, в 1948 г. пришёл к выводу о технической возможности вывода на орбиту искусственного спутника Земли (ИСЗ) на достигнутой технологической базе [9, с. 18]. В июле 1949 г. с основными материалами по “ракетному пакету” был ознакомлен С.П. Королёв. В марте 1950 г. М.К. Тихонравов сделал на научной конференции публичный доклад, в котором затронул перспективу создания искусственного спутника Земли *вплоть до полёта на нём человека*. Идею создания ИСЗ С.П. Королёв доложил 16 марта 1954 г. на совещании у академика М.В. Келдыша. Тот в свою очередь получил одобрение этого начинания у президента Академии наук СССР А.Н. Несмеянова. 27 мая 1954 г. С.П. Королёв обратился к министру вооружения Д.Ф. Устинову с докладной запиской “Об искусственном спутнике Земли”, подготовленной М.К. Тихонравовым. В записке предлагалось параллельно вести работы по спутнику и полёту человека в космос. “Программа всех опытов должна войти составной частью в программу работ Академии наук СССР”, – писал он [10, с. 31–43]. В августе 1954 г. Совет Министров СССР утвердил предложения по проработке научно-теоретических вопросов, связанных с космическим полётом.

Идеями М.К. Тихонравова очень заинтересовался М.В. Келдыш. Он стал собирать совещания, приглашая М.К. Тихонравова, Д.Е. Охоцимского, Т.М. Энеева, К.Д. Бушуева, В.А. Амбарцумяна и других учёных. С декабря 1955 г. до марта 1956 г. в Академии наук Келдыш провёл ряд совещаний, на которых были сформированы широкие планы создания ракетно-космической техники для исследования космического пространства.

В самом начале 1956 г. Совет Министров СССР принял предложения Академии наук СССР (Несмеянов, Топчиев, Келдыш) и главных конструкторов (Королёв, Глушко, Рязанский, Пилюгин, Кузнецов, Бармин) о создании в 1957–1958 гг. на базе ракеты Р-7 искусственного спутника Земли и издал постановление, ставшее одним из триумфальных в космической истории Академии наук СССР (ей посвящено более половины постановления). Академия была признана правительством ведущей научной организацией в области космических исследований [11, с. 57–61]. С тех пор без участия Академии наук или поручения ей не планировалось ни одно значимое мероприятие в области исследования космоса.

Как известно, космическая эра человечества была открыта 4 октября 1957 г. запуском в Советском Союзе первого искусственного спутника Земли. А через год – 17 ноября 1958 г. – С.П. Королёв подписал отчёт “Материалы предварительной проработки вопроса создания спутника Земли с человеком на борту” [12, с. 91]. В начале 1959 г. под председательством академика М.В. Келдыша в Академии наук СССР прошло совещание, на котором подробно обсуждался вопрос о полёте человека в космос, вплоть до того, из кого выбирать будущих кандидатов в космонавты [13, с. 114]. 7 марта 1960 г. на должность слушателей-космонавтов были зачислены первые 12 лётчиков. 17–18 января 1961 г. шесть космонавтов, включая Ю.А. Гагарина, сдали экзамены на “отлично”. Комиссия рекомендовала очерёдность полётов. Первым был назван Гагарин.

И здесь мы снова не можем не вспомнить незримую участницу событий – *надёжность*, ради которой конструкторы и инженеры, занимавшиеся подготовкой пилотируемого полёта, делали

всё, что было в их силах, часто – по собственной инициативе.

У корабля “Восток” все жизненно важные системы были продублированы, за исключением тормозного двигателя – из-за его внушительного веса, поэтому для аварийного спуска в случае отказа двигательной установки была выбрана орбита, на которой корабль находился бы не более 7 суток, то есть в качестве резервного режима спуска использовалось естественное торможение в атмосфере. Однако в этом случае орбита, по мере её снижения, превращается в круговую с равновероятным захватом корабля атмосферой в любой области орбиты, и он падает в произвольную нерасчётную точку под трассой полёта. Попади он в океан, служба поиска практически не имела шансов его найти, и космонавт, выполнив задачу, погиб бы на Земле. И вот у А.В. Гурко, участника запуска “Спутника-1”, родилась идея использовать аэродинамическую несимметричность. Баллистический коэффициент корабля различался в полтора раза в зависимости от его ориентации. Если с помощью ручной системы ориентации проходить перигей носом корабля вперёд, обеспечивая минимум сопротивления, а апогей ориентировать поперёк потока, добиваясь таким образом максимума сопротивления, тогда по законам небесной механики можно сохранить эллиптичность орбиты. Выбирая области торможения, удаётся переместить перигей так, чтобы захват космического корабля атмосферой происходил в нужной области орбиты и он приземлялся бы в расчётную зону. Достаточно космонавту задать в бортдокументации программу разворотов корабля по времени, чтобы обеспечить его посадку на нашей территории.

Работа была завершена 11 апреля 1961 г.! Телеграмму об этом немедленно отправили С.П. Королёву на полигон. Ответа не было. Перед стартами С.П. Королёв совершенно выматывался и уходил в свой домик, его старались не беспокоить. Начальники устранились: “Завтра старт! Ты что раньше не мог это придумать? Пойдёт на следующий запуск”. Тогда автор решения О.В. Гурко решил позвонить секретарю С.П. Королёва, но трубку неожиданно взял сам Сергей Павлович. Гурко представился (они были знакомы) и доложил ситуацию. С.П. Королёв буквально взорвался: “Почему мне такие телеграммы не докладывают!”. И устроил разнос. Срочно была создана группа. Гагарина будить не стали, но утром С.П. Королёв дал ему расчёты разворотов и лично проинструктировал о новом методе спуска. Впоследствии этот способ был официально принят к использованию, и космонавты сдавали по нему экзамен. Что же касается автора идеи О.В. Гурко, то, как водится, он получил взыскание и был лишён квартальной премии за то, что занимался неплановой работой [14, с. 473–475].

Не имела удовлетворительного решения и проблема спасения космонавта на старте. В случае аварии ракеты-носителя на стартовой позиции предложили катапультирование космонавта из спускаемого аппарата по команде из бункера. В головном обтекателе ракеты для этой цели был сделан специальный вырез, а в фермах агрегата обслуживания – проходные окна по размеру кресла с космонавтом, обеспечивающие возможность катапультирования при подведённых площадках обслуживания [15, с. 315]. Приземляться космонавт должен был без парашюта на специальную сетку с последующей его эвакуацией стартовой командой в бункер [16, с. 115]. Понятно, что подобная схема не только не спасла бы космонавта, но и повлекла бы гибель спасателей. В результате от неё отказались.

Во время последнего перед отправкой корабля для пилотируемого полёта на полигон испытания антенного тракта в электропроводке произошло короткое замыкание. Разобрали чуть ли не половину корабля, но место короткого замыкания не обнаружили. Поэтому, чтобы не рисковать, приняли решение заменить весь тракт, а корабль отправлять в Тюра-Там (ближайшая к Байконуру железнодорожная станция) по частям, что особенно взволновало Королёва. Первым отправили приборно-агрегатный отсек. Во время его испытаний на полигоне при опробовании двигателей ориентации обнаружилась нечёткая работа одного из клапанов, управляющего расходом газа. Его пришлось заменить. Спускаемый аппарат был доставлен с опозданием на два дня [17, с. 61].

Королёв незамедлительно рассматривал любые предложения, направленные на повышение надёжности первого пилотируемого космического комплекса (ракеты-носителя и космического корабля). Так, 10 апреля 1961 г. на совещании технического руководства было предложено для повышения надёжности вывести резервный комплект средств траекторных измерений из “холодного” резерва и уходить со старта с двумя работающими комплектами. Учитывая сроки старта, возражения против такого предложения выглядели очень серьёзно. Но поскольку речь шла о надёжности пуска, была создана рабочая группа под руководством академика М.В. Келдыша. Срочно провели необходимые расчёты, и предложение приняли [18, с. 172].

Во время испытания ракеты-носителя отказало одно из реле. Его заменили, но при проверке электросети вдруг обнаружился “минус” на корпусе. Поиск места контакта весьма затруднителен из-за ограниченности доступа к оборудованию внутри ракеты. Следствием может быть отмена

пуска. Но кто-то вспомнил, что двигателисты во избежание попадания пыли в электрические разъёмы закрывают их подручными средствами. Может быть, именно эти нештатные приспособления и дают “минус” на корпусе? Предположение подтвердилось. Отстыковки всей кабельной сети не потребовалось. Королёву доложили: “Необходимости в повторении испытаний нет”. Но Сергей Павлович оставался хмурым. История с “минусом” на корпусе вызвала у него тягостные воспоминания. Во время одного из первых запусков ракеты Р-7 он не принял во внимание появление такого “минуса” на корпусе, и это привело к аварии [17, с. 105, 106]. А ведь на этот раз предстояло запускать в космос корабль с человеком!

В тот же день, 10 апреля 1961 г., при взвешивании Ю.А. Гагарина в скафандре с креслом обнаружился перевес в 14 кг. (Завод, поставлявший катапультируемое кресло, завысил его вес на 20(!) кг [19, с. 10]). Ночью для облегчения корабля с него сняли часть аппаратуры, обрезали кабели, которые использовались на беспилотных кораблях. (Богиня надёжности Веста в это время заламывала руки и рвала на себе волосы!) Поскольку работы проводились в спешке без анализа схемы бортовой сети, заодно, как потом выяснилось, оказались отрезанными один датчик давления и один датчик температуры. В спускаемом аппарате, правда, имелись другие датчики давления и температуры. Хуже было то, что появилась “паразитная” гальваническая связь наземных шин с корпусом спускаемого аппарата.

11 апреля 1961 г. ракета-носитель с космическим кораблём “Восток” была вывезена на стартовую позицию. Начались предпусковые проверки. В середине дня перед окончанием проверок Гагарин на нулевой отметке старта встретился с боевым расчётом, готовившим ракету и корабль к пуску. В это время и обнаружилось, что технологическая шина электропитания, с помощью которой проводились все испытания, связана с корпусом корабля. Эта связь как раз и появилась в результате проведённых внутри спускаемого аппарата (СА) работ по снижению веса корабля. При плотном монтаже аппаратуры в СА и в условиях, когда ракета находится на старте, найти дефект не представлялось возможным. Положение осложнялось тем, что данная шина мотор-генератора обеспечивала технологическим электропитанием не только космический корабль, но и ракету-носитель. Инженеры искали решение и к ночи нашли его – отключиться от мотор-генератора и обеспечить питание технологических шин с помощью аккумуляторов. Королёв утвердил это решение, и в течение ночи новая схема была собрана и проверена [20, с. 113].

До последнего предстартового дня вносились предложенные технические изменения, которые частично снижали надёжность комплекса. Космический комплекс ракета + корабль – чрезвычайно сложная система. Любое изменение может сказаться на срабатывании (или несрабатывании) какого-то технического элемента. Подобные связи выявляются долгим тщательным анализом и тестированием, а надёжность всей этой махины может зависеть от маленького винтика, от одного контакта. Мелочей в космической технике не бывает.

Автономные испытания корабля “Восток” проходили с 27 по 30 марта 1961 г. Было выявлено 20 дефектов, сделано 52 замечания и проведено 48 доработок [21, с. 3]. Испытание ракеты-носителя на технической позиции продолжалось с 30 марта по 6 апреля 1961 г. В этот период было проведено шесть серьёзных доработок и устранены 70 замечаний по конструкции изделия, по двигательной установке и по системе управления, проведены работы по 48 техническим указаниям, заменено 9 бортовых приборов. Подготовка на технической позиции заняла 360 часов, но большое число отказов было предотвращено [17, с. 78].

Тогда ещё не существовало единой точки зрения относительно критериев и методов оценки надёжности ракетно-космических комплексов. Вот пример типичной реакции технических руководителей того времени. Один из главных конструкторов, когда его попросили прислать специалистов по надёжности на совещание, сказал, что проблемы здесь нет, и любой инженер сможет оценить надёжность, прочитав учебник по теории вероятности. Правда, через некоторое время он признал, что был неправ [22, с. 115]. Сразу понял проблему академик Б.В. Гнеденко. Когда с аналогичной просьбой приехали к нему в МГУ, он пожаловался, что, к сожалению, они готовят математиков главным образом по классической математике, тогда как для решения поставленной задачи нужны специалисты по прикладной математике. Но он выделил аспирантов, которые, освоив новую проблематику, стали со временем прекрасными специалистами по надёжности ракетно-космических систем. Большую роль в решении этой задачи сыграли учёные Академии наук СССР. Многие замечательные идеи были выдвинуты на семинарах по надёжности, которые организовал в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР академик Н.Г. Бруевич.

На том этапе развития теории надёжности основное внимание уделялось вероятностным характеристикам потоков отказов. Для расчёта надёжности при испытании ракет в период с 1957 по 1960 г. хорошо подходило биномиальное распре-

деление. Биномиально распределённая случайная величина описывает число успехов в n испытаниях Бернулли (независимых испытаний с двумя исходами – успехом и неудачей), когда вероятность успеха в отдельном испытании равна p (соответственно, вероятность неудачи равна $1-p$). Распределение Пуассона является хорошей аппроксимацией для биномиального распределения при большом числе n испытаний Бернулли и малом p (вероятность успеха в отдельном испытании), что, безусловно, было правильно при первых пусках ракет-носителей с беспилотными аппаратами, которые в большинстве своём заканчивались неудачей (что естественно при испытании любой принципиально новой техники).

Вот как закончились запуски пяти беспилотных космических кораблей в 1960 г.:

• 15 мая – корабль вместо спуска перешёл на более высокую орбиту;

• 28 июля – взрыв двигателя при старте;

• 19 августа – успешный запуск (в корабле находились собаки Белка и Стрелка), но отказы были;

• 1 декабря – величина тормозного импульса оказалась недостаточной (космический корабль подорван, чтобы он не приземлился на территорию зарубежного государства);

• 22 декабря – корабль на орбиту не вышел из-за аварийного выключения двигателя.

Королёв торопился и ввёл простое правило: “Пилотируемому полёту должны предшествовать два удачных пуска корабля с манекеном вместо пилота” [23, с. 334]. В начале 1961 г. “правило С.П. Королёва” было выполнено:

• 9 марта 1961 г. – успешный полёт (хотя имело место неразделение спускаемого аппарата и приборно-агрегатного отсеков, следствием чего стал перелёт);

• 25 марта 1961 г. – успешный полёт (неразделение повторилось).

Согласно “правилу Королёва” можно было запускать человека. Но следовало ли это делать, учитывая полученные показатели надёжности?

По расчётам, вероятность успешного завершения полёта пилотируемого корабля составляла 0.875, а вероятность спасения жизни космонавта, даже при неудачном запуске, с учётом системы аварийного спасения, составляла уже 0.94 [24, с. 76]. Тогдашние требования к уровню надёжности составляли 0.95 [25, с. 114]. Но это был расчёт “схемной” надёжности. В реальных условиях подготовки к старту степень надёжности пилотируемого космического комплекса менялась.

Задача обеспечения и оценки надёжности решается благодаря, во-первых, многократным испытаниям важнейших элементов комплекса (двигатели, системы раскрытия антенн, отделение корабля от носителя, разделение отсеков, система приземления и т.п.), лётно-конструкторским испытаниям комплекса в целом [26, с. 360–370], во-вторых, расчёту надёжности. Получаемый численный показатель надёжности, который фиксируется в документах, оказывается априорной оценкой. Реальная степень надёжности продолжает меняться под воздействием факторов и условий подготовки комплекса к старту, когда надёжность повышается редко, хотя иногда это случается (так было с группой М.В. Келдыша по средствам траекторных измерений на участке выведения космического корабля на орбиту). Чаще встречаются противоположные ситуации, яркий пример которых – упомянутое выше срезание кабелей на подготовленном к полёту космическом корабле без анализа бортовой сети. Конечно, на такой анализ просто не было времени, поскольку процесс подготовки изделия к старту не только был запущен, но и близился к завершению. Однако если понимать надёжность как приоритет, надо отменять старт и выполнять необходимые работы.

Но в апреле 1961 г. речь шла о приоритете политическом, даже историческом. Поэтому проблема надёжности неизбежно отошла на второй план. И это было понятно как Королёву, так и Гагарину. Ответственность за то, что показатель надёжности на 0.01 не дотянул до заданного, Королёв принял на себя. Безусловно, он понимал, что расчёт надёжности делался, что называется, “для прокурора”. Этот вывод подтверждается тем фактом, что Королёв не подписал первый том “Проекта космического корабля-спутника” (остальные тома подписал) к моменту старта Гагарина. (Он сделал это только 30 июля 1961 г. перед полётом Г.С. Титова [12, с. 96]). Так надёжность, личная ответственность и мужество слились в характеристику, не измеримую и не представимую численно, но без которой не бывает настоящих побед.

Ю.А. Гагарин был первым человеком, отправлявшимся в космос. Впервые предстоял пилотируемый полёт, его, строго говоря, уже нельзя рассматривать в ряду других. Математической теории риска ещё не существовало. Теория надёжности в том виде, в каком она применялась тогда инженерами, была теорией ухудшения структуры объекта. Интенсивность отказов пригодна для расчётов цикла старения, но не для цикла развития. Первые космонавты, в том числе и Гагарин, с точки зрения теории надёжности того времени попадали в вырожденный случай. Требовалась новая теория. В первом пилотируемом космическом полёте необходимо было

учесть эффект, смысл которого в том, что на начальном этапе эксплуатации надёжность резко снижается.

В условиях отсутствия адекватной теории расчёта надёжности с пониманием можно отнестись к тому, как в стремлении максимально обеспечить успех полёта Гагарина учитывались даже местные приметы. Например, заметили, что, когда полётное задание печаталось на финской мелованной бумаге, пуски были аварийными. Когда использовали отечественную, отдающую желтизной, пуск Белки и Стрелки прошёл отлично. Потом опять использовали мелованную бумагу – вновь аварийные пуски. В марте 1961 г. финская бумага кончилась, и вновь пуски оказались успешными. Когда готовили полётное задание к первому пилотируемому старту, учли эту "статистику", не стали рисковать [27, с. 534, 535].

И вот в 9.07 состоялся старт ракеты-носителя с кораблём "Восток". Первые, самые опасные секунды, для которых изобретали экзотическую схему спасания со стальной сеткой, пролетели. Но уже на 156-й секунде выведения произошёл отказ блока питания антенн системы радиоуправления центрального блока "А", и команда на отключение двигателя не прошла. Двигатель отключился на 0.46 секунды позже положенного, по резервному варианту – по временно́й метке системы управления ракеты-носителя. В результате вторая ступень набрала скорость на 22.0 м/с выше расчётной. Двигатель третьей ступени также проработал на 2.4 секунды дольше расчётного времени. Суммарное завышение скорости носителя составило 25.43 м/с [21, с. 4], и корабль вышел на более высокую орбиту. Её апогей оказался 327 км вместо расчётных 230 км, а перигей – 181 км. В результате была исключена возможность резервного режима спуска, поскольку время движения корабля по данной орбите до посадки за счёт естественного торможения составляло около 30 суток. К этому времени космонавт погиб бы. Оставалось надеяться, что тормозная двигательная установка сработает штатно.

К траекторным измерениям были привлечены пять (!) вычислительных центров: ВЦ-5 (НИИ-4, фактически первый в мире Центр управления полётом), ВЦ-1 (Министерство обороны), ВЦ-2 (Вычислительный центр АН СССР), ВЦ-3 (Отделение прикладной математики АН СССР), ВЦ-4 (МГУ). Необходимо было оперативно принять все измерения, определить орбиту по измерениям как минимум от двух измерительных пунктов, зафиксировать факт вывода космического корабля на орбиту и через измерительный пункт на Камчатке, перед выходом корабля за пределы территории СССР, сообщить Гагарину о выведении его корабля на штатную орбиту и передать в ТАСС параметры орбиты, подтвердив тем самым факт запуска на орбиту космического корабля с человеком на борту. Уточнённые параметры орбиты предполагалось использовать для корректировки трассы спуска и точки приземления корабля, а также для реагирования на возможные нештатные ситуации.

Однако попытки внести поправки в параметры орбиты осложнились, так как очередное измерение не поступило [28, с. 531–533]. Региональная группа управления на Камчатке, которую возглавлял будущий космонавт А.А. Леонов, не получила к сеансу связи с Гагариным сведений от Координационно-вычислительного центра в Москве о фактической орбите полёта "Востока". Траекторные измерения Камчатского измерительного пункта не соответствовали ранее полученным данным из-за использования для привязки системы единого времени сигналов японской станции, а не Государственной эталонной станции СССР, которую не было слышно из-за сильных помех связи. Тогда Леонов, чтобы не волновать Гагарина, взял на себя ответственность сообщить ему, что орбита нормальная.

Оператор командной станции на Камчатке передал на космический корабль разовую команду включения программно-временно́го устройства без учёта отклонения фактической орбиты от расчётной. Это отличие было тогда неизвестно. Кроме того, команда поступила с некоторым сдвигом во времени. Это означало, что параметры орбиты, на которую вышел корабль, могли оказаться очень неточными, что, в свою очередь, создавало неопределённость в выдаче тормозного импульса необходимой продолжительности, то есть усложняло возвращение [29, с. 76].

Задержки сообщения ТАСС по радио, которого с нетерпением ожидал на полигоне Королёв, было достаточно, чтобы американское руководство узнало о полёте Гагарина раньше всех: их станция радиоэлектронной разведки на острове Шемия (Аляска) перехватила переговоры космонавта с Землёй и даже телевизионное изображение через 20 минут после старта. Ещё через 10 минут президенту США доложили о событии.

Подошло время, и в корабле Гагарина включилась тормозная двигательная установка. Однако произошла ещё одна нештатная ситуация. При появлении рабочего давления в камере сгорания должен был закрыться обратный клапан наддува камеры. Однако клапан закрылся не полностью, в результате чего горючее после турбонасосного агрегата поступало в камеру сгорания как штатно, так и нештатно – через незакрывшийся клапан в полость разделительного мешка (нужен для предварительного наддува) бака горючего. Попавшее в разделительный мешок горючее не могло быть

использовано для выработки тормозного импульса, то есть произошла незапланированная потеря горючего. В результате горючего не хватило на отработку штатного импульса тяги.

Двигатель прекратил работу менее чем за секунду до того, как по циклограмме должна была поступить команда на его отключение. Следствием этой неполной секунды стал перелёт в 600 км и посадка не в том районе, где предполагалось. Поскольку команда не прошла, цикл "разделение отсеков" не запустился. Оставалось ждать включения резервного режима разделения по термодатчикам, которые расположены в приборно-агрегатном отсеке и срабатывают при нагреве корпуса до 150 градусов. Но это ещё не всё. После того, как команда не прошла, арматура тормозной двигательной установки осталась открытой. По открытым трактам газ наддува и окислитель под давлением 60 атмосфер продолжали поступать в камеру сгорания и в рулевые сопла по тангажу, крену и рысканию. Процесс был произвольным и неконтролируемым. Результирующее возмущающее воздействие на космический корабль привело к его закрутке вокруг центра масс корабля по трём осям. Тут Гагарину и пригодились интенсивные тренировки в Центре подготовки космонавтов.

Команда на отстрел кабель-мачты поступила от термодатчиков одновременно с командой на отстрел четырёх стальных лент, соединяющих спускаемый аппарат и приборный отсек. Ленты отстрелились нормально, однако отстрел кабель-мачты не прошёл. Причина была в том, что цепи кабелей запитки пиропатронов отстрела кабель-мачты ошибочно проложили через пироножи лент, перерубавшие кабели лент и кабели пиропатронов отстрела кабель-мачты до прохождения команды на пиропатроны гермоплаты, которая шла с задержкой по отношению к команде "отстрел лент". То же самое произошло при двух предшествующих пусках беспилотных кораблей. Однако эта ситуация угрозы безопасности космонавта не создавала (кабель-мачта сгорала при спуске), и Королёв запретил проводить какие-либо доработки системы разделения [25, с. 120].

В 10.48 обзорный радиолокатор радиотехнического пункта наведения аэродрома г. Энгельса зафиксировал цель в юго-западном направлении на высоте 8 км и на удалении 33 км. Это был спускаемый аппарат "Восток" с Гагариным на борту. Спускаемый аппарат приземлился раньше космонавта и ближе к берегу Волги на 1–2 км. Космонавт приземлился на парашюте в районе деревни Смеловка Энгельсского района. Возвращение произошло со значительным перелётом по сравнению с расчётным: не в Волгоградской, а в Саратовской области. Продолжительность первого в мире космического полёта составила 106 минут, как и было указано в полётном задании. Неверная продолжительность полёта (108 минут) – факт, ставший широко известным и вошедшим во все справочники, объясняется тем, что присутствовавшему на месте посадки спортивному комиссару Международной авиационной федерации (ФАИ) И.Г. Борисенко сразу сообщили оперативные сведения для регистрации мирового рекорда. Когда же данные были уточнены, изменять их советская делегация в ФАИ не захотела, чтобы избежать лишних споров об обстоятельствах посадки Ю.А. Гагарина (раздельное парашютирование космонавта и спускаемого аппарата) [30, с. 618–621].

* * *

В подготовке и осуществлении первого космического полёта велика роль Академии наук СССР [31, с. 52–54], особенно академика М.В. Келдыша. Работу, которую он выполнил, можно назвать выдающейся. Он внёс в этот грандиозный проект огромный вклад не только как математик, теоретик, но и как организатор, лично участвовал в практической работе, постоянно взаимодействовал с С.П. Королёвым, бывал на полигоне, в том числе в дни подготовки ракеты-носителя и космического корабля. Это подтверждает Научно-технический отчёт Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР "Спуск с орбиты искусственного спутника Земли с торможением в атмосфере", утверждённый М.В. Келдышем [32, с. 73–76], а также факт ночной работы возглавляемой им группы на полигоне за сутки до старта Гагарина.

Координацию работ в значительной мере осуществлял Междуведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям при Академии наук СССР, который также возглавлял академик Келдыш. Очень точно сказал о нём министр общего машиностроения СССР в 1983–1988 гг. О.Д. Бакланов: "Он нужен был космической среде для подтягивания академической науки к решению актуальных практических задач... И эта смычка большой науки и большой космической практики, начиная со второй половины пятидесятых годов, произошла. Роль в этом М.В. Келдыша безусловна" [33, с. 173].

ЛИТЕРАТУРА

1. Труды Всесоюзной конференции по изучению стратосферы 31 марта–6 апреля 1934 года. М., Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1935.
2. *Голованов Я.К.* Королёв: факты и мифы. Т. 1. М.: Фонд "Русские витязи", 2007.

3. *Вакулов П.В., Ведешин Л.А.* Первые ракетные эксперименты по исследованию космических лучей // Вестник Академии наук СССР. 1973. № 3. С. 123–132.
4. *Кантемиров Б.Н.* Михаил Клавдиевич Тихонравов. М.: Наука, 2014.
5. *Брыков А.В.* К тайнам Вселенной. М.: Инвекция, 1993.
6. Постановление Совета Министров СССР "Вопросы реактивного вооружения". 13 мая 1946 г. / Советская космическая инициатива в государственных документах 1946–1964 гг. / Под ред. Ю.М. Батурина. М.: РТСофт, 2008.
7. *Батурин Ю.М.* Космическая дипломатия и международное право. Звёздный городок: РГНИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина, 2006.
8. Стенограмма заседания Президиума Российской академии наук. 11.05.1999. АРАН. Ф. 2. Оп. 31. Д. 389. Л. 79–80.
9. 4 Центральный научно-исследовательский институт 1946–1996. Исторический очерк. М.: Министерство обороны РФ, 1996.
10. Докладная записка о технической возможности создания простейшего ИСЗ и перспективах осуществления полёта человека в космос, подготовленная М.К. Тихонравовым по результатам НИР, выполненных в НИИ-4 по заказу ОКБ-1 НИИ-88. 26 мая 1954 г. // Первый пилотируемый полёт. Сборник документов в двух книгах. Кн. 1 / Под ред. В.А. Давыдова. М.: Родина МЕДИА, 2011.
11. Постановление Совета Министров СССР «О создании объекта "Д"». 30 января 1956 г. // Первый пилотируемый полёт. Сборник документов в двух книгах. Кн. 1 / Под ред. В.А. Давыдова. М.: Родина МЕДИА, 2011.
12. *Решетин А.Г.* Решение проблемы полёта в атмосфере спускаемого аппарата "Восток" с Ю.А. Гагариным // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
13. Из воспоминаний доктора медицинских наук профессора В.И. Яздовского о решении медико-биологических проблем полёта человека в космическое пространство // Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина. М.: Новый хронограф, 2011.
14. *Гурко О.В.* Годы жизни в космонавтике. В поиске стратегического равновесия. Ветераны 4 ЦНИИ Минобороны вспоминают. М.: Министерство обороны РФ, 2012.
15. Из воспоминаний начальника отдела испытаний ГСКБ Спецмаш Б.И. Хлебникова о создании стартового комплекса ракеты-носителя Р-7 // Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина. М.: Новый хронограф, 2011.
16. *Благов В.Д.* Особенности полёта Ю.А. Гагарина // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
17. *Куприянов В.Н.* Космическая одиссея Юрия Гагарина. СПб.: Политехника, 2011.
18. *Белостоцкая К.К.* Роль ОКБ МЭИ в создании и обеспечении полётов первых пилотируемых космических кораблей // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
19. Утро начинается на "Востоке" // Сборник документов, посвящённых подготовке и осуществлению первых пилотируемых полётов в космос / Автор-сост. Е.К. Бабичев, Л.П. Вершинина. М.: Амнит, 2018.
20. *Филин Б.Н.* Подготовка корабля "Восток" Ю.А. Гагарина на полигоне // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
21. *Лисов И., Афанасьев И.* 106 минут Юрия Гагарина в свете рассекреченных документов // Новости космонавтики. 2011. № 6. С. 2–11.
22. *Котин Л.В.* В борьбе за надёжность // В поиске стратегического равновесия. Ветераны 4 ЦНИИ Минобороны вспоминают. М.: Министерство обороны РФ, 2012.
23. *Молодцов В.В.* Некоторые фрагменты истории проектирования космического корабля "Восток" // Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина. М.: Новый хронограф, 2011.
24. *Молодцов В.В.* Проектирование корабля "Восток" // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
25. *Благов В.Д.* Особенности полёта Ю.А. Гагарина // Юбилейный сборник докладов. Материалы юбилейных общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю.А. Гагарина. Гагарин, 2010.
26. Материалы к докладу С.П. Королёва к заседанию Госкомиссии по запуску корабля-спутника с человеком на борту. 29 марта 1961 г. // Первый пилотируемый полёт. Сборник документов в двух книгах. Кн. 1 / Под ред. В.А. Давыдова. М.: Родина МЕДИА, 2011.
27. Воспоминания инженера-испытателя Н.Л. Семёнова о событиях на космодроме, предшествовавших запуску первого пилотируемого космического корабля // Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина. М.: Новый хронограф, 2011.
28. *Пшеничников В.В.* Мы рассчитывали на оперативное баллистическое обеспечение полётов Гагарина Ю.А. и Титова Г.С. // В поиске стратегического равновесия. Ветераны 4 ЦНИИ Минобороны вспоминают. М.: Министерство обороны РФ, 2012.
29. История Командно-измерительного комплекса управления космическими аппаратами от истоков до Главного испытательного центра им. Г.С. Титова. Кн. 1. Общий очерк. М.: Контакт-РЛ, 2006.

30. Интервью спортивного комиссара Федерации авиаспорта СССР ИГ. Борисенко о встрече Ю.А. Гагарина после космического полёта // Человек. Корабль. Космос. Сборник документов к 50-летию полёта в космос Ю.А. Гагарина. М.: Новый хронограф, 2011.

31. Постановление Президиума Академия наук СССР от 14 сентября 1956 г. № 502-0011 “О ходе выполнения Постановления Совета Министров СССР от 30.01.1956 г. № 149-88сс” // Вестник Архива Президента Российской Федерации. Советский космос. Специальное издание к 50-летию полёта Юрия Гагарина. М., 2011.

32. Из научно-технического отчёта Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР “Спуск с орбиты искусственного спутника Земли с торможением в атмосфере”. 8 марта 1956 г. // Первый пилотируемый полёт. Сборник документов в двух книгах. Кн. 1 / Под ред. В.А. Давыдова. М.: Родина МЕДИА, 2011.

33. *Бакланов О.Д.* Космос – моя судьба. Записки из “Матросской тишины”. В 2 томах. Т. 1. М.: Общество сохранения литературного наследия, 2014.