

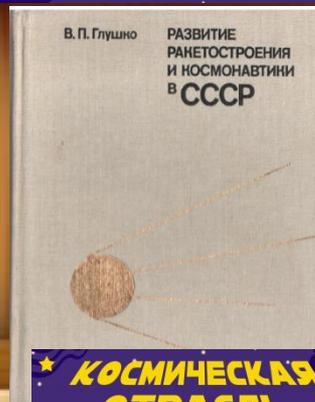
Научная библиотека ОмГТУ  
Медиацентр

Виртуальная выставка

**«КОСМОС. ЗЕМЛЯ.  
ЧЕЛОВЕК»**

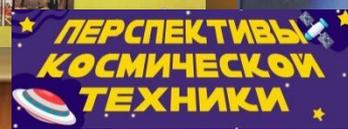


Пожалуйста,  
выберите  
книгу



**Гречух Л.И.**

Жидкостные ракетные двигатели





Ковалев, Б. К. Развитие ракетно-космических систем выведения [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 160400 "Ракетные комплексы и космонавтика" специальности 160401 "Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов" / Б. К. Ковалев . - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 398 с.

На большом фактическом материале подробно прослежены основные этапы развития ракетно-космических систем выведения и представлены направления их совершенствования. Проведен детальный сравнительный анализ характеристик отечественных и зарубежных баллистических ракет дальнего действия и ракет-носителей, включая многоразовые транспортные космические системы. Изложены основы проектирования и особенности конструкции ракетно-космических средств выведения.



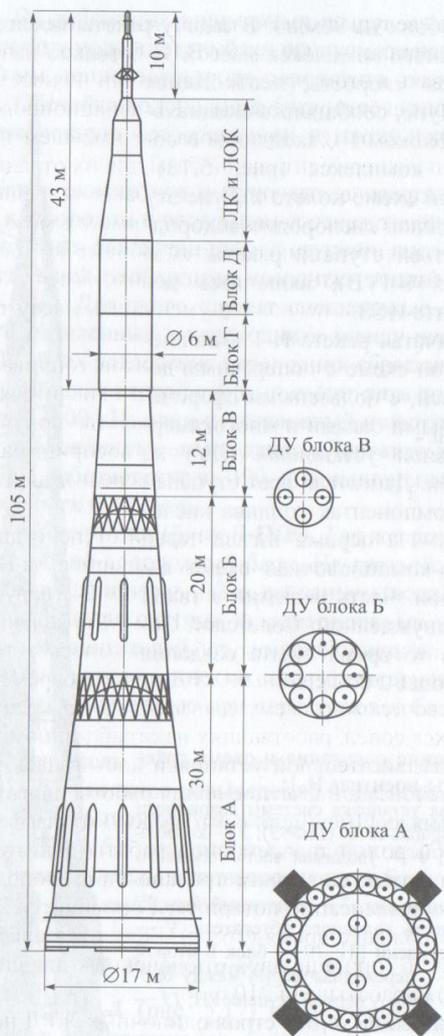


Рис. 5.18. Блоки ракеты-носителя Н-1

Кроме того, ведущая организация, занимавшаяся разработкой ЖРД в нашей стране, — ОКБ-456 В.П. Глушко — вообще отказалась участвовать в этом проекте. Двигатели для всех трех ступеней ракеты были сконструированы в КБ авиационного двигателестроения — ОКБ-276 Н.Д. Кузнецова, не имевшем ни опыта создания ЖРД, ни экспериментальной базы для их отладки.

Подвесные сферические топливные баки — решение вполне обоснованное: благодаря сферической форме их можно было сделать наиболее легкими (при заданном объеме компонентов топлива). Такие баки с жидким кислородом, имея минимальную наружную поверхность, позволяли уменьшить массу теплозащиты и тепловые потери кислорода.

Определенное соотношение компонентов топлива обусловило соотношение диаметров баков горючего и окислителя 1:1,2. В результате наружная несущая оболочка ракеты получилась конической. Каркасная наружная оболочка воспринимала внешние нагрузки, к ней крепились баки (бак Г впереди), двигатели и другие системы.

Как уже отмечалось в § 4.5, на первой ступени двумя концентрическими кольцами устанавливались 30 двигателей НК-15 с тягой по 1 500 кН (6 на внутренней раме в центре и 24 снаружи, на внешней кольцевой раме диаметром более 14 м). Управление каждой из трех ступеней по курсу и тангажу обеспечивалось путем дросселирования одного из периферийных ЖРД при одновременном форсировании противоположного ему двигателя, а по крену — с помощью качающихся сопел, работающих на отработанном турбогазе.

Надежность двигательной установки достигалась резервированием одиночных ЖРД. Расчетное время работы двигателей первой ступени составляло 110 с. Если один из ЖРД отказывал, специальная система контроля одновременной работы двигателей (КОРД) автоматически отключала диаметрально противоположный ему двигатель. Для компенсации потери тяги оставшиеся ЖРД должны были работать большее время (168 с). Если отказали два двигателя, оставшиеся 26 (при еще двух отключенных для симметрии исправных ЖРД) нарабатывали 210 с.

Таким образом, выход из строя одиночных ЖРД не приводил к катастрофическим последствиям и позволял выполнить поставленную задачу.

На второй ступени носителя Н-1 были установлены восемь НК-15В, на третьей — четыре НК-19, представляющие собой вы-

«Союз-2-3» — ракета-носитель среднего класса со стартовой массой 340 т и длиной 47 м. Предназначена для запуска автоматических аппаратов массой до 10 т на низкую околоземную орбиту и массой до 2,5 т на геопереходную орбиту. Первая ступень РН «Союз-1» становится центральным блоком РН «Союз-2-3», к которому по обычной для этого семейства пакетной схеме подсоединяются четыре боковых блока, снабженные модернизированными двигателями РД-107А. Блок И становится в этой ракете третьей ступенью. Ранее первый пуск этой ракеты намечался на 2010 г., но с учетом приоритетной разработки «Союз-1» был передвинут на более поздние сроки.

### 6.2. Ракеты-носители семейства «Русь-М» и перспективный пилотируемый корабль нового поколения

**Семейство «Русь-М».** В марте 2009 г. завершился конкурс, объявленный Роскосмосом на создание новой ракеты-носителя среднего класса повышенной грузоподъемности (РН СК ПГ). Победителем конкурса стала группа организаций, в которую вошли РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ГРЦ им. В.П. Макеева и РКК «Энергия» им. С.П. Королева. «ЦСКБ-Прогресс» является головным предприятием, отвечающим за создание всей ракеты, и разрабатывает вторую ступень, ГРЦ им. В.П. Макеева создает техническую документацию на первую ступень.

Ракета-носитель, получившая название «Русь-МП», предназначена в основном для запусков перспективных пилотируемых космических кораблей нового поколения разработки РКК «Энергия» с космодрома Восточный.

Согласно требованиям Роскосмоса, на базе исходной РН СК ПГ, способной вывести на околоземную орбиту высотой 200 км при наклоне к экватору  $51,8^\circ$  полезный груз массой около 24 т, должно быть создано семейство ракет с грузоподъемностью 7, 35, 50 и даже 100 т. Это новое семейство ракет должно позволить решить не только задачи, связанные с освоением околоземного космического пространства, но и такие амбициозные задачи, как пилотируемые полеты к Луне и Марсу. При создании семейства ракет различной грузоподъемности в этом проекте используется *блочный-модульный принцип* построения их конструктивно-технологической схемы (рис. 6.12).

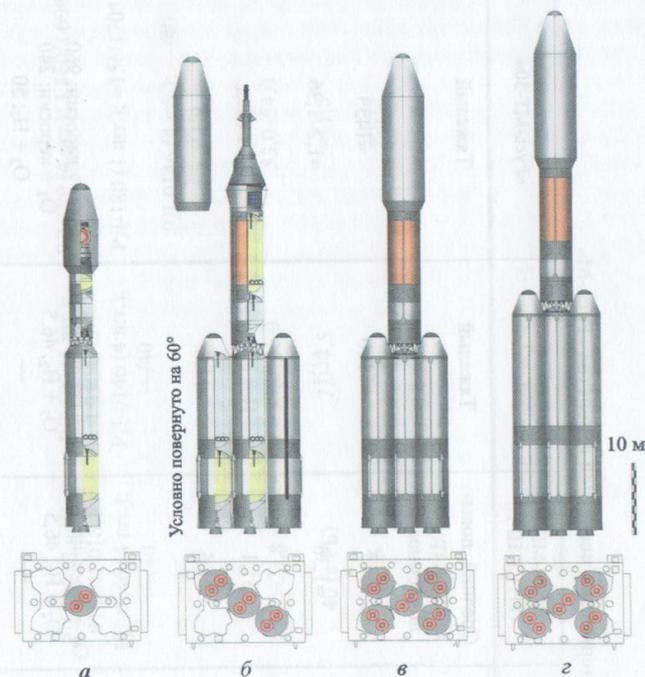
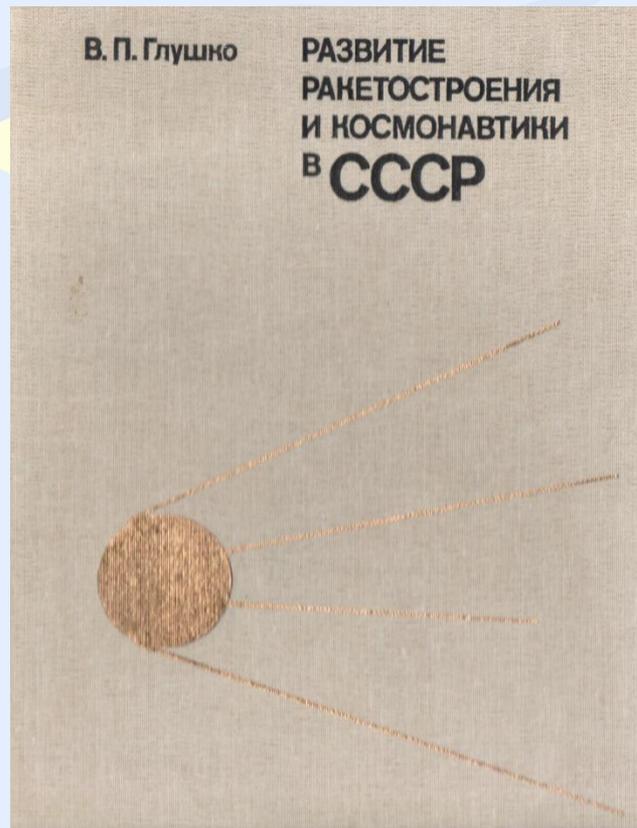


Рис. 6.12. Ракеты-носители семейства «Русь-М»: а — «Русь-МС»; б — «Русь-МП»; в — «Русь-МТ-35»; з — «Русь-МТ-50»

Первые ступени ракет разрабатываются на базе *универсального ракетного блока* (УРБ) с кислородно-керосиновым двухкамерным двигателем РД-180, создаваемым НПО «Энергомаш» для этого блока в специальной модификации. Характеристики носителей семейства «Русь-М» приведены в табл. 6.2.

Базовый вариант (РН СК ПГ «Русь-МП», рис. 6.13) имеет в качестве первой ступени жесткую связку из трех неразделяющихся в полете УРБ. На второй ступени (моноблочной кислородно-водородной) установлены четыре безгазогенераторных двигателя РД-0146, разработанные КБХА по схеме, аналогичной схеме известного двигателя RL-10 американской фирмы Pratt Whitney.



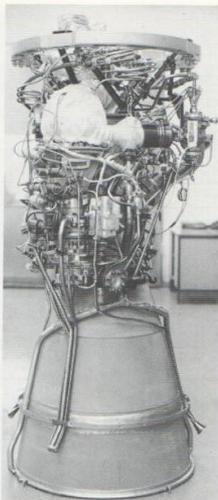
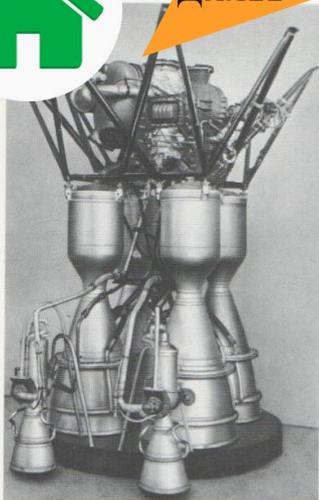
**Глушко, В. П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР [Текст] / В. П. Глушко ; АН СССР. - 3-е изд., доп. - М. : Машиностроение, 1987. – 207 с.**

Книга основоположника отечественного ракетного двигателестроения, одного из пионеров и творцов ракетно-космической техники, академика В. П. Глушко — краткий научно-популярный очерк истории развития ракетостроения и космонавтики в СССР. На основе большого исторического материала в хронологической последовательности описываются важнейшие этапы развития отечественного ракетостроения и космонавтики от зарождения первых идей в дореволюционной России до космических свершений в 80-е гг. XX века.





ДАЛЕЕ



Четырехкамерный двигатель РД-107 первой ступени ракеты-носителя «Восток» тягой 102 тс с двумя рулевыми двигателями на кислородно-керосиновом топливе, удельный импульс 314 с, давление в камере сгорания 60 кгс/см<sup>2</sup>. Разработан в 1954—1957 гг. в ГДЛ — ОКБ

Фторно-аммиачный двигатель РД-301 тягой 10 тс, удельный импульс 400 с, давление в камере сгорания 120 кгс/см<sup>2</sup>. Разработан в 1969—1976 гг. в ГДЛ — ОКБ

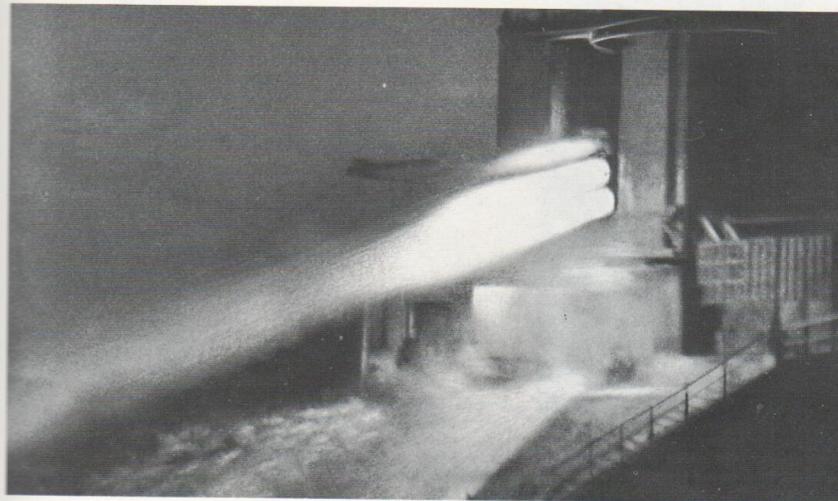
Испытание на стенде двигателя РД-107 с рулевыми камерами управления полетом (1956 г.)



Николай Алексеевич Пилюгин (1908—1982), главный конструктор систем управления первых и ряда последующих ракет-носителей, космических кораблей и межпланетных аппаратов

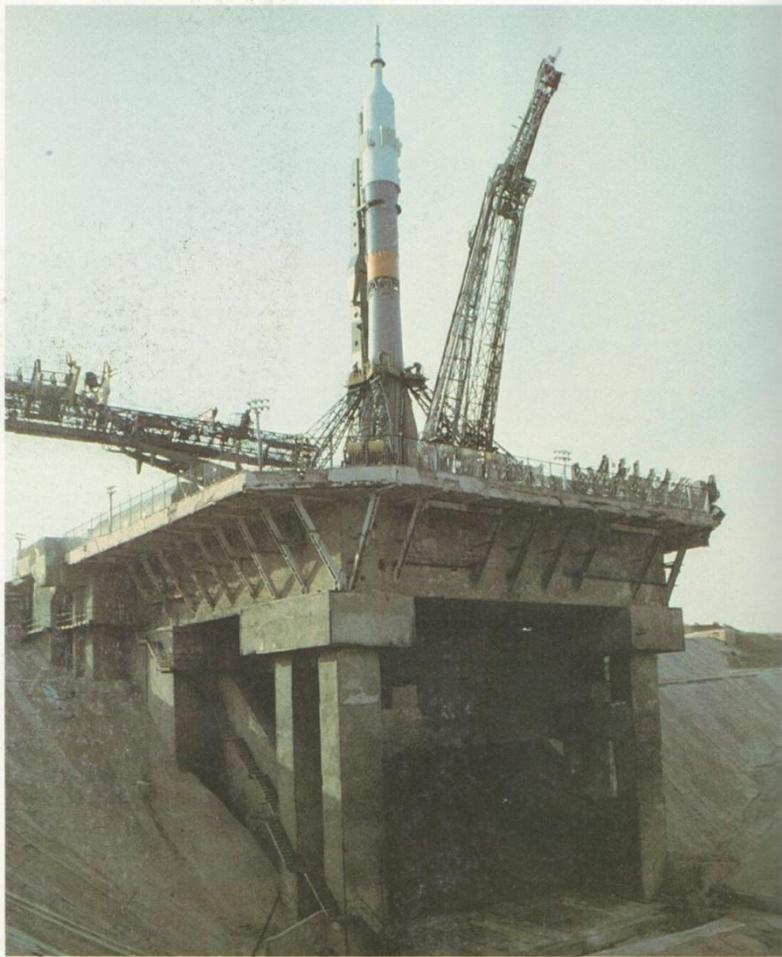


Мраморная доска, установленная на здании Главного Адмиралтейства в Ленинграде в 1969 г.





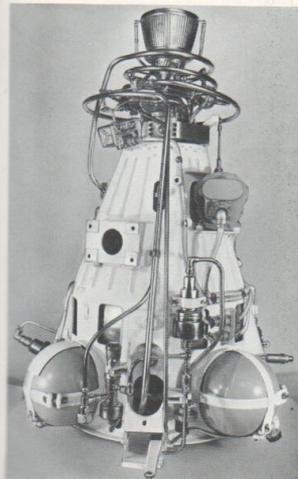
ДАЛЕЕ



Ракета-носитель с космическим кораблем «Союз», летающая с 1967 г., на стартовой площадке космодрома

206

НАЗАД



Корректирующая двигательная установка (тягой 200 кгс на азотнокислотном окислителе) искусственных спутников Земли «Молния», автоматических межпланетных станций «Зонд», «Марс», «Венера». Разработана в ОКБ А. М. Исаева (1962 г.)

Третья ступень ракеты-носителя «Союз» с четырехкамерным кислородно-керосиновым двигателем тягой 30 тс, разработанным в ОКБ С. А. Косберга (1959—1964 гг.)



207



Алексей Михайлович Исаев (1908—1971), главный конструктор основных ЖРД пилотируемых космических кораблей и станций, автоматических межпланетных станций



Семен Ариевич Косберг (1903—1965), главный конструктор ЖРД верхних ступеней многих ракет-носителей

ПОЛИСТАТЬ

**Носенкова, С. Рекорд и трагедия «Янтарей»  
[Текст] / С. Новикова // Новости  
космонавтики. – 2018. - №8. – С. 70-73.**



ДАЛЕЕ

НАЗАД



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ



## Рекорд и трагедия «Янтарей»

С. Носенкова, пресс-служба ЦПК, специально для «Новостей космонавтики» Фото из архива ЦПК

В июне 2018 г. исполнилось 90 лет со дня рождения командира корабля «Союз-11» и первой долговременной орбитальной станции (ДОС) «Салют» Георгия Добровольского и 85 лет со дня рождения инженера-испытателя этого экипажа Виктора Падалева. 47 лет назад, в июне 1971 г., вместе с бортинженером Владиславом Волковым они первыми ступили на борт «Салюта» и полностью выполнили программу полета, погибли при возвращении на Землю тоже в июне. Покорение и освоение космоса немислямы без риска и рекордов, трагедий и подвигов. Имена членов экипажа корабля «Союз-11» и станции «Салют» будут помнить вечно.

### Рекорд и трагедия «Янтарей»

6 июня 1971 г. в 07:55 по московскому времени ракета-носитель с «Союзом-11» стартовала в космос. 7 июня в 10:45 корабль состыковался с орбитальной станцией «Салют», находящейся на орбите с 19 апреля. С этого момента впервые в мире на орбите начала функционировать пилотируемая научная станция.

Экипаж провел на станции астрофизические наблюдения, испытания в различных режимах работы бортовых систем, агрегатов и научной аппаратуры. Были отработаны методы и автономные средства ориентации и навигации, системы управления космиче-

ским комплексом при маневрировании на орбите. «Янтари» (позывной экипажа) вели визуальные наблюдения и фотографирование геолого-географических объектов земной поверхности, атмосферных образований, метеорологической обстановки. Они также провели разносторонние медико-биологические исследования.

По завершении программы полета 29 июня 1971 г. экипаж перенес научные материалы из станции в корабль, расконсервировал его системы, закрыл люки и произвел расстыковку. После выдачи тормозного импульса для схода с орбиты, разделения отсеков, входа в плотные слои атмосферы на высоте около 150 километров и спуска под парашютом связь с экипажем отсутствовала. ЦУП не поднял панику; по данным системы слежения, парашюты сработали вовремя и приземление произошло в заданном районе. После проведения спасательной операции страна узнала, что случилась трагедия — космонавты погибли от разгерметизации спускаемого аппарата (СА).

Эта трагедия многому научила последующие поколения ученых и инженеров. Расследование показало, что экипаж могли бы спасти скафандры, и именно после катастрофы «Союза-11» они стали обязательным элементом защиты экипажа. Жертва «Янтарей» не стала напрасной. Экипаж Г. Т. Добровольского показал, что работа на орбитальных станциях — долгосрочное и перспективное направление, наблюдения и отчеты космонавтов проложили путь для следующих космических экспедиций.

1 июня исполнилось 90 лет со дня рождения Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР, подполковника ВВС Георгия Добровольского, а 19 июня — 85 лет со дня рождения Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР Виктора Падалева, которого также называют первым астрономом в космосе. К этим двум юбилейным датам, а также к очередной годовщине трагического возвращения на Землю экипажа «Союз-11» в Центре подготовки космонавтов было организовано мероприятие, на котором воспитанниками о «Янтарях» поделились ветераны предприятия, коллеги и друзья погибших. 30 июня 1971 г. космонавтов.

### Влюбленный в небо

Г. Т. Добровольский родился 1 июня 1928 г. в Одессе (СССР, Украинская ССР). Когда началась Великая Отечественная война, Жорге было 13 лет, он успел окончить шесть классов средней школы №99. Георгий рыл окопы, гасил зажигалки, помогал защищать родную Одессу. В октябре 1941 г. Одесса пала, и он решил бороться с оккупантами в рядах партизан. Раздобыл пистолет, но использовать его не успел. Во время облавы был схвачен, избит и за ношение оружия брошен в тюрьму. Румынский военно-полевой суд приговорил мальчишку к 25 г.м каторжных работ. 19 марта 1944 г., незадолго до освобождения города, по подложным документам, изготовленным подпольщиками, ему удалось бежать.

С детства лет Георгий Тимофеевич был влюблен в небо, и это стремление вальс

привело его сначала в одесскую спецшколу Военно-воздушных сил, а после нее — в Харьковское (Чугуевское) ВАУЛ. На момент окончания училища в 1950 г. у лейтенанта Г. Т. Добровольского был уже 131 час полета на истребителе Ла-9. После училища Георгий Тимофеевич служил в Донбассе, Восточной Германии, Прибалтике. В 1957–1961 гг. майор Добровольский учился на заочном факультете Краснознаменной Военно-воздушной академии (ныне имени Ю. А. Гагарина) по специальности «Командно-штабная работа ВВС».

12 апреля 1961 г. началась эра пилотируемой космонавтики, которую открыли коллеги Георгия Тимофеевича — летчик-истребитель. 5 марта 1962 г. на стол руководства лег рапорт от майора Г. Т. Добровольского: «Прошу вашего разрешения на зачисление меня в школу космонавтов. Имею большое желание отдать этому все свои знания, а если потребуется, и жизнь».

Командование пошло навстречу талантливому и целеустремленному летчику. Он успешно прошел медицинскую комиссию и отбор среди летного состава для подготовки к космическому полету. 10 января 1963 г. приказом Главкома ВВС Г. Т. Добровольский был зачислен на должность слушателя-курсанта Центра подготовки космонавтов. 19 января Георгий Тимофеевич впервые ступил на землю Звездного городка вместе с еще пятнадцатью кандидатами в космонавты. С 1963 г. по 1965 год он прошел общекурсную подготовку и после завершения ее курса получил квалификацию «Космонавт ВВС».

Время подготовки в качестве космонавта Георгий Добровольский освоил программы облета Луны (на космическом корабле 7К-11), в группе готовился по программе «Алмаз», в составе резервного экипажа прошел подготовку командира космического корабля «Союз» в рамках программы «Стыковка».

За полтора года до полета Г. Т. Добровольский приступил к работе по программе «Контакт» в качестве командира экипажа вместе с космонавтами Петром Колондиным, Олегом Макаровым и Виталием Севастьяновым. С последним Георгием Тимофеевич продолжил совместную подготовку по программе полета на ДОС-1 «Салют» в качестве командира четвертого (резервного) экипажа.

С февраля 1971 г. к полету и работе на «Салюте» готовились три экипажа: Шаталов — Елисеев — Рукавишников, Леонов — Кубасов — Колондин и Добровольский — Волков — Падалев. Как вспоминают преподаватели Центра подготовки космонавтов, тренера по станции его не было, космонавты вместе с инструкторами поменно ездили в конструкторское

Неудачи конца 1960-х — начала 1970-х для советской космической программы все-таки не стали фатальными. К 1980-м годам программа исследования космоса при помощи орбитальных станций снова вывела Советский Союз в мировые лидеры. Во время полетов случались нештатные ситуации и серьезные аварии, но люди и техника оказывались на высоте. С 30 июня 1971 г. катастроф с человеческими жертвами в отечественной космонавтике больше не было.



▲ Георгий Добровольский на тренировке по использованию фотоаппаратуры

бюро на штатное изделие (принятое в документации название рабочего КК) и тренировочный полет на комплексном стенде. При подготовке к космическим полетам Г. Т. Добровольский не щадил своих сил, стремился вникнуть в специфику работы летчика-космонавта до мельчайших деталей. Напряженно, с полной отдачей работал все восемь лет вплоть до того дня, когда Государственная комиссия утвердила его командиром экипажа КК «Союз-11» и орбитальной пилотируемой научной станции «Салют».

### Всеобщий любитель

Друг и однополчанин Георгия Добровольского Михаил Ямпольский рассказал сотрудникам ЦПК о том, каким он знал Георгия Тимофеевича еще до поступления в отряд космонавтов. «Мы встретились с Жорой ровно 60 лет назад в городе Валга Эстонской ССР, — вспоминает Михаил Семенович. — В то время существовали так называемые полки второй линии, куда выпускники авиационных училищ прибывали целыми курсами. Там их готовили до летчиков 3-го класса и дальше распределяли в боевые полки. В эти полки второй линии служили опытные летчики — Георгий Добровольский был одним из них, командиром звена, капитаном».

«Хорошо помню тот день, когда мы с ним впервые встретились, — продолжил Михаил Ямпольский. — Я только окончил академию имени Н. Е. Жуковского и приехал по распределению в полк. Дождал о своем прибытии и пошел в город, где мне предстояло устроиться в гостинице. Как раз в это время к столовой подъехала машина с летчиками. Когда они вышли, один из них прямо бросился в глаза, может быть, потому, что у него, кроме летной куртки, был эlegantный шарф. А на следующий день этот летчик сам ко мне подошел. Дело в том, что Георгий учился в академии заочно. Заочникам было очень тяжело, так как у них не было никаких консультаций по предметам, и он обратился ко мне,

свежеиспеченному инженеру, за помощью. С этого момента началась наша дружба, которая длилась вплоть до его гибели».

Михаил Семенович вспоминает, что Георгий Добровольский был очень общительным человеком. Обожал свой родной город Одессу, ценил юмор, зарезантно смеялся и был всеобщим любимцем. Они прослужили вместе на аэродроме в Валге два года. Затем наступила время хрущевского разгрома советской авиации, и полки второй линии сократили. Георгий Добровольского, Михаила Ямпольского, еще несколько летчиков и инженеров перевели в 43-й истребительный авиационный Севастопольский полк, в который они прибыли 9 мая 1960 г.

«Вскоре Жора был назначен заместителем командира эскадрильи, — рассказал Михаил Семенович. — Он никогда не думал о работе полнотракторника, но, когда Добровольский уехал на последнюю экзаменационную сессию в академию, вышел приказ, согласно которому полнотракторники должны быть не бывшими, а действующими летчиками. И выбор пал на Георгия. Когда он вернулся в полк, его назначили начальником полнотракторной группы. Могу искренне сказать, что за сорок лет своей службы в Вооруженных силах я не встречал больше такого замполита, как Добровольский. Помимо того, что он продолжал летать, ему приходилось заниматься еще делами личного состава. А вопросы непростые — квартирные, семейные... И Жора очень мучительно переживал каждую работу. В памяти однополчанин он остался как один из самых замечательных полнотракторников».

А потом наступил период, когда снова начали отбирать в космонавты, и он совпал с Карбиском кризисом. «Мы даже не слышали про отбор в космонавты, но зато знали, куда готовятся командировка, и все подпольно написали рапорты с просьбой отравить нас на Кубу, — рассказал однополчанин Г. Т. Добровольского. — И вот летим мы на самолете

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ



629.48  
С47

Ю. Г. Сихарулидзе

## БАЛЛИСТИКА И НАВЕДЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**БИНОМ**

**Сихарулидзе, Ю. Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов [Текст] / Ю. Г. Сихарулидзе. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. - 407 с.**

Рассматриваются задачи теории полета летательных аппаратов, включая ракеты-носители и космические аппараты, спускаемые аппараты, баллистические ракеты и их головные части, межпланетные аппараты, многоразовые космические транспортные системы, авиационно-ракетные комплексы воздушного старта. Показана связь оптимальных законов управления в модельных задачах баллистики с реальными алгоритмами наведения в системах управления летательных аппаратов. Подробно рассматриваются терминальные алгоритмы наведения для различных фаз траектории, от активного участка до спуска в атмосфере и посадки. Обсуждаются также принципы построения робастных алгоритмов наведения, способных адаптироваться к фактическим условиям полета.

ДАЛЕЕ

НАЗАД



ситуации необходимо гарантированно обеспечить безопасность экипажа самолета-носителя. Построена модель взрыва, которая включает две фазы: сначала взрыв двигателя, а затем взрыв горючего ракеты-носителя. Определено минимальное расстояние, на котором можно включать маршевый двигатель ракеты-носителя без угрозы для экипажа самолета-носителя и с минимальной потерей выводимой полезной нагрузки.

Книга содержит много примеров, которые демонстрируют практическую реализацию рассматриваемых задач баллистики, а также статистические данные по опубликованным российским и зарубежным работам.

Автор надеется, что научный подход и практические рекомендации будут полезны специалистам в области баллистики, так как книга включает фундаментальные задачи движения летательных аппаратов и современные методы решения проблемы высокоточного наведения на базе терминальных алгоритмов для БЦВМ. Эта книга может также служить учебным пособием для аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей при углубленном изучении задач баллистики летательных аппаратов.

Автор признателен члену-корреспонденту РАН Э. Л. Акиму, чья поддержка, внимание и полезные рекомендации помогли в работе над книгой и способствовали улучшению ее содержания. Автор также благодарен А. П. Леутину за ценные замечания, которые были учтены при доработке текста.

Уравнения движения корпуса ракеты в произвольный момент времени  $t$  могут быть записаны в виде уравнений движения твердого тела (постоянного состава), если представить себе, что ракета затвердела в момент времени  $t$  и к полученному таким образом фиктивному твердому телу приложены: 1) внешние силы  $\Sigma \vec{F}_i$ , действующие на ракету, кроме силы  $\vec{F}^* = (p_a - p_h)S_a \vec{e}_x$ , 2) тяга двигателя  $\vec{P}$ , 3) кориолисова сила  $\vec{F}_c$ .

Здесь  $p_a$  — давление газов на срезе сопла,  $p_h$  — атмосферное давление,  $S_a$  — площадь сопла,  $\vec{e}_x$  — единичный вектор по направлению к голове ЛА. Сила  $\vec{F}^*$  учитывается в тяге двигателя.

**1.1.1. Уравнение движения центра масс ракеты.** Количество движения фиктивного твердого тела вычисляется по формуле

$$\vec{K}^{(f)} = m \vec{v}_c^{(f)},$$

где  $m$  — масса фиктивного твердого тела, соответствующая массе ракеты в момент времени  $t$ ,  $\vec{v}_c^{(f)}$  — скорость центра масс  $C$  фиктивного твердого тела.

Тогда

$$\frac{d\vec{K}^{(f)}}{dt} = m \frac{d\vec{v}_c^{(f)}}{dt} = m \vec{w}_c^{(f)},$$

где  $\vec{w}_c^{(f)}$  — ускорение центра масс фиктивного твердого тела. С учетом принципа затвердевания имеем уравнение движения центра масс фиктивного твердого тела:

$$m \vec{w}_c^{(f)} = \Sigma \vec{F}_i + \vec{P} + \vec{F}_c. \quad (1.1.1)$$

Рассмотрим теперь движение центра масс ракеты, который помимо переносного движения вместе с корпусом ( $\vec{V}_{ce}$ ,  $\vec{W}_{ce}$  — переносная скорость и переносное ускорение) перемещается относительно корпуса со скоростью  $\vec{V}_{cr}$  и ускорением  $\vec{W}_{cr}$ . Абсолютная скорость центра масс ракеты задается уравнением

$$\vec{V}_c = \vec{V}_{ce} + \vec{V}_{cr}, \quad (1.1.2)$$

а абсолютное ускорение центра масс ракеты задается уравнением

$$\vec{W}_c = \vec{W}_{ce} + \vec{W}_{cr} + 2\vec{\omega} \times \vec{V}_{cr}, \quad (1.1.3)$$

где  $\vec{\omega}$  — вектор угловой скорости вращения корпуса ракеты,  $2\vec{\omega} \times \vec{V}_{cr}$  — ускорение Кориолиса.

В момент времени  $t$ , когда предполагается затвердевание ракеты, центры масс фиктивного твердого тела и ракеты совпадают.

В этот момент

$$\vec{V}_{ce} = \vec{V}_c^{(f)}, \quad \vec{W}_{ce} = \vec{W}_c^{(f)}.$$

С учетом (1.1.3) имеем

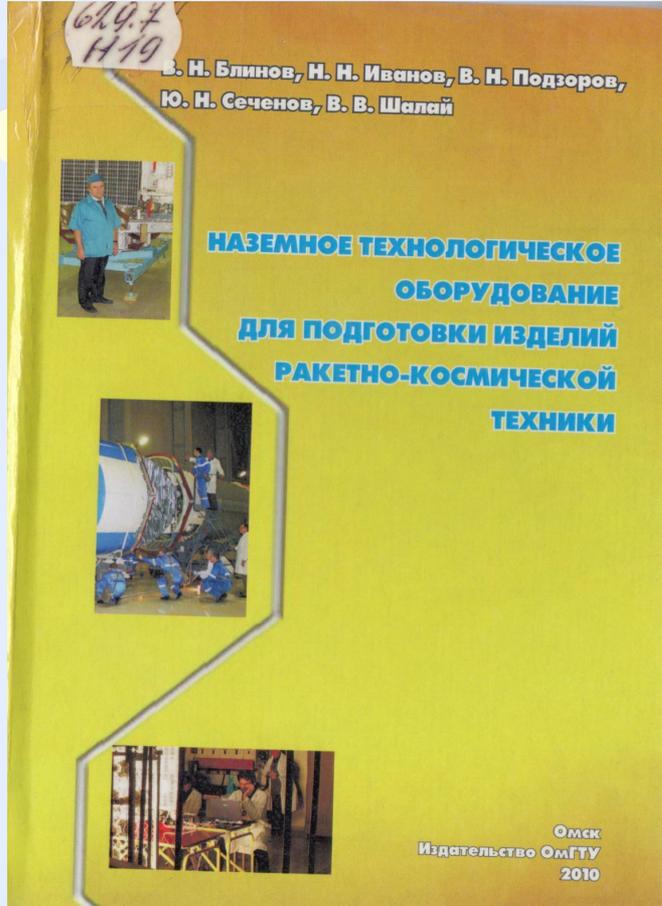
$$\vec{W}_c^{(f)} = \vec{W}_c - \vec{W}_{cr} - 2\vec{\omega} \times \vec{V}_{cr} \quad (1.1.4)$$

и после подстановки в (1.1.1) получим уравнение движения центра масс ракеты:

$$m \vec{W}_c = \Sigma \vec{F}_i + \vec{P} + \vec{F}_c + m \vec{W}_{cr} + 2m \vec{\omega} \times \vec{V}_{cr}. \quad (1.1.5)$$



**Наземное технологическое оборудование для подготовки изделий ракетно-космической техники [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Блинов [и др.] ; ОмГТУ, ПО "Полет"- фил. ФГУП "ГКНПЦ им. М. В. Хруничева". - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. - 247 с.**



В пособии представлены сведения о составе и применении наземного технологического оборудования, используемого при транспортировке изделий ракетно-космической техники с завода-изготовителя на космодром, их последующей подготовке на техническом и стартовом комплексах космодрома, а также о строительных сооружениях и инфраструктуре космодрома. Дана информация о существующей испытательной базе предприятий ракетно-космической отрасли и космодромах России.





ДАЛЕЕ

## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- ГО – головной обтекатель;
- ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли;
- ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности;
- ИП – измерительный пункт;
- КА – космический аппарат;
- КБТМ – конструкторское бюро транспортного машиностроения;
- МИК – монтажно-испытательный корпус;
- МКС – международная космическая станция;
- МПС – Министерство путей сообщения;
- ПГ – полезный груз;
- ПУ – пусковая установка;
- РН – ракета-носитель;
- СК – стартовый комплекс;
- ТК – технический комплекс

НАЗАД

## ВВЕДЕНИЕ

История ракетно-космической техники неразрывно связана с ее развитием и совершенствованием. Постоянно усложняются в этой области поставленные задачи. При этом упор делается на развитие прикладной космонавтики и увеличение эффективности результатов космической деятельности.

Современные изделия ракетно-космической техники являются сложными и дорогостоящими техническими устройствами, эффективность использования которых определяется их надежностью. Одновременно с развитием и совершенствованием ракетно-космической техники (ракет-носителей, разгонных блоков, космических аппаратов) постоянно совершенствуется и наземное технологическое оборудование, используемое при ее подготовке на заводе-изготовителе и космодроме. При этом обеспечение необходимой надежности в процессе создания изделий ракетно-космической техники во многом определяется объемом, качеством и достоверностью испытаний и проверок, проводимых при наземной подготовке.

Современное наземное технологическое оборудование для подготовки изделий ракетно-космической техники становится все более компактным, мобильным, многофункциональным и универсальным.

С учетом имеющейся в настоящее время широкой номенклатуры запускаемых космических аппаратов, перспективным направлением является, например, использование при подготовке на космодроме переносного комплекта наземного технологического оборудования. Данное оборудование поставляется на космодром совместно с запускаемым космическим аппаратом и подлежит возврату на завод-изготовитель после проведения пуска. Это позволяет обеспечить рациональное использование производственных площадей сооружений космодрома, применение одного и того же комплекта оборудования на космодроме и на заводе-изготовителе и снизить затраты на проведение запуска.

Примерами переносного оборудования являются переносные комплекты контрольно-проверочной аппаратуры, мобильные системы обезвешивания, заправки.

Кроме того, для уменьшения номенклатуры наземного технологического оборудования иногда используются совмещенные по назначению технологические агрегаты, например «транспортно-проверочный контейнер – кантователь», универсальная траверса.

Связи с наблюдающейся тенденцией создания маломассовых космических аппаратов и необходимостью снижения транспортных затрат для перевозки космических аппаратов на космодром в ряде случаев используются пассажирские железнодорожные вагоны и багажные отсеки пассажирских самолетов.

В настоящее время с целью максимального использования возможностей ракет-носителей проводятся групповые запуски космических аппаратов. Это также накладывает определенные требования к используемому на космодроме наземному технологическому оборудованию.



**Туманов, А. В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Ракетостроение и космонавтика", специальности "Космические летательные аппараты и разгонные блоки" / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 341 с.**

Рассмотрены этапы проектирования космического аппарата и основные документы, необходимые для выполнения его компоновки.

Изложены требования, предъявляемые к компоновке целевого оборудования, а также к аппаратуре системы управления движением и другим системам бортового оборудования. Даны критерии оценки качества выполненной компоновки и обширный иллюстративный материал по обеспечивающим системам бортового оборудования. Описаны элементы бортового оборудования и приведены нормативные документы, регламентирующие его компоновку.

ДАЛЕЕ

НАЗАД



## Введение

Космический аппарат (КА) — летательный аппарат, предназначенный для выполнения исследовательских задач с помощью целевого оборудования в космическом полете высотой более 100 км от поверхности Земли.

Задачи, выполняемые КА, разнообразны: космические телевизионные, связь, метеорология, мониторинг поверхности Земли (поиск полезных ископаемых, обнаружение очагов пожара в труднодоступных местах, проблемы сельского хозяйства), определение координат кораблей и самолетов (например, системами ГЛОНАСС, GPS) и т. д. В пилотируемых полетах от одного-двух витков перешли к полетам в тысячи витков, от спутника массой десятки килограммов — к многотонным космическим станциям. Космические аппараты, посланные с Земли, исследуют Луну, Марс, Венеру, Юпитер и дальний космос. Разработаны и совершают регулярные полеты в космос крылатые космические корабли многоразового использования. Многие задачи, имеющие большое промышленно-хозяйственное значение, выполняются малыми космическими аппаратами (МКА).

Постоянная необходимость в создании новых КА вызвана появлением:

- новых технических возможностей, реализация которых значительно повышает тактико-технические и экономические показатели КА и приводит к непрерывному моральному старению существующих КА;
- новых задач, решение которых на существующих КА невозможно, поскольку ограничено время их существования, недостаточны технические характеристики и т. п.

Один из важнейших этапов создания нового КА — его компоновка.

Для реализации целевых задач КА снабжен комплексом бортового оборудования, состоящего из узлов и агрегатов, которые

выполняют определенные функциональные задачи. Бортовое оборудование подразделяется на целевое, выполняющее заданную целевую задачу, и обеспечивающее (служебное), необходимое для выполнения целевой задачи.

Компоновка бортового оборудования КА — объединение элементов конструкции (отсеков, агрегатов, узлов) и приборов бортового оборудования в систему, предназначенную для выполнения в течение заданного времени функциональных задач КА, определяемых его назначением.

Компоновка — не формальный этап разработки КА, а сложный творческий процесс, заключающийся в создании оригинальной конструкции КА, служащего для реализации предъявляемых к нему требований. Компоновку осуществляют с учетом опыта конструктора, а также новейших достижений науки и техники.

При выполнении компоновки формируются тактико-технические и эксплуатационные характеристики КА, что требует проведения глубокого анализа возможных рациональных вариантов компоновки, особенно на начальных этапах работы.

Компоновка включает:

- определение состава бортового оборудования КА;
- определение внешнего вида, т. е. выбор геометрической формы корпуса КА;
- разделение (декомпозицию) корпуса на отсеки, агрегаты и узлы;
- рациональное размещение оборудования в корпусе и отсеках.

Внешний вид КА обусловлен конструктивно-компоновочной схемой, выбор которой проводят исходя из приборного состава оборудования, требований к его герметичности, прочностным и динамическим требованиям. При выборе конструктивно-компоновочной схемы важна аэродинамическая форма КА.

Процесс компоновки КА и его отсеков представляет собой процесс синтеза системы с большим количеством элементов и связей. Отличительная особенность любой системы — наличие интегративного свойства, т. е. свойства, присущего только системе в целом, а не выводимого из свойств составляющих систему частей. Конструктивная задача компоновки КА как системы с заданными интегративными свойствами — инженерная задача второго уровня с множеством допустимых решений.

При отсутствии автоматизации процесс разработки рационального варианта компоновки занимает длительное время, поскольку инженер-проектировщик должен увязать большое число противо-

речивых требований и ограничений, на что необходимо много времени, поэтому в настоящее время внедряются автоматизированные методы компоновки.

Причины, вызывающие необходимость автоматизации проектно-компоновочных работ, обусловлены тем, что за последнее время эффективность труда в сфере производства по сравнению с проектными работами значительно возросла. Также практически исчерпаны возможности выполнения увеличивающегося объема проектных работ за счет роста количества конструкторов, котеленаправленной деятельности большого числа специалистов и конструкторов в рамках традиционных форм и методов ведения проектно-конструкторских работ превращается в сложную организационную проблему.

Использование ЭВМ в процессе проектирования компоновки КА обеспечивает:

- сбор, анализ и обработку информации о характеристиках прототипов проектируемого КА и бортового оборудования для выполнения требуемой целевой задачи;
- создание многофункциональной базы данных о КА и его оборудовании с выполненными вариантами компоновок целевого и обеспечивающего оборудования с учетом различных проектных критериев компоновки;
- выбор рациональных вариантов компоновок для дальнейшего проектирования и реализации главных проектных критериев компоновки;
- выпуск комплекта чертежей и схемно-текстовой проектной технической документации на проектируемый КА и его оборудование.

Автоматизацию проектных работ по компоновке КА на базе компьютерных технологий осуществляют путем взаимодействия человека и ЭВМ, причем весьма важен принцип эргодичности, т. е. возможность для инженера-проектировщика играть активную роль в человеко-машинной системе.

Для автоматизированного проектирования КА конструктору необходимо знать главные и проектные критерии компоновки, которые зависят от условий функционирования КА, а также особенности и основные принципы компоновки бортового оборудования, которые во многом обусловлены техническими характеристиками и принципами функционирования этих систем.

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ААР	— активная антенная решетка
АВУ	— астровизирующее устройство
АДД	— аналоговый датчик давления
АИМ	— амплитудно-импульсная модуляция
АПСН	— аппаратура потребителя спутниковой навигации
АФАР	— антенная фазирующая решетка
АФУ	— антенно-фидерное устройство
БВК	— бортовой вычислительный комплекс
БГО	— бесплатформенный гироскопический ориентатор
БИУС	— бортовой измеритель угловой скорости
БКУ	— бортовой комплекс управления
БСК	— блок сигналов и команд
БЦВК	— бортовой цифровой вычислительный комплекс
БЦВМ	— бортовая цифровая вычислительная машина
ВВ	— взрывчатое вещество
ВИМ	— временно-импульсная модуляция
ГМП	— гибридно-модульный преобразователь
ГПО	— гиросtabilизированный прибор ориентации
ГУ	— гироскопическое устройство
ДЖС	— двигатели жесткой стабилизации
ДМ	— двигатель-маховик
ДМС	— двигатели мягкой (малой) стабилизации
ДУ	— двигательная установка
ЕНВВФ	— единые нормы внешних воздействующих факторов
ЖРД	— жидкостный ракетный двигатель
ИК	— инфракрасный
ИКВ	— инфракрасная вертикаль
ИКПМВ	— инфракрасный построитель местной вертикали
ИКСА	— инфракрасная сканирующая аппаратура
ИП	— измерительный пункт
ИУС	— измеритель угловой скорости



Л. И. Гречух, И. Н. Гречух

## ЖИДКОСТНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

УЧЕБНОЕ ТЕКСТОВОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ  
ИЗДАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО  
РАСПРОСТРАНЕНИЯ



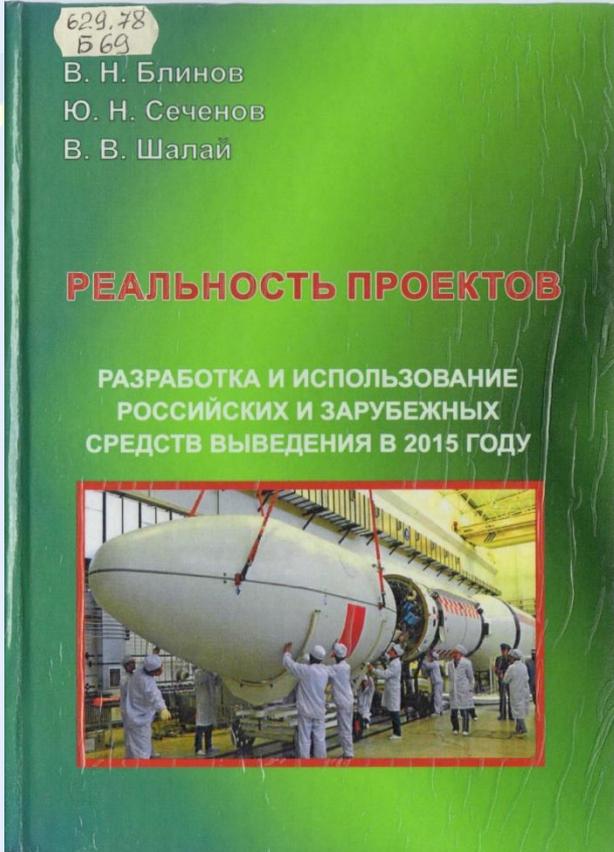
Гречух Л.И. Жидкостные ракетные двигатели [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Гречух Л.И., Гречух И.Н.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2017.— 140 с.

В учебном пособии представлены в краткой форме, с иллюстрациями основные сведения о конструкции и работе жидкостных ракетных двигателей. Приведены расчетные схемы, необходимые формулы и методики для проектирования, числовые примеры расчетов, а также материал справочного характера.

Книга есть в электронном виде, для работы с ней, пройдите по ссылке:  
<http://www.bibliocomplectator.ru/book/&id=78430&cid=0>

ДАЛЕЕ

НАЗАД



Блинов, В. Н. Реальность проектов. Разработка и использование российских и зарубежных средств выведения в 2015 году [Текст] : справ. пособие / В. Н. Блинов, Ю. Н. Сеченов, В. В. Шалай ; ОмГТУ. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016. - 471 с.

Приведены систематизированные сведения об использовании в 2015 году российских и зарубежных средств выведения, об основных технико-экономических характеристиках этих средств. Приведена история создания отдельных российских и зарубежных средств выведения. Изложены основные тенденции в их создании. Представлена информация по ряду двигателей и разгонных блоков российских и зарубежных средств выведения.





Рис. 9.5 Пуск РН «Протон-М»

Старт РН «Протон-М» с РБ «Бриз-М» и выведение КА «Космос-2513» на расчетную орбиту прошли штатно.

На геопереходной орбите перед последним импульсом в циклограмме выведения был сброшен блок дополнительных топливных баков РБ «Бриз-М» [445].

В таблице 9.2. представлены параметры орбит объектов при пуске РН «Протон-М» 13 декабря 2015 года.

Таблица 9.2

Параметры орбит объектов при пуске РН «Протон-М»  
13 декабря 2015 года

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			$i$	$N_p$ , км	$H_a$ , км	$P$ , мин
Космос-2513	41121	2015-075A	0.06°	35512	35666	1426.0
Бриз-М	41122	2015-075B	0.14°	33490	35716	1376.1
Блок ДТБ	41123	2015-075C	48.58°	386	35600	631.0

КА «Космос-2513» был принят на управление наземными средствами Главного испытательного космического центра имени Г. Титова Космических войск Воздушно-космических сил [395].

Специалисты Главного испытательного космического центра имени Г.С. Титова увели РБ «Бриз-М» с целевой орбиты КА на орбиту захоронения.

Увод РБ «Бриз-М» был осуществлен за счет нескольких включений двигательной установки с целью придания РБ «Бриз-М» импульсов, необходимых для увода его на орбиту высотой около 35 тыс. км [397].

20 января 2015 года американские специалисты зафиксировали распад на части космического объекта, идентифицированного как РБ «Бриз-М», использованного в запуске 13 декабря 2015 года.

Обломки РБ «Бриз-М» вызывают особую обеспокоенность, поскольку находятся на геосинхронной орбите, которая используется большинством КА связи [398].

Пуск РН «Протон-М» с КА «Космос-2513» планировался в ночь с 1 на 2 декабря, для чего необходимо было 28 ноября вывезти РН «Протон-М» на стартовый комплекс. Однако из-за возникшей неполадки потребовались разборка и ремонт РН «Протон-М», и пуск был отложен на неделю.

6 декабря РН «Протон-М» с КА «Космос-2513» была вывезена на стартовый комплекс.

РН «Протон-М» была доставлена на стартовый комплекс площадки № 81 с технологической заправочной площадки, где проходила заправка компонентами топлива баков низкого давления РБ «Бриз-М».

На рис. 9.6 показана подготовка РН «Протон-М» на стартовом комплексе.



Рис. 9.6 Подготовка РН «Протон-М» на стартовом комплексе

7 декабря 2015 года было принято решение перенести пуск РН «Протон-М» с 10 на 13 декабря.

Перенос пуска РН «Протон-М» потребовался для устранения ряда замечаний [445].

В дальнейшем пуск РН «Протон-М» с КА «Космос-2513» прошел успешно.



В 1994 году сообщалось, что новую РН предполагается использовать для запуска связанных низкоорбитальных КА серии «Норма» и «Курьер» (разработчики - КБ «Салют, НПО электромеханики и НПО имени С.А. Лавочкина), космического технологического комплекса «Биотехнология» (КБ «Салют» и НПО электромеханики), а также для выведения КА «Монитор» для исследования природных ресурсов Земли и проведения экологического мониторинга и различных коммерческих КА.

Характеристики исходной системы, особенно в части свободного пространства под головным обтекателем, не позволяли полностью реализовать заложенный потенциал, в связи, с чем встал вопрос о доработке третьей ступени и создании нового РБ. Кроме того, отечественные разработчики на тот момент были не особенно сильны в коммерции, в силу чего посчитали необходимым найти иностранную организацию, способную заняться маркетингом РН на зарубежных рынках.

В качестве индустриального партнера была выбрана германская авиационно-космическая компания Daimler-Benz Aerospace. 16 мая 1994 года ГКНПЦ имени М.В. Хруничева заключил с ней соглашение о создании совместного предприятия по маркетингу и обеспечению коммерческой эксплуатации РН «Рокот». 22 марта 1995 года в г. Бремене было зарегистрировано СП Eurockot Launch Services GmbH, 51% акций которого получила DASA, а 49% - ГКНПЦ имени М.В. Хруничева.

Иностранных коллег впечатлила статистика надежности ракет, лежащих в основе проекта: к 1994 году было выполнено 68 пусков ракеты 15A30 и 80 пусков ракеты 15A35, и только три пуска из них оказались аварийными. В целях коммерческих запусков ГКНПЦ имени М.В. Хруничева в 1994 году закупил у Министерства обороны 35 ракет УР-100Н УТТХ. Для продления ресурса базовых МБР ГКНПЦ имени М.В. Хруничева развернул специальную программу. Ракеты находились на хранении, при соблюдении особых климатических условий, и перед использованием сертифицировались на летную годность.

При углубленном анализе проекта специалисты фирмы Daimler-Benz Aerospace обнаружили, что во время выхода ракеты из ШПУ с работающими маршевыми двигателями на полезный груз действуют очень большие акустические нагрузки: головной обтекатель с КА находился в окружении газов, истекающих через оголовки шахты и создающих разрушительные колебания, на которые не была рассчитана хрупкая конструкция современных КА. В связи с этим в СП Eurockot планировали провести реконструкцию ШПУ, рассматривая возможности прокладки газогода, начинающегося на дне шахты, плавного изгибающегося и выходящего из-под земли на поверхность, а также возможность создания в шахте системы «водяной завесы».

Радикальным способом исправить положение мог переход на старт с открытого стола. Правда, для этого требовалось смонтировать ТПК над стартовым столом и открыть нижнее днище контейнера для выхода истекающих газов. Второй вопрос решался проще - все равно приходилось открывать верхнюю крышку, так как новый ГО сильно возвышался над ТПК. Немцы готовы были инвестировать в эти работы 30 млн. долл.

В июне 1995 года было сообщено о разработке ракетно-космического комплекса «Рокот» на территории космодрома Плесецк для использования в интересах российской космической программы и в коммерческих целях.

На рис. 10.3 показан состав исходной МБР, РН прототипа и РН «Рокот».

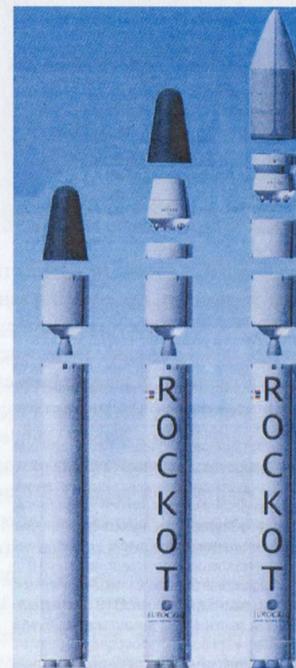


Рис. 10.3. Состав исходной МБР, РН прототипа и РН «Рокот»

В таблице 10.1 представлены сравнительные характеристики исходной МБР, РН прототипа и РН «Рокот».



**Рыжков, Е. Великое Герцогство  
Люксембургское обеспечит НАТО секретной  
связью [Текст] / Е. Рыжков // Новости  
космонавтики. – 2018. - № 3. – С. 65-66.**

Статья посвящена пуску 49-й ракеты Falcon 9 (США) и военного спутника SES-16 (Люксембург). Представлены сведения о запуске и полете. Описаны перспективы проекта GovSat-1 с точки зрения государственно-частного партнерства. Дана информация о технических характеристиках спутника SES-16 и особенности его будущего влияния на системы связи.

ДАЛЕЕ

НАЗАД



ДАЛЕЕ



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ



## Великое Герцогство Люксембургское обеспечит NATO секретной связью

31 января в 16:25 EST (21:25 UTC) со стартового комплекса SLC-40 станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовые расчеты компании SpaceX при содействии 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск 49-й ракеты Falcon 9 (в версии FT) с люксембургским военным телекоммуникационным спутником SES-16 / GovSat-1.

Полет носителя прошел в штатном режиме, и через 32 мин 19 сек после старта КА отделился от второй ступени и вышел на геопереходную орбиту, близкую к расчетной.

В каталоге Стратегического командования США спутник получил номер 43178 и международное обозначение 2018-013A. Параметры орбиты выведения и рабочей орбиты не объявлялись, однако 13 февраля независимые наблюдатели обнаружили КА на околоорбитальной орбите вблизи расчетной рабочей позиции 21.5° в.д.

SpaceX в шестой раз успешно использовала повторно уже летавшую первую ступень B1032 носителя. Первый раз ступень отработала 1 мая 2017 г. для запуска секретного спутника NROL-76. Интересно, что три раза из шести на таких ступенях запускались спутники компании SES: 30 марта 2017 г. состоялся самый первый подобный пуск с КА SES-10, а 11 октября на «проверенной в полете» ступени был запущен SES-11.

Это был второй пуск SpaceX в 2018 г. Текущий год обещает быть самым загруженным за всю историю компании Илона Маска: на него запланировано порядка 30 пусков.

### Предстартовая подготовка

Первоначально пуск был намечен на 30 января в 16:25 EST. 25 января, на следующий день после того, как на соседнем старте LC-39A прошли огневые стендовые испыта-

ния (ОСИ) ракеты Falcon Heavy, «девятку» вывели на площадку SLC-40, а 26 января около полудня состоялся прожиг девяти двигателей Merlin 1D.

Надо отметить, что новые двигатели в компании SpaceX принято запускать в ходе ОСИ на 3.5 сек, чтобы удостовериться в их корректной и стабильной работе, причем испытания производятся дважды – на испытательном полигоне в г. МакГрегор (штат Техас) и непосредственно на стартовом комплексе. Между тем «опробованные в полете» первые ступени, пройдя процедуру восстановления, не подвергаются тестам в МакГрегоре. Чтобы собрать необходимые характеристики, ОСИ для летавших ступеней делятся дольше – в данном случае включение продолжалось 7 сек.

Следует отметить, что ОСИ ракеты-носителя для запуска SES-16 прошли скромно, «в полной тиши», – им была посвящена лишь одна строчка в твиттере SpaceX. Разительный контраст с испытаниями двигателей Falcon Heavy, проведенными двумя днями раньше и всего в шести километрах к северу. Они-то освещались в полной мере – помпезно и скрупулезно, ведь дебют «гиганта» приковывал внимание всех интересующихся космонавтикой землян.

29 января, за день до планируемого старта, метеопрогноз показал сильные высотные ветры – до 110 узлов (около 200 км/ч) – и близкую к предельно допустимой скорости ветра у земли. Тем не менее в ночь на 30 января ракету повторно вывели на старт и к утру перевели в вертикальное положение. Пусковое окно было открыто с 16:25 до 18:46 EST. Однако за полтора часа до его начала старт был отменен, и не из-за плохой погоды, а вследствие необходимости

Циклограмма выведения	
Время, микросек	Событие
-00:03	Выключение двигателей первой ступени
00:00	Старт
00:16	Маневр по крену и тангажу
01:18	Максимальный скоростной напор, дросселирование двигателей
01:45	Захолаживание двигателя второй ступени
02:38	Команда выключения двигателя первой ступени
02:40	Разделение ступеней
02:41	Включение двигателя второй ступени
03:44	Оброс головного обтекателя
07:00	Вход в атмосферу первой ступени
08:35	Выключение двигателя второй ступени, начало пассивного участка полета
26:40	Второе включение двигателя второй ступени
27:48	Выключение двигателя второй ступени
32:19	Отделение SES 16

замены дефектного измерительного преобразователя на второй ступени ракеты-носителя. SpaceX не объяснила природу неисправности датчика и не раскрыла, к какой системе он относился.

31 января Falcon 9 стартовал вовремя и успешно вывел спутник на геопереходную орбиту с апогеем над экватором. На пути к GEO SES-16 должен был провести серию апогейных маневров для скругления орбиты и сведения наклона к нулю, а затем скорректировать период обращения, чтобы «остановиться» в своей орбитальной позиции.

Хотя первая ступень B1032.2 была выполнена в спасеом варианте, с посадочными опорами и стабилизаторами, задача повторного спасения не ставилась. По всей вероятности, причиной была близость назначенных дат старта SES-16 и Falcon Heavy: плавучей барже SpaceX была поставлена задача «принять» центральный блок последней, а ступень «девятки» была обречена «погибнуть в море». Тем не менее в полете была

НАЗАД



**Возможности создания обитаемой исследовательской базы на Луне [Текст] / В.Д. Бурков [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2015. - Т. 19. - № 1. С. 97-101.**

В статье рассмотрена потенциальная возможность создания постоянно действующей Лунной базы, исходя из современного состояния отечественной космической отрасли. Проведена оценка технических и технологических средств для реализации такого проекта.

Статья есть в электронном виде, для работы с ней, **пройдите по ссылке:**

**<https://elibrary.ru/item.asp?id=23133270>**

ДАЛЕЕ

НАЗАД



**ЖДЁМ  
ВАС!**