http://www.roscosmos.ru/video/Glonass_Bloock_www1.pdf

N 16
2004 (20)
ISSUE 16, 2004 (20)
Выпуск 16, 2004 (20)

Серия направлена на повышение общественного интереса и поддержку национальной космической программы

# ГЛОНАСС
# ГЛОНАСС-М
## GLONASS GLONASS-M

## Основные разделы

## Contents

Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система»
Federal Target Program «Global Navigation System» ..... 2
Космические аппараты «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М»
GLONASS satellites ..... 10
Ракета-носитель «Протон-К»
Proton-K Launch Vehicle ..... 18
Разгонный блок «ДМ»
DM Upper Stage ..... 32
Стартовый комплекс
Proton Launching Complex ..... 34
Программа выведения космических аппаратов серии «ГЛОНАСС»
Ascent Profile ..... 44
ГЛОНАСС: разрешая проблемы
GLONASS: Resolving the Problems ..... 48
Федеральное космическое агентство
Federal Space Agency ..... 55
Космические войска России
Russian Space Forces ..... 58
Предприятия, участвующие в запуске
Launch Program Participants ..... 59

## О программе

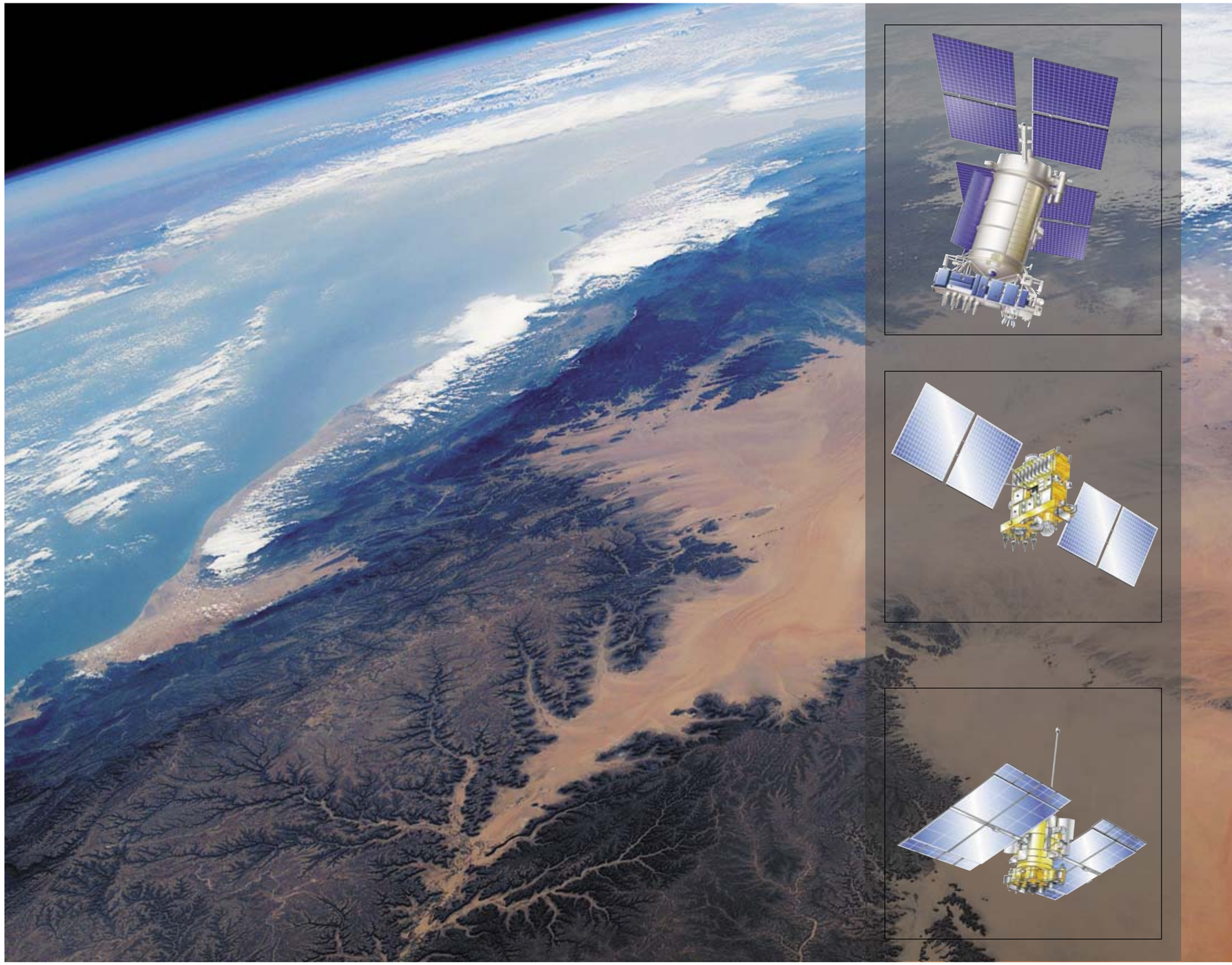
Очередной запуск космических аппаратов в рамках Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» запланирован на декабрь 2004 года. Выведение на орбиту двух спутников «ГЛОНАСС» и одного модифицированного спутника «ГЛОНАСС-М» будет осуществлено с космодрома Байконур ракетой-носителем «Протон-К» с разгонным блоком «ДМ».

## Program Overview

The regular satellite launch under the Federal Target Program «Global Navigation System» is scheduled for December, 2004. Two GLONASS satellites and a modified GLONASS-M satellite will be orbited aboard a Proton-K launch vehicle with the DM upper stage from Baikonur.

# Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система»

# Federal Target Program «Global Navigation System»



Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) принята в эксплуатацию в 1993 году. Космические аппараты системы ГЛОНАСС создают глобальное радионавигационное поле, что открывает возможность оперативного высокоточного определения местоположения потребителей наземного, морского, воздушного и космического базирования.

## Основные цели Федеральной целевой программы «ГЛОНАСС»

- дальнейшее развитие и эффективное использование глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития страны, обеспечения национальной безопасности;
- сохранение Россией лидирующих позиций в области спутниковой навигации за счет гарантированного предоставления навигационных сигналов отечественным и зарубежным потребителям.

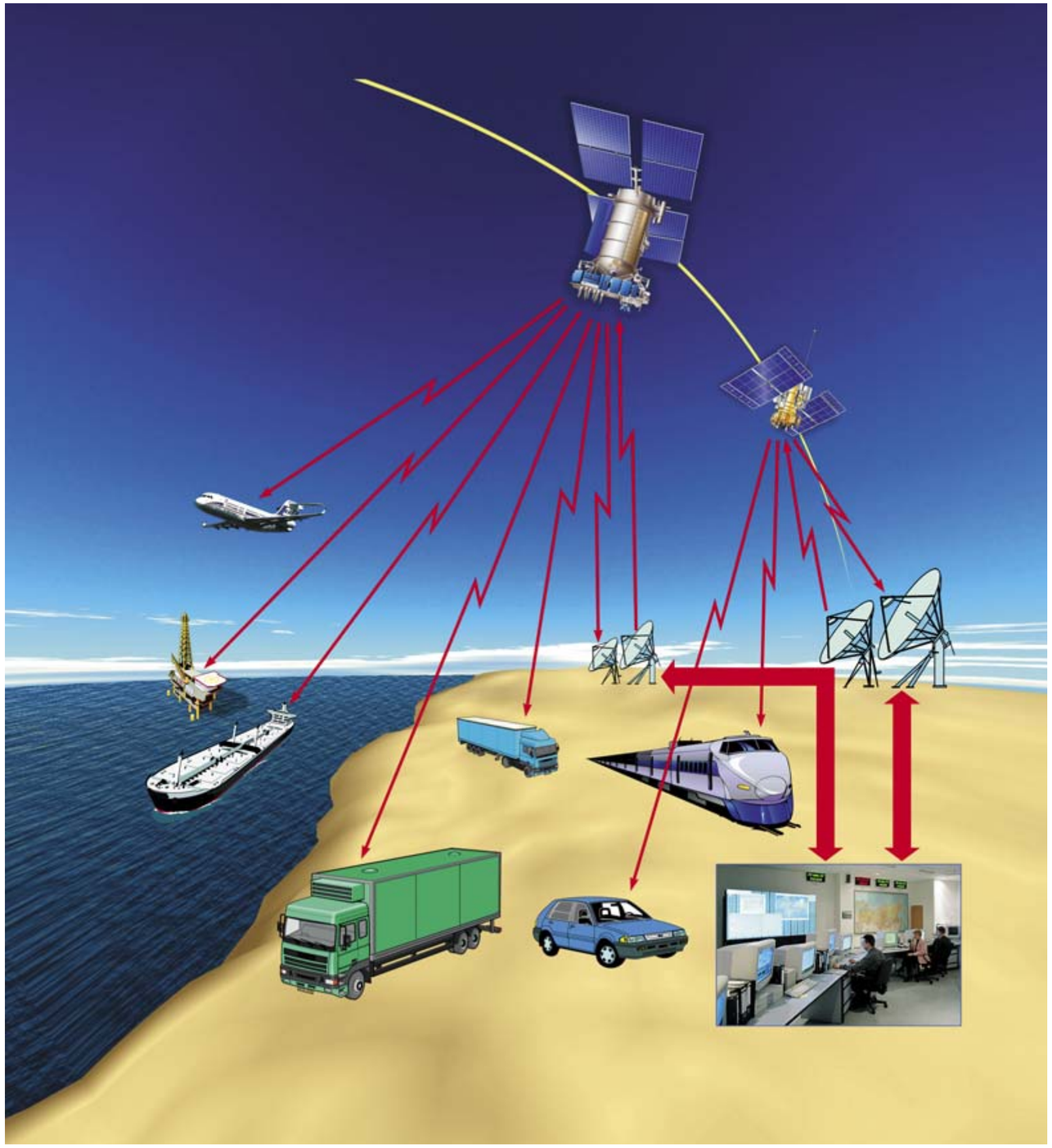
## Задачи Федеральной целевой программы «ГЛОНАСС»

- создание и развитие космических средств и наземной инфраструктуры спутниковой навигационной системы;
- восполнение и поддержание орбитальной группировки системы ГЛОНАСС на уровне, обеспечивающем решение навигационных задач различными потребителями;
- совершенствование геодезического обеспечения системы ГЛОНАСС;
- обеспечение выполнения международных соглашений и обязательств России в области спутниковой навигации, развитие международного сотрудничества в области спутниковой навигации и участие в международных проектах;
- разработка и производство конкурентоспособной отечественной навигационной потребительской аппаратуры, создание условий для ее внедрения на российский и международный рынки, инициирование массового спроса на отечественное оборудование и услуги системы ГЛОНАСС;
- построение новой структуры геодезических сетей, реализующих на территории Российской Федерации высокоточную единую геоцентрическую систему координат, и поддержание ее на уровне современных и перспективных требований экономики, науки и обороны страны при максимальном использовании потенциала существующих геодезических сетей;
- создание и развитие научно-технического и технологического заделов для перспективной спутниковой навигационной системы.

Реализация Программы обеспечит повышение точности и оперативности координатно-временных определений широкого круга потребителей

- погрешность определения координат — 5 м,
- погрешность определения координат в дифференциальном режиме — 0,3-1 м,
- скорости — 1 см/с,
- времени — не более 10 наносекунд,

что будет соответствовать мировому уровню предоставляемых навигационных услуг.



## Система ГЛОНАСС

Глобальная навигационная спутниковая система — система двойного использования, обеспечивающая решение задач Министерства обороны Российской Федерации и гражданских потребителей. Спутники системы ГЛОНАСС формируют непрерывное поле навигационного сигнала, на основании которого с помощью портативных приемников возможно высокоточное определение координат и скорости движения, а также привязка к точному времени.

Полная орбитальная группировка ГЛОНАСС содержит 24 штатных космических аппарата на круговых орбитах с наклонением 64,8° в трех орбитальных плоскостях по восемь КА в каждой. Долготы восходящих узлов трех орбитальных плоскостей различаются номинально на 120°. Период обращения спутников ГЛОНАСС равен 11 ч 15 мин 44 с, а расчетная высота круговой орбиты — 19100 км над поверхностью Земли. В каждой орбитальной плоскости восемь КА разнесены по аргументу широты через 45°, и аргументы широты восьми аппаратов в трех орбитальных плоскостях сдвинуты на ± 15°. За время эксплуатации КА реальные положения спутников в группировке могут отличаться от номинальных не более чем на ± 5°.

Приемник ГЛОНАСС на подвижном объекте в сеансе навигации принимает радиосигналы не менее чем от четырех аппаратов, находящихся в зоне радиовидимости. Эти сигналы используются для измерения трех разностей дальностей и трех разностей радиальных скоростей объекта относительно четырех аппаратов. По результатам измерений определяются три координаты и три составляющие вектора скорости подвижного объекта, а также смещение шкалы времени объекта относительно шкалы системы.

Существенным свойством спутниковой навигационной системы является принципиально не ограниченное число пользователей, поскольку наземная аппаратура пользователей не передает радиосигналы на спутники, а только их принимает. Эта же особенность системы объясняет отсутствие «прямых расходов» на обслуживание пользователей, а значит, появляется возможность бесплатного использования навигационного сигнала.

Радионавигационное поле системы ГЛОНАСС обеспечивает:

- глобальную автономную оперативную навигацию приземных подвижных объектов;
- локальную высокоточную навигацию наземных подвижных объектов на основе дифференциальных методов навигации с применением стационарных наземных корректирующих станций;
- высокоточную взаимную геодезическую «привязку» удаленных наземных объектов;
- взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удаленных наземных объектах;
- неоперативную автономную навигацию среднеорбитальных космических объектов;
- определение ориентации объекта на основе радиоинтерферометрических измерений на объекте с помощью навигационных радиосигналов, принимаемых разнесенными антеннами.

Спутники системы ГЛОНАСС непрерывно излучают навигационные сигналы двух типов: навигационный сигнал стандартной точности (СТ) в диапазоне L1 (1,6 ГГц) и навигационный сигнал высокой точности (ВТ) в диапазонах L1 и L2 (1,2 ГГц). Информация, предоставляемая навигационным сигналом СТ, доступна всем потребителям на постоянной и глобальной основе и обеспечивает при использовании приемников ГЛОНАСС возможность определения:

- горизонтальных координат с точностью 50-70 м (вероятность — 99,7%);
- вертикальных координат с точностью 70 м (вероятность — 99,7%);





The GLONASS global navigation satellite system was put into operation in 1993. GLONASS satellites generate a global navigation field enabling to spot the location of ground, sea, air and space-based users with high accuracy and speed.

### Main goals of the GLONASS Program are:

- to develop and use effectively the GLONASS global navigation satellite system to provide for Russia's social and economical development and national security;
- to keep Russia's leading role in satellite navigation due to guaranteed providing of navigation signals to Russian and foreign users.

### Tasks of the GLONASS Program

- to create and develop space means and ground infrastructure for the satellite navigation system;
- to recover and support the GLONASS orbital grouping at the level allowing to decide navigation tasks for different users;
- to improve geodesic support of the GLONASS system;
- to fulfill the international agreements and Russia's commitments in satellite navigation, to expand the international cooperation in satellite navigation and to participate in international projects;
- to develop and manufacture competitive navigation consumer equipment, to make conditions for its introduction in the Russia's home and international markets, to initiate mass demand for Russia's equipment and services of the GLONASS system;
- to build a new architecture of geodesic networks to implement the united precise geocentric coordinates on Russia's territory and support its operation at the level corresponding to the modern and forward-looking requirements of the national economy, science and defense with the maximum potential application of the existing geodesic networks;
- to give a good start to and develop further scientific, technical and technological aspects for the future satellite navigation system.

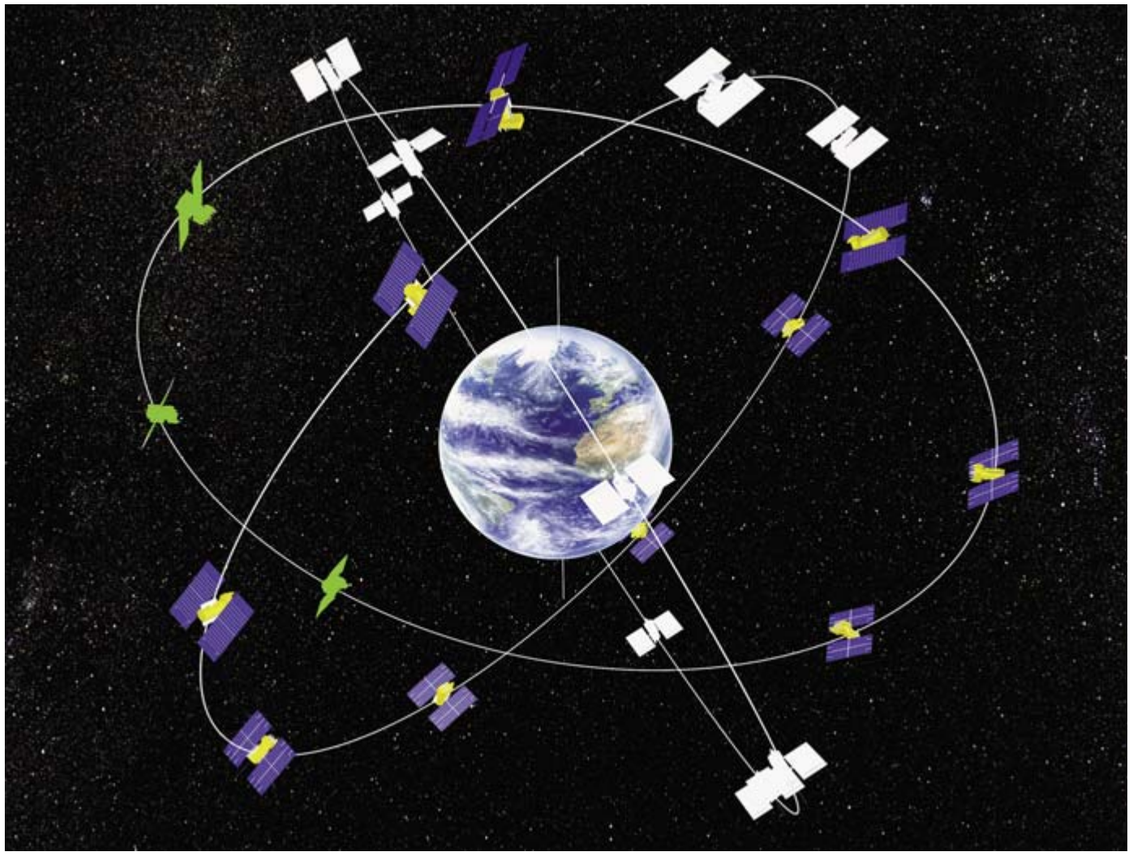
The Program implementation ensures an increase of the accuracy and efficiency of coordinate-temporal spotting of great number of users

- spotting error — 5 m,
- spotting error in the differential rate — 0.3-1 m,
- of speed — 1 cm/s,
- of time — not more than 10 nanoseconds.

Which will conform to the international level of the rendered navigation services.

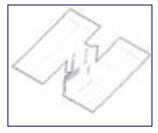
- составляющих вектора скорости с точностью 15 см/с (вероятность — 99,7%);
- точного времени с точностью 0,7 мкс (вероятность — 99,7 %).

Запуск первого спутника по программе ГЛОНАСС («Космос-1413») состоялся 12 октября 1982 года. Система была официально принята в эксплуатацию 24 сентября 1993 года распоряжением Президента Российской Федерации № 658-рпс с неполной комплектацией орбитальной структуры при условии развертывания штатной орбитальной структуры (24 спутника) в 1995 году. Постановлением Правительства РФ от 7 марта 1995 г. № 237 были организованы работы по полному развертыванию орбитальной структуры (24 спутника), обеспечению серийного производства навигационной аппаратуры и представлению ГЛОНАСС в качестве элемента международной глобальной навигационной системы для гражданских потребителей.



Заполненные орбитальные позиции

Заполняемые орбитальные позиции


Незаполненные орбитальные позиции



## GLONASS System

GLONASS is a double-purpose global navigation system designed to meet requirements both of the Russian Ministry of Defense and civil users. GLONASS satellites generate coverage of continuous navigation signal allowing to determine exact coordinates and velocity by means of small portable receivers, and exact timing.

Fully deployed GLONASS constellation is composed of 24 regular satellites in three orbital planes whose ascending nodes are 120° apart 8 satellites are equally spaced in each plane with argument of latitude displacement of 45°. Besides, the planes themselves have 15° argument of latitude displacement. Over the operation time a real satellite position in the constellation can differ from a designed one not more than 5°. GLONASS satellites operate in circular 19100 km orbits at an inclination angle of 64.8° and each satellite completes orbital period in 11 hrs 15 min 44 sec.

GLONASS receiver automatically receives navigational signals from at least 4 radio visible satellites and measures their pseudoranges and velocities. Computer of GLONASS receiver processes all the input data and calculates three coordinates, three components of velocity vector, and precise time.

One of the main features of the GLONASS satellite navigation system is an unlimited number of users as their ground equipment doesn't transmit signals to the satellites, but only receives them. The same feature accounts for lack of «direct costs» for users' servicing and as a result the possibility to use navigation signals for free.

Radio navigation coverage of the GLONASS system makes possible:

- global autonomous operative navigation of surface mobile objects;
- local high-precise navigation of surface mobile objects based on navigation differential methods using ground-based correction stations;
- high-precise mutual geodesic affixment of remote ground-based objects;
- mutual frequency and time standards synchronization at remote ground-based objects;
- non-operative autonomous navigation of mid-orbital space objects;
- determining of object orientation on basis of radiointerferometrical measurements on the object by means of navigation radio signals received by space-apart antennas.

The GLONASS system has two types of navigation signals: standard precision navigation signal (SP) (L1-band — 1.66 GHz) and high precision navigation signal (HP) (L1-band and L2-band — 1.2 GHz).

SP positioning and timing services are available to all GLONASS civil users on a continuous, worldwide basis and provide the capability to obtain:

- horizontal positioning accuracy within 57-70 meters (99.7% probability);
- vertical positioning accuracy within 70 meters (99.7% probability);
- velocity vector components measuring accuracy within 15 cm/s (99.7% probability);
- timing accuracy within 1 mks (99.7% probability).

The first GLONASS satellite (Kosmos-1413) was launched on October 12, 1982. The system was officially put into operation incomplete on September 24, 1993 according to the Decree of the President of the Russian Federation 658rps provided that a full orbital structure (24 satellites) was deployed in 1995. The Resolution of the Russian Government dated March 7, 1995 No 237 proscribed to deploy the full orbital structure, to provide mass production of navigation equipment and to present GLONASS as an element of the international global navigation system for civil users.

# Космические аппараты «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М»
# GLONASS satellites

Космические аппараты семейства «ГЛОНАСС» («Ураган») для отечественной глобальной навигационной спутниковой системы были спроектированы в конструкторском бюро НПО прикладной механики (НПО ПМ) в г. Красноярск-26 (Железногорск). До начала 1990-х гг. изготовления аппаратов «ГЛОНАСС» велось производственным объединением «Полет» (г. Омск) по конструкторской документации и под авторским наблюдением НПО ПМ. Затем в силу экономических причин головное предприятие вернулось к практике самостоятельного изготовления своих аппаратов, и все модернизированные спутники системы «ГЛОНАСС» отныне производятся только на НПО ПМ.

В настоящий момент эксплуатируются КА «ГЛОНАСС» двух модификаций – собственно 11Ф654 «ГЛОНАСС» и спутники модифицированной серии «ГЛОНАСС-М», первый из которых был запущен в декабре 2003 г. Эти два аппарата основаны на сходных проектно-конструкторских решениях и на общей космической платформе герметичного исполнения. Основные изменения свелись, прежде всего, к модификации антенно-фидерного устройства, увеличению проектного срока активного существования до семи лет и введению второй навигационной частоты для гражданских пользователей.

Перспективный КА «ГЛОНАСС-К» – аппарат принципиально новой конструкции, основанный на негерметичной платформе, унифицированной по основным показателям с платформой НПО ПМ «Экспресс-1000», и относящийся к классу малых космических аппаратов. Аппараты «ГЛОНАСС-К» существенно легче своих предшественников, что обеспечивает значительную экономию затрат на их доставку на орбиту и расширяет диапазон используемых средств выведения. Расчетный срок активного существования увеличен до 10-12 лет. Введена также третья «гражданская» частота L-диапазона. Испытания КА «ГЛОНАСС-К» планируется начать в 2007 г.

По аппарату «дальней перспективы» «ГЛОНАСС-КМ» к настоящему моменту только формулируются основные проектные требования.

### Назначение и состав КА «ГЛОНАСС»

В составе глобальной навигационной системы ГЛОНАСС космические аппараты выполняют следующие функции:

- излучение высокостабильных радионавигационных сигналов;
- прием, хранение и передача цифровой навигационной информации;
- формирование, оцифровка и передача сигналов точного времени;
- ретрансляция или излучение сигналов для проведения траекторных измерений для контроля орбиты и определения поправок к бортовой шкале времени;
- прием и обработка разовых команд;
- прием, запоминание и выполнение временных программ управления режимами функционирования спутника на орбите;
- формирование телеметрической информации о состоянии бортовой аппаратуры и передача ее для обработки и анализа наземному комплексу управления;





GLONASS family («Uragan») was designed for the Russian global navigation satellite system at the Design Bureau of NPO PM (Reshetnev Applied Mechanics Research and Production Association) in Krasnoyarsk-26 (Zheleznogorsk). Up to the 1990s GLONASS production had been carried out by Polyot Production Association (Omsk) under NPO PM's design documentation and observation. Then, due to some economic reasonsNPO PMstartedsatellitemanufacturing in its own facilities, and at present all upgraded GLONASS satellites are made there.

Nowadays, two modifications of GLONASS satellites are under operation – GLONASS 11F654 and updated GLONASS-M satellites (First GLONASS-M satellite was launched in December, 2003). These two spacecrafts are based on similar design solutions and a common hermetic space platform. As to the changes, fist of all, antenna-feeder devices were upgraded, the design active lifetime was extended to 7 years and second navigation frequency band for civil users was introduced.

GLONASS-K is a future-technology spacecraft of an absolutely new configuration based on a non-hermetic platform which major performances are unified with Express-1000 platform of NPO PM. GLONASS-K is considered as a small spacecraft. It weights considerably less than GLONASS satellites of the previous generation which reduces costs of its delivery to orbit and increases the number of launch vehicles for its insertion. The design active lifetime is expanded to 10 - 12 years. Third «civil» frequency of L-band is introduced. GLONASS-K tests are scheduled for 2007.

As to GLONASS-KM satellite of a long-term prospect, up to the moment general project requirements are under consideration.

### GLONASS Functions and Configuration

Functions of the GLONASS satellite are:

- to beam high stable radio navigation signals;
- to receive, store and transmit digital navigation data;
- to generate, numerilize and transmit exact time signals;
- to retransmit or beam signals for trajectory measurements to control the orbit and correct the onboard time scale;
- to receive and process single commands;
- to receive, store and execute temporary control programs of satellite functioning on orbit;
- to generate telemetry data on the onboard equipment and to transmit it for processing and analysis to the ground control complex;
- to receive and implement codes/commands of correction and phasing of the onboard time scale;
- to generate and transmit a «malfunction symptom» if important controlled parameters are beyond standards.

GLONASS and GLONASS-M satellites compose a cylindrical pressurized container with an instrument unit, a frame of antenna-feeder devices, orientation system instruments, solar arrays panels with drive mechanisms, a propulsion unit and thermal control system shutters with drive mechanisms.

The satellites are also equipped with optical angular deflectors to calibrate radio signals of measuring system by measuring optical range to the satellite and to specify geodynamic parameters of satellite moving pattern. The angular deflectors are designed as a unit which instantly tracks direction to the Earth centre.

The onboard equipment includes:

**Navigation complex** supports the satellite operation as a part of the GLONASS system. The complex includes a synchronizer, a navigation signal former, an onboard computer, a navigation data receiver and a navigation signals transmitter.

The synchronizer emits high-stable syncro-frequences onto the onboard equipment, forms and stores, corrects and delivers the onboard time scale.

## Спутники «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М»

- прием и выполнение кодов/команд коррекции и фазирования бортовой шкалы времени;
- формирование и передача «признака неисправности» при выходе важных контролируемых параметров за пределы нормы.

Спутники «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М» конструктивно состоят из цилиндрического гермоконтейнера с приборным блоком, рамы антенно-фидерных устройств, приборов системы ориентации, панелей солнечных батарей с приводами, блока двигательной установки и жалюзи системы терморегулирования с приводами.

На спутниках также установлены оптические уголковые отражатели, предназначенные для калибровки радиосигналов измерительной системы с помощью измерений дальности до спутника в оптическом диапазоне, а также для уточнения геодинамических параметров модели движения спутника. Конструктивно уголковые отражатели формируются в виде блока, постоянно отслеживающего направление на центр Земли.

В состав бортовой аппаратуры входят:

- навигационный комплекс;
- комплекс управления;
- система ориентации и стабилизации;
- система коррекции;
- система терморегулирования;
- система электроснабжения.

**Навигационный комплекс** обеспечивает функционирование спутника в составе системы ГЛОНАСС. В его состав входят синхронизатор, формирователь навигационных радиосигналов, бортовой компьютер, приемник навигационной информации и передатчик навигационных радиосигналов.

Синхронизатор выдает высокостабильные синхрочастоты на бортовую аппаратуру, обеспечивает формирование, хранение, коррекцию и выдачу бортовой шкалы времени.

Формирователь навигационных радиосигналов обеспечивает формирование псевдослучайных фазоманипулированных навигационных радиосигналов, содержащих дальномерный код и навигационное сообщение.

**Комплекс управления** обеспечивает управление системами спутника и контролирует правильность их функционирования. В состав комплекса входят командно-измерительная система, блок управления бортовой аппаратурой и система телеметрического контроля.

Командно-измерительная система обеспечивает измерение дальности в запросном режиме, контроль бортовой шкалы времени, управление системой по разовым командам и временным программам, запись навигационной информации в бортовой навигационный комплекс и передачу телеметрии.

Блок управления обеспечивает распределение питания на системы и приборы спутника, логическую обработку, размножение и усиление разовых команд.

**Система ориентации и стабилизации** обеспечивает успокоение спутника после отделения от ракеты-носителя, начальную ориентацию солнечных батарей на Солнце и продольной оси спутника на Землю. Затем осуществляется ориентация продольной оси спутника на центр Земли и нацеливание солнечных батарей на Солнце. Система обеспечивает также стабилизацию спутника в процессе коррекции орбиты. В системе используются прибор на основе инфракрасного построения местной вертикали (для ориентации на центр Земли) и прибор для ориентации на Солнце. Погрешность ориентации на центр Земли не хуже 3°, а отклонение нормали к поверхности солнечной батареи от направления на Солнце — не более 5°. Для минимизации возмущающих воздействий на движение центра масс спутника, разгрузка двигателей маховиков производится с помощью





The navigation signals former forms pseudorandom phase-manipulated navigation radio signals containing range codes and navigation messages.

**Control complex** controls satellite systems and verifies their operational accuracy. The complex includes a command & measurement system, an onboard equipment control unit and a telemetry control system.

The command & measurement system measures the distance in a demand regime, controls the onboard time scale, the system of single commands and short-term programs, navigation data recording to the onboard navigation complex and telemetry transmission.

The control unit allocates power supply to satellite systems and equipment, supports logical processing, multiplying and amplification of single commands.

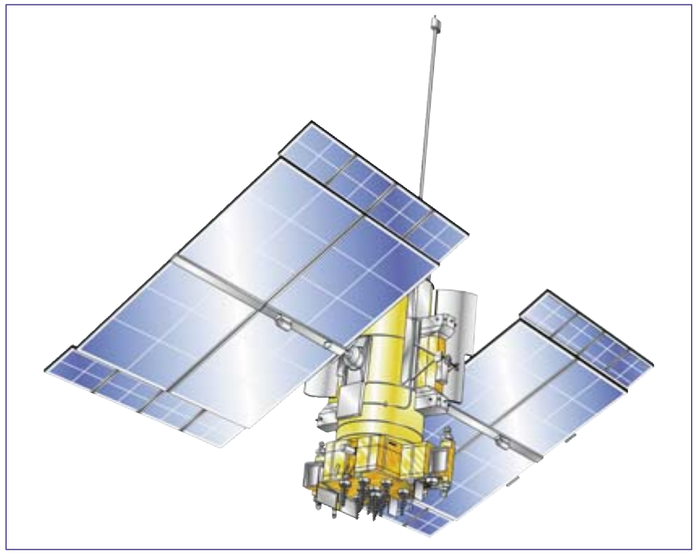
**Orientation and stabilization system** dampens the satellite after its separation from the launch vehicle, supports initial orientation of solar arrays to the Sun and of satellite longitudinal axis to the Earth. Then it orients the longitudinal axis to the Earth centre and solar arrays to the Sun. The system also stabilizes the satellite during the process of orbital correction. The system includes an instrument on the basis of IR local vertical line for the Earth orientation and an instrument for the Sun orientation. The Earth orientation is in maximum error by 3°, and the normal deviation to solar array surface from the direction to the Sun is maximum 5°. To minimize disturbing influences on the motion of satellite centre of mass, flywheel engines are unloaded by means of magnetic core. The propulsion unit serves as an instrument for satellite dampening and stabilizing during the delta-velocity maneuver. The attenuation regime resulting in the angular velocities bleedoff is turned on in the radio coverage zone.

While the initial Sun orientation the

магнитопровода. В качестве исполнительного органа при осуществлении успокоения и стабилизации спутника во время выдачи импульса коррекции используется двигательная установка. Режим успокоения, в результате которого происходит гашение угловых скоростей, включается в зоне радиовидимости.

В режиме начальной ориентации на Солнце осуществляется разворот спутника относительно продольной оси с помощью управляющих двигателей-маховиков до появления Солнца в поле зрения прибора ориентации на Солнце, который установлен на панели солнечных батарей.

Режим ориентации на Землю начинается из положения ориентации на Солнце путем разворота спутника с помощью двигателей-маховиков вдоль оси, ориентированной на Солнце, до появления Земли в поле зрения прибора ориентации на центр Земли. В штатном режиме обеспечивается ориентация оси спутника вместе с антеннами на центр Земли с помощью управляющих двигателей-маховиков по сигналам с приборов ориентации на центр Земли, а так же ориентация солнечных батарей на Солнце путем разворота спутника вместе с солнечными батареями с помощью управляющего двигателя-маховика по одному каналу и разворотов панелей батарей относительно корпуса спутника с помощью привода вращения солнечных батарей по другому каналу по сигналам приборов ориентации на Солнце. В режиме ориентации перед проведением коррекции и стабилизации спутника во время выдачи импульса коррекции отслеживание ориентации на Солнце не производится.



**Система коррекции** обеспечивает приведение спутника в заданное положение в плоскости орбиты и его удержание в данных пределах по аргументу широты. В состав системы входит двигательная установка, состоящая из 24 двигателей ориентации с тягой 10 г и двух двигателей коррекции с тягой 500 г, и блок управления.

**Система терморегулирования** предназначена для обеспечения необходимого теплового режима спутника. Регулирование отвода тепла из гермоконтейнера осуществляется с помощью жалюзи, которые открывают или закрывают радиационную поверхность в зависимости от температуры газа. Отвод тепла от приборов осуществляется циркулирующим газом с помощью вентилятора.

**Система электроснабжения** включает солнечные батареи, аккумуляторные батареи, блок автоматики и стабилизации напряжения. Начальная мощность солнечных батарей КА «ГЛОНАСС» составляет 1600 Вт, площадь панелей — 17,5 м$^2$. При прохождении спутником теневых участков Земли и Луны питание бортовых систем осуществляется за счет аккумуляторных батарей. Их разрядная емкость составляет 70 А·ч.

Для обеспечения надежности на спутнике устанавливаются по два или по три комплекта основных бортовых систем.





satellite is turned around the longitudinal axis by means of flywheel engines till the Sun appears in the viewing field of the instrument for the Sun orientation installed on the solar arrays panels.

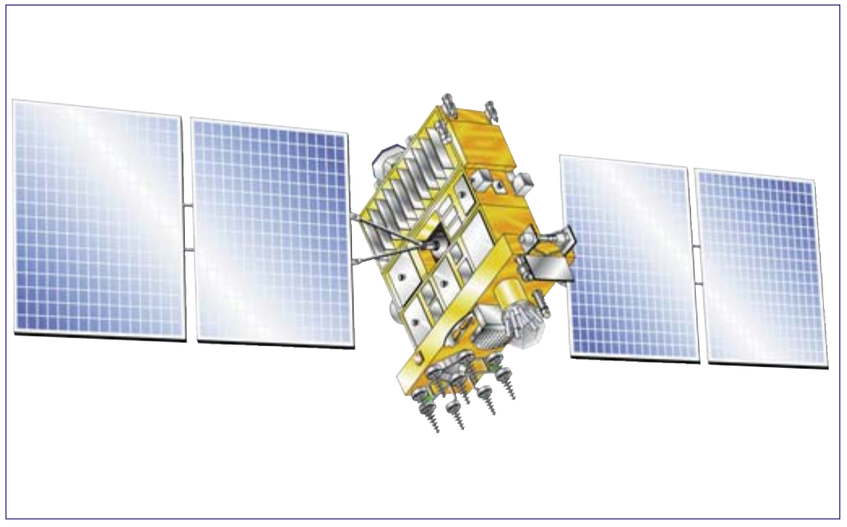
The satellite starts the Earth orientation when it is already in the Sun-oriented position. It is turned around the Sun-oriented axis by means of flywheel engines till the Earth appears in the viewing field of the instrument for the Earth orientation. At a normal mode the satellite axis together with the antennas is oriented to the Earth centre by means of controlling flywheel engines according to signals from the instruments for the Earth orientation. The solar arrays are oriented to the Sun by turning the satellite together with the solar arrays by means of controlling flywheel engine through one channel and turning of arrays panels relatively to the satellite core by means of solar arrays rotary drive through another channel according to signals from the instruments for the Sun orientation. While orientation before correction and stabilization of the satellite during delta velocity maneuver there is no checking of the Sun orientation.

**Correction system** adjusts the satellite to the designed orbital position and maintains it within the limits of argument of latitude. The system includes a propulsion unit consisting of 24 orientation engines with 10 g thrust, two correction engines with 500 g thrust, and a control unit.

**Thermal control system** is designed to maintain necessary thermal conditions of the satellite. Heat rejection from the pressure container is regulated by means of shutters which open or close the radiant surface depending on gas temperature. Heat is rejected from equipment by means of gas circulating from the ventilator.

**Electrical power system** includes solar arrays, accumulators, a unit of automatics and voltage stabilization. Solar arrays initial capacity constitutes 1,600 W, the panels area is 17.5 m$^2$. When the satellite comes under the shadow of the Earth or the Moon the onboard systems are supplied by means of the accumulators. Their discharge capacity is 70 A·h.

To ensure reliability the satellite is equipped with two or three sets of main onboard systems. GLONASS satellites control is automated.



Управление спутниками «ГЛОНАСС» осуществляется в автоматизированном режиме.

По инициативе НПО ПМ в составе компенсационных груз-макетов на спутниках «ГЛОНАСС-М» используются алюминиевые пластины нескольких стандартных размеров, на которые наносятся различные памятные и мемориальные тексты и изображения.

| | «ГЛОНАСС» («Ураган») | «ГЛОНАСС-М» («Ураган-М») | «ГЛОНАСС-К» («Ураган-К») | «ГЛОНАСС-КМ» |
|---|---|---|---|---|
| Первый запуск | 1982 | 2003 | 2007 | ~ 2015 |
| Основные особенности | Одна «гражданская» частота | Две «гражданские» частоты | Три «гражданские» частоты | Разработка технического задания ведется с 2002 г. |
| Ожидаемый объем заказа | 3 шт (03.03.2004) | 12 шт (03.03.2004) | до 27 шт | |
| Запущено КА | 79 (03.03.2004) | 1 (03.03.2004) | - | |
| Планируемый срок вывода из эксплуатации | 2008 | 2013 | 2022 | |
| Масса, кг | 1370 | | ~ 700 | |
| Диаметр, м | 1,3 | | | |
| Длина с развернутой штангой магнитометра, м | 7,84 | | | |
| Ширина с развернутыми панелями СБ, м | 7,23 | | | |
| Точность временного сигнала, с | $3\text{-}5 \cdot 10^{-13}$ | $1 \cdot 10^{-13}$ | | |
| Срок активного существования, лет | 3 - 4,5 | 7 | 10 - 12 | |
| Средства выведения | По 3 КА на РН «Протон» | По 3 КА на РН «Протон» или по 1 КА на РН «Союз-2» | По 6 КА на РН «Протон» или по 2 КА на РН «Союз-2» | |

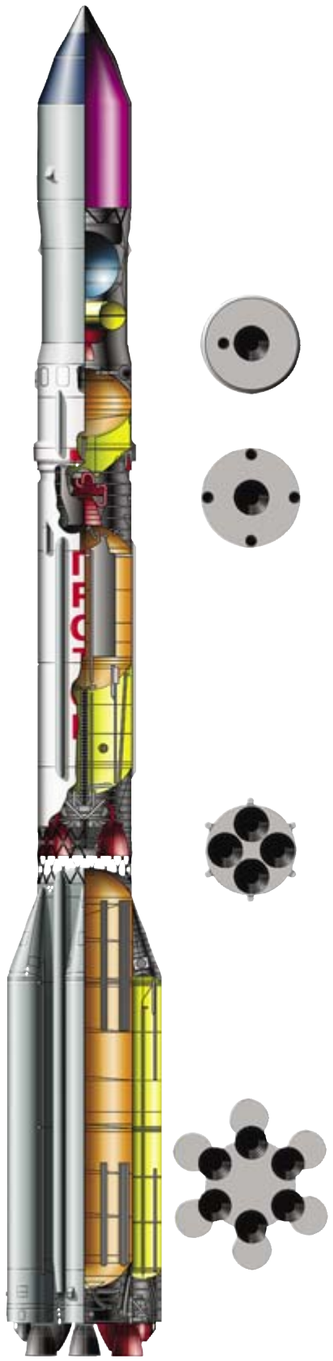




Under NPO PM initiative, GLONASS-M compensation payload mockups consist of aluminum plates of several standard sizes with different memorial texts and images.

| | GLONASS (Uragan) | GLONASS-M (Uragan-M) | GLONASS-K (Uragan-K) | GLONASS-KM |
|---|---|---|---|---|
| First launch | 1982 | 2003 | 2007 | ~ 2015 |
| Key features | One «civil» frequency | Two «civil» frequencies | Three «civil» frequencies | Development of the Statement of Work started in 2002 |
| Planned number of orders | 3 satellites (03.03.2004) | 12 satellites (03.03.2004) | Up to 27 satellites | |
| Launched satellites | 79 (03.03.2004) | 1 (03.03.2004) | - | |
| Designed date of deactivating | 2008 | 2013 | 2022 | |
| Mass, kg | 1,370 | | ~ 700 | |
| Diameter, m | 1.3 | | | |
| Length with unfolded magnetometer, m | 7.84 | | | |
| Width with unfolded solar batteries, m | 7.23 | | | |
| Timing accuracy, sec | $3\text{-}5 \cdot 10^{-13}$ | $1 \cdot 10^{-13}$ | | |
| Active service life, years | 3 - 4.5 | 7 | 10 - 12 | |
| Launch vehicle | 3 satellites aboard LV Proton | 3 satellites aboard LV Proton or one satellite aboard LV Soyuz-2 | 6 satellites aboard LV Proton or 2 satellites aboard LV Soyuz-2 | |

# Ракета-носитель «Протон-К»
# Proton-K Launch Vehicle



«Протон» — ракета-носитель (РН) тяжелого класса с высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками.

За почти 40-летнюю историю использования «Протона» в качестве космического носителя с помощью этой ракеты в космос выведены КА серии «Космос», «Экран», «Радуга», «Горизонт», «Экспресс-А», «Экспресс-АМ» аппараты для исследования Луны, Марса, Венеры, кометы Галлея, пилотируемые орбитальные станции «Салют» и «Мир» и входящие в их состав тяжелые специализированные модули «Квант», «Квант-2», «Кристалл», «Спектр», «Природа», ФГБ «Заря» и СМ «Звезда» Международной космической станции и другие космические объекты.

В настоящее время «Протон» активно используется в реализации энергоемких отечественных программ, а также коммерческой деятельности по выведению спутников иностранного производства.

Следует отметить, что «Протон» способен доставлять полезный груз непосредственно на геостационарную орбиту в заданную точку, что позволяет выводить спутники, не оснащенные апогейным двигательным модулем.

РН «Протон» выполнена по схеме «тандем» с поперечным делением ступеней. Ракета эксплуатируется в трех- и четырехступенчатом (четвертая ступень — разгонный блок) вариантах. На всех ступенях установлены однокамерные маршевые жидкостные реактивные двигатели (ЖРД). На первых трех ступенях ракеты-носителя используется самовоспламеняющееся, с высококипящими компонентами топливо: окислитель — азотный тетроксид (АТ), горючее — несимметричный диметилгидразин (НДМГ). Для запуска спутников «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС-М» используются разгонные блоки «ДМ» или «Бриз-М».

**Первая ступень** состоит из центрального и шести боковых блоков, расположенных симметрично вокруг центрального блока, включающего в себя переходный отсек, бак окислителя и хвостовой отсек. Боковые блоки по конструкции одинаковы. Каждый из них состоит из переднего отсека, бака горючего и хвостового отсека, в котором закреплен двигатель.

Двигательная установка первой ступени состоит из шести автономных однокамерных маршевых ЖРД РД-275 (созданных НПО «Энергомаш») со стартовой тягой 6 x 1600 = 9600 кН. Для управления вектором тяги двигатель с помощью гидропривода может отклоняться на угол до 7 градусов 30 минут. Это обеспечивается креплением двигателя с помощью цапф в районе критического сечения камеры.





The Proton heavy class launch vehicle (LV) is characterized by high power capacity and remarkable operational capabilities.

The list of payloads Proton delivered to orbit includes Kosmos, Ekran, Raduga, Gorizont, Express-A and Express-AM satellites, spacecraft designed to explore the Moon, Mars and Venus and the Halley comet, Salyut and Mir manned space stations and their integral heavy special modules, such as Kvant, Kvant-2, Kristall, Spektr, Priroda, and many more.

The Proton launch vehicle is currently used for the implementation of power consuming national programs and commercial launches of foreign satellites.

Remarkably, the Proton launch vehicle is able to deliver payloads directly into designated GSO points, thus making possible the insertion of satellites which are not equipped with an apogee propulsion unit.

## Key LV Performance

| Performance | Data |
|---|---|
| LV Liftoff Mass, t | ~ 700 |
| LV Dry Mass (including fairing), t | 53.65 |
| Overall Length (without upper stage), m | 42.34 |
| Maximum Diameter, m | 7.4 |
| Launching Site | Baikonur |
| Payload Capacity: | |
| Low Earth Orbit Payload Mass (h = 200 km, i = 51.6°), t | 20 - 22 |
| Geostationary Orbit Payload Mass (h = 36,000 km, i = 0 ± 0.25°), t | up to 2.6 |
| Transfer Orbit Payload Mass ($h_a$ = 36,000 km, $h_p$ = 5,500 km, i = 7...25°), t | 3.8 - 4.8 |
| Lunar Departure Trajectory Mass, t | up to 6.2 |
| Mars Departure Trajectory Mass, t | up to 5.0 |
| Venus Departure Trajectory Mass, t | up to 5.4 |
| Payload Space available, $m^3$ | 45 - 78 |

## Основные характеристики ракеты-носителя

| Характеристика | Значение |
|---|---|
| Стартовая масса, т | ~ 700 |
| Габаритные размеры, м: | |
| длина (без разгонного блока) | 42,34 |
| максимальный диаметр | 7,4 |
| Космодром запуска | Байконур |
| Масса полезной нагрузки, т: | |
| при выведении на орбиту: | |
| низкую околоземную (h = 200 км, i = 51,6$^0$) | 20 - 22 |
| геостационарную (h = 36000 км, i = 0 ± 0,25$^0$) | до 2,6 |
| переходную ($h_a$ = 36000 км, $h_п$ = 5500 км, i = 7...25$^0$) | 3,8 - 4,8 |
| на отлетные траектории: | |
| к Луне | до 6,2 |
| к Марсу | до 5,0 |
| к Венере | до 5,4 |
| Объем, предоставляемый для размещения полезной нагрузки, м$^3$ | 45 - 78 |

Двигатель РД-275 с турбонасосной системой топливоподачи и дожиганием окислительного газа работает на АТ и НДМГ при соотношении компонентов 2,67. Давление в камере сгорания — 15,7 МПа.

Боковые блоки к центральному блоку крепятся в пяти местах (поясах). Два нижних пояса имеют неподвижное соединение, остальные — подвижное в продольном направлении.

### First Stage Engines

The Proton first stage is equipped with 6 similar single-chamber liquid propellant jet engines. Initially the RD-253 rocket engine developed by NPO Energomash between 1961 and 1965 was used on the UR-500 ICBM first stage.

The RD-253 engine featuring a turbopump propellant feed system and oxidizing gas afterburning consists of a chamber, a turbopump unit, a gas generator, automatic control units, a tank pressurization system and other elements. The chamber is comprised of an injector and a body with corrugated adapter and a ribbed inner wall. Spherical in shape, the gas generator is cooled by the oxidizer. The gas generator receives 70% of the propellant and generates gas with the following characteristics: 780 K and 24 MPa.

The engine is ignited by breaking the pyromembranes at the turbopump unit inlet, following which the components are forced inside the gas generator by the pressurant and hydrostatic fluid column, self-ignite and impose initial rotation on the turbopump assembly. At first all the chambers develop half of nominal thrust and after the chamber operation is checked, they start developing maximum thrust.

Thrust and mixture ratio are controlled during flight; tank pressurization gases are also generated during flight.

The engine shutdown is realized within two stages: first – the primary gas generator and pressurization devices are cut off, second – the propellant flow to the chamber is cut off and the cooling system is drained.

Since the beginning of the 90-s the Proton first stage has been equipped with the RD-275 upgraded engine developed and manufactured on the basis of the RD-253 between 1987 and 1993.

РД-253 – жидкостный реактивный двигатель первой ступени

RD-253 – liquid propellant jet engine of the first stage

| Parameters | RD-253 | RD-275 |
|---|---|---|
| Ground Thrust / Vacuum Thrust, kN | 1,470 / 1,635 | 1,600 / 1,750 |
| Ground / Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 2,796 / 3,100 | 2,890 / 3,160 |
| Chamber Pressure, MPa | 14.7 | 15.7 |
| Mixture Ratio | 2.7 | 2.67 |
| Engine Dry Mass, kg | 1,080 | 1,070 |
| Engine Maximum Diameter, mm | 1,500 | 1,500 |
| Engine Maximum Height, mm | 2,720 | 3,050 |

The Proton is designed as a tandem launch vehicle available in three- and four-stage options.

Rocket stages are powered by single-chamber cruise liquid propellant engines. The first, second and third stages are fueled by hypergolic high temperature propellant components: nitrogen tetroxide (an oxidizer) and unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH, a fuel).

The Proton launch vehicle consists of three stages and a space head, the latter

### Двигатели первой ступени

На первой ступени РН «Протон» установлены шесть одинаковых автономных однокамерных ЖРД.
Первоначально это были двигатели РД-253, разработанные НПО «Энергомаш» в 1961-1965 гг. для первой ступени межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) УР-500.
ЖРД РД-253 имеет турбонасосную систему подачи топлива, выполнен по схеме с дожиганием окислительного газа и состоит из камеры, турбонасосного агрегата (ТНА), газогенератора, струйного преднасоса (эжектора), агрегатов автоматики и наддува баков, прочих агрегатов.

Камера ЖРД содержит форсуночную головку и корпус с оребренной внутренней стенкой и гофрированными проставками. ТНА содержит два топливных насоса с двухсторонними входами и осевую реактивную турбину, расположенную на двух валах. Газогенератор имеет сферическую форму, охлаждается окислителем. В газогенератор поступает около 70% всего топлива, здесь вырабатывается газ с температурой 780 К и давлением 24 МПа. Запуск ЖРД осуществляется путем прорыва пиромембран на входе в насосы ТНА, вследствие чего компоненты топлива из баков под давлением наддува и гидростатического столба жидкости попадают в газогенератор и камеру, где самовоспламеняются. Запуск в работу газогенератора опережает запуск камеры, что обеспечивает интенсивную первоначальную раскрутку ТНА (самозапуск). Первоначально камеры всех ЖРД (первой ступени) выводятся на промежуточную ступень тяги (50% от номинальной), а затем, после контроля их нормального включения в работу, переводятся синхронно на полную тягу.
С начала 90-х годов первая ступень РН «Протон» стала комплектоваться модернизированным двигателем РД-275, созданным в 1987-1993 гг. на основе РД-253.

| Параметр | РД-253 | РД-275 |
|---|---|---|
| Тяга на Земле / в пустоте, кН | 1470 / 1635 | 1600 / 1750 |
| Удельный импульс тяги на Земле / в пустоте, Н·с/кг | 2796 / 3100 | 2890 / 3160 |
| Давление в камере, МПа | 14,7 | 15,7 |
| Соотношение компонентов | 2,7 | 2,67 |
| Масса двигателя (сухая), кг | 1080 | 1070 |
| Диаметр двигателя, мм | 1500 | 1500 |
| Высота двигателя, мм | 2720 | 3050 |

**Вторая ступень** имеет цилиндрическую форму, состоит из переходного, топливного и хвостового отсеков. Переходный отсек соединяет вторую ступень с третьей. Топливный отсек представляет собой единый блок баков горючего и окислителя. Для уменьшения длины ступени баки имеют общее промежуточное днище. Хвостовой отсек включает корпус (юбку), силовой конус и защитный экран.

Двигательная установка второй ступени состоит из четырех однотипных автономных маршевых ЖРД: трех РД-0210 и одного РД-0211. ЖРД разработаны в КБХА под руководством С. А. Косберга. На двигателе РД-0211, в





can be equipped with an additional upper stage.

The Proton **first stage** consists of a central block containing the adapter, the oxidizer, and the tail section and surrounded by six lateral blocks.

All the lateral blocks are similar in design. Each block includes the fore section, the fuel tank and the tail section where the rocket engine is fixed.

The first stage is powered by six RD-275 single-chamber cruise liquid propellant engines developed and manufactured by NPO Energomash under the guidance of Chief Designer V. P. Glushko. The propulsion unit develops 9,600 kN thrust at lift-off. A hydraulic actuator enables maximum thrust vector deflection to an angle of 7° 30′. The deflection is made possible by trunnion attachment of the engine in the vicinity of the chamber throat.

The RD-275 engine featuring a propellant pump feed system and oxidizing gas afterburning is fueled by nitrogen tetroxide and unsymmetrical dimethylhydrazine at 2.67 ratio of the components.

The lateral blocks are attached to the center block at five attachment areas (belts). While two lower belts are attached rigidly, others enable longitudinal motion through their sliding joints.

The **second**, cylinder-shaped **stage** includes the adapter, the propellant section and the tail section. The adapter section connects the second stage and the third stage. The propellant section is designed as a joint block of the fuel and the oxidizer tanks featuring common intermediate bottom to reduce overall stage length. The tail section consists of the shell (skirt), the load-bearing cone and the protective shield.

The thruster facility of the second stage includes four similar sustainer liquid propellant engines: three RD-0210 engines and one RD-0211 engine. The engines were designed at the KBKhA Design Bureau for Chemical

## Двигатели второй ступени

На вторую ступень ракеты-носителя «Протон» устанавливаются четыре однотипных автономных маршевых ЖРД: три РД-0210 и одного РД-0211. Двигатели разработаны в КБ химической автоматики (КБХА).

Однокамерный ЖРД РД-0210 выполнен по замкнутой схеме с дожиганием окислительного генераторного газа, с одним турбонасосным агрегатом. В состав двигателя входят газогенератор, турбонасосный агрегат, струйные преднасосы (эжекторы) обоих компонентов, агрегаты регулирования и управления.

На двигателе РД-0211, в отличие от РД-0210, установлены агрегаты наддува баков аналогичные агрегатам двигателя первой ступени РД-253 – газогенератор наддува бака горючего и смеситель наддува бака окислителя.

Первоначальная раскрутка турбины ТНА производится с помощью пневмостартеров и осуществляется сжатым азотом из бортового баллона.

Запуск ЖРД двухступенчатый, начинается с прорыва пиромембран на входе в насосы ТНА и производится через предварительную ступень тяги.

В полете двигатели второй ступени, также как и РД-253, регулируются по тяге и соотношению компонентов в камере.

Выключение и управление агрегатами автоматики этих ЖРД также аналогичны.

| Параметр | РД-0210 (РД-0211) |
|---|---|
| Тяга в пустоте, кН | 588 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, Н·с/кг | 3210 |
| Давление в камере, МПа | 14,7 |
| Масса двигателя, кг | 566 (582) |
| Диаметр двигателя, мм | 1470 |
| Высота двигателя, мм | 2327 |

отличие от РД-0210, установлены аналогичные с РД-275 агрегаты наддува баков — газогенератор наддува бака горючего и смеситель наддува бака окислителя. Все ЖРД с помощью цапф закреплены в ферме и допускают отклонение любого из них на углы до 3 градусов 15 минут. Отклонение осуществляется электрогидравлическим приводом.

**Третья ступень** имеет цилиндрическую форму, состоит из приборного, топливного и хвостового отсеков.

Двигательная установка (ДУ) третьей ступени РД-0212 состоит из маршевого ЖРД РД-0213 и четырехкамерного рулевого двигателя РД-0214. Маршевый ЖРД по устройству и работе аналогичен двигателю РД-0211 второй ступени и является его модификацией.

Разделение второй и третьей ступеней происходит за счет тяги рулевого ЖРД третьей ступени, запускаемого до выключения маршевых ЖРД второй ступени, и торможения второй ступени имеющимися на ней шестью пороховыми двигателями.





## Second Stage Engines

The Proton second stage is equipped with four similar sustainer liquid propellant jet engines: three RD-0210 and one RD-0211. These engines were developed by the Design Bureau for Chemical Automation.

The RD-0210 single-chamber liquid propellant engine featuring oxidizing gas afterburning consists of one turbopump unit, a gas generator, ejectors, and control systems.

Unlike the RD-0210 the RD-0211 is equipped with tank pressurization devices similar to those of the RD-253 – the fuel tank pressurization gas generator and the oxidizer tank pressurization mixer.

The turbine first spin-up is produced by means of air starters and a nitrogen tank.

The two-stage engine ignition starts from breaking the pyromembranes in the turbopump unit inlet and is realized during the first thrust stage.

Thrust and mixture ratio are controlled during flight.

Cutoff and control procedures are similar to those of the RD-253.

РД-0210 – жидкостный реактивный двигатель второй ступени

RD-0210 – liquid propellant jet engine of the second stage

| Parameters | RD-0210 (RD-0211) |
|---|---|
| Vacuum Thrust, kN | 588 |
| Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 3,210 |
| Chamber Pressure, MPa | 14.7 |
| Engine Mass, kg | 566 (582) |
| Engine Maximum Diameter, mm | 1,470 |
| Engine Maximum Height, mm | 2,327 |

RD-0214 steering engine. In terms of design and operating principle, the sustainer engine is similar to the RD-0211 engine of the second stage: in fact, the 0213 version is a modification of RD-0211.

The second stage and the third stage are separated under the thrust load developed Automation by S. A. Kosberg's team. Unlike RD-0210, the RD-0211 engine features tank pressurization units similar to those of the RD-275, specifically, the fuel tank pressurant gas generator unit and the oxidizer tank pressurant mixer unit. All second stage engines are trunnion-fixed in the stage structure, which makes possible electrohydraulic deflection of any to a maximum angle of 3°15′.

The rocket's **third stage** is a cylinder-shaped structure that includes the equipment bay, the fuel section and the tail section.

The propulsion unit of the RD-0212 third stage consists of the RD-0213 sustainer liquid propellant engine and the four-chamber

## Двигательная установка третьей ступени

На третью ступень РН «Протон» устанавливается двигательная установка РД-0212, состоящая из однокамерного маршевого ЖРД РД-0213 и четырехкамерного рулевого ЖРД РД-0214. Двигательная установка разработана в КБ химической автоматики.

РД-0213 по устройству и работе аналогичен двигателю второй ступени РД-0211 и является его модификацией. С целью размещения элементов рулевого двигателя на РД-0213 (по сравнению с РД-0211) изменена компоновка подводящих магистралей и ряда агрегатов.

Четырехкамерный рулевой двигатель РД-0214 выполнен по открытой схеме без дожигания генераторного газа с турбонасосной системой подачи топлива. В состав двигателя входят один ТНА, газогенератор, агрегаты управления и пиросредства для их срабатывания. Важной отличительной особенностью РД-0214 является привод ТНА от двух одновременно работающих газовых турбин. Их питание осуществляется различными генераторами, один из которых вырабатывает окислительный, а другой – восстановительный газы, которые затем используются для наддува баков ступени.

Камеры ЖРД максимально разнесены по диаметру ступени и подвешены шарнирно на цапфах. Для управления полетом ступени камеры могут отклоняться с помощью электроприводов на углы до 45 градусов. Остальные агрегаты рулевого двигателя расположены около камеры маршевого двигателя РД-0213 и связаны с камерами трубопроводами, идущими вдоль нижнего конического днища топливного отсека.

Запуск ЖРД осуществляется путем прорыва пиромембран на входе в насосы ТНА и производится в одну ступень с первоначальной раскруткой ТНА от пиростартера, подающего пороховые газы на восстановительную турбину.

В полете тяга ЖРД и соотношение компонентов в газогенераторах поддерживаются постоянными. Выключается двигатель в одну ступень. При этом используется пиротехнический способ управления агрегатами автоматики.

| Параметр | РД-0213 | РД-0214 |
|---|---|---|
| Тяга в пустоте, кН | 582 | 30,9 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, Н·с/кг | 3200 | 2870 |
| Давление в камере, МПа | 14,7 | 5,3 |
| Масса двигателя (сухая), кг | 550 | 90 |
| Диаметр двигателя, мм | 1470 | 3780 |
| Высота двигателя, мм | 2327 | 524 |

РД-0212 – двигательная установка третьей ступени

RD-0212 – propulsion system of the third stage

В конце активного участка траектории маршевый ЖРД РД-0213 выключается, а работает только рулевой двигатель. Такой принцип позволяет более точно обеспечить достижение требуемой конечной скорости. Отделение орбитального блока осуществляется после выключения рулевого двигателя РД-0214. При этом третья ступень тормозится четырьмя пороховыми двигателями.





## Third Stage Propulsion System

The Proton third stage is equipped with the RD-0212 propulsion system consisting of the RD-0213 sustainer liquid propellant jet engine and the RD-0214 four-chamber steering jet engine. The propulsion system was developed by the Design Bureau for Chemical Engineering.

In terms of design and operating principle, the RD-0213 is similar to the RD-0211 second stage engine: in fact, the 0213 version is a modification of the RD-0211. The layout of the feed lines and devices was changed (as compared to the RD-0211) in order to locate the steering engine elements on the RD-0213.

The RD-0214 four-chamber steering engine (designed with no gas generator afterburning function) consists of a turbopump unit, a gas generator, control devices and separation pyrotechnics. The turbopump unit is powered by two simultaneously operating gas turbines. The latter are supplied with power by two different generators, one of them generates oxidizing gases and the other generates reducing ones. These gases are used for stage tank pressurization.

To ensure thrust vector control, the gimbal-mounted combustion chambers are deflected by an electrical actuator to a maximum angle of 45 degrees. Other steering engine elements are mounted near the RD-0213 sustainer engine chamber and connected with the chambers by pipes located along the lower conical bottom of the fuel section.

The engine is ignited by breaking the pyromembranes at the turbopump unit inlet, following which the turbopump unit is spinned up by means a combustion starter supplying the reducing chamber with explosive gases.

The engine thrust and mixture ratio are maintained constant during flight. The engine is cut off within one stage and uses pyrotechnics to control automatic units.

| Parameters | RD-0213 | RD-0214 |
|---|---|---|
| Vacuum Thrust, kN | 582 | 30.9 |
| Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 3,200 | 2,870 |
| Chamber Pressure, MPa | 14.7 | 5.3 |
| Engine Mass, kg | 550 | 90 |
| Engine Maximum Diameter, mm | 1,470 | 3,780 |
| Engine Maximum Height, mm | 2,327 | 524 |

by the third stage steering engine that ignites before the second stage sustainer engines are cut off, in the meantime, six powder retroengines slow down the second stage.

The RD-0213 sustainer is cut off at the end of the powered phase, leaving the steering engine to operate alone. That solution enables greater accuracy of the required final velocity of the stage.

After the RD-0214 steering engine is cut off, the payload separates, while the third stage is slowed down by firing four powder rocket motors.

## Основные характеристики ступеней ракеты-носителя

| Характеристика | Значение |
|---|---|
| Первая ступень: | |
| Стартовая масса, т | 449,9 |
| Сухая масса, т | 32,5 |
| Длина, м | 21,18 |
| Наибольший поперечный размер, м | 7,4 |
| Диаметр центрального блока, м | 4,1 |
| Диаметр бокового блока, м | 1,6 |
| Двигатель | РД-275 |
| Количество | 6 шт. |
| Компоненты топлива: | |
| окислитель | азотный тетроксид (АТ) |
| горючее | несимметричный диметилгидразин (НДМГ) |
| Тяга на Земле / в пустоте, кН | 1600 / 1750 |
| Удельный импульс тяги на Земле / в пустоте, Н·с/кг | 2890 / 3160 |
| Продолжительность работы, с | 130 |
| Вторая ступень: | |
| Стартовая масса, т | 172,1 |
| Сухая масса, т | 12,1 |
| Длина, м | 17,05 |
| Наибольший поперечный размер, м | 4,1 |
| Диаметр топливных баков, м | 4,1 |
| Двигательная установка | РД-0210 (3 шт.) и РД-0211 (1 шт.) |
| Компоненты топлива: | |
| окислитель | АТ |
| горючее | НДМГ |
| Тяга в пустоте, кН | 588 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, Н·с/кг | 3210 |
| Продолжительность работы, с | 230 |
| Третья ступень: | |
| Стартовая масса, т | 50,7 |
| Сухая масса, т | 4,35 |
| Длина, м | 6,86 |
| Наибольший поперечный размер, м | 4,1 |
| Диаметр топливных баков, м | 4,1 |
| Двигательная установка | РД-0212 |
| Компоненты топлива: | |
| окислитель | АТ |
| горючее | НДМГ |
| Маршевый двигатель | РД-0213 |
| Тяга в пустоте, кН | 582 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, Н·с/кг | 3210 |
| Продолжительность работы, с | до 250 |
| Рулевой двигатель | РД-0214 |
| Тяга в пустоте, кН | 30,9 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, Н·с/кг | 2870 |
| Продолжительность работы, с | до 270 |





## LV Stages Key Performance

| Performance | Data |
|---|---|
| First Stage: | |
| Liftoff Mass, t | 449.9 |
| Dry Mass, t | 32.5 |
| Overall Length, m | 21.18 |
| Maximum Cross Dimension, m | 7.4 |
| Central Block Diameter, m | 4.1 |
| Lateral Block Diameter, m | 1.6 |
| Engine Type | RD-275 |
| Quantity | 6 pcs. |
| Propellant Components: | |
| Oxidizer | nitrogen tetroxide (NT) |
| Fuel | unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH) |
| Ground Thrust / Vacuum Thrust, kN | 1,600 / 1,750 |
| Ground / Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 2,890 / 3,160 |
| Burn Duration, s | 130 |
| Second Stage: | |
| Liftoff Mass, t | 172.1 |
| Dry Mass, t | 12.1 |
| Overall Length, m | 17.05 |
| Maximum Cross Dimension, m | 4.1 |
| Central Block Diameter, m | 4.1 |
| Engine Type | RD-0210 (3 pcs.) and RD-0211 (1 pcs.) |
| Propellant components: | |
| Oxidizer | NT |
| Fuel | UDMH |
| Vacuum Thrust, kN | 588 |
| Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 3,210 |
| Burn Duration, s | 230 |
| Third Stage: | |
| Liftoff Mass, t | 50.7 |
| Dry Mass, t | 4.35 |
| Overall Length, m | 6.86 |
| Maximum Cross Dimension, m | 4.1 |
| Central Block Diameter, m | 4.1 |
| Propulsion System Performance | RD-0212 |
| Propellant Components: | |
| Oxidizer | NT |
| Fuel | UMDH |
| Sustainer Engine | RD-0213 |
| Vacuum Thrust, kN | 582 |
| Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 3,210 |
| Burn Duration, s | up to 250 |
| Steering Engine | RD-0214 |
| Vacuum Thrust, kN | 30.9 |
| Vacuum Thrust Specific Impulse, N·s/kg | 2,870 |
| Burn Duration, s | up to 270 |

# Разгонный блок «ДМ»
# DM Upper Stage

Блок «ДМ» предназначен для выведения космических аппаратов различного назначения на высокоэллиптические, высококруговые (в том числе стационарные) орбиты и межпланетные траектории. Блок «ДМ» разработан и производится РКК «Энергия», эксплуатируется с РН «Протон» с 1974 года, а его прототип — блок «Д» — с 1967 года.

Выведение космического аппарата на геостационарную орбиту осуществляется по двух- или трехимпульсной схеме в зависимости от долготы точки стояния космического аппарата.

Управление движением блока «ДМ» в полете осуществляется на активных участках маршевым двигателем, на пассивных — двигательной установкой стабилизации и ориентации.

Блок «ДМ» состоит из:

- маршевого двигателя;
- двух двигательных установок стабилизации и ориентации;
- сферического бака окислителя;
- тороидального бака горючего;
- приборного отсека;
- аппаратуры командно-измерительного комплекса;
- отделяемых в полете нижнего и среднего переходников.

Блок «ДМ» существует в двух модификациях: с аппаратурой командно-измерительного комплекса, размещаемой в приборном отсеке, и без нее, когда для решения задач управления и измерения используется оборудование космического аппарата.

Маршевый двигатель 11Д58М является представителем семейства кислородно-углеводородных ЖРД, разработанных НПО «Энергия» (1970 - 1973 гг.) для разгонных блоков, обеспечивших реализацию большинства национальных программ исследования космоса.

Компоненты топлива:

- окислитель — жидкий кислород с температурой от минус 194$^0$С до минус 177$^0$С;
- горючее — нафтил (керосин) или синтин.

Подтвержденная надежность двигателя 0,997 при доверительном уровне 0,9. Каждый двигатель проходит контрольные испытания без переборки с использованием прогрессивных средств диагностирования технического состояния.

Жидкостный ракетный двигатель 11Д58М разработан в НПО «Энергия» под руководством Б. А. Соколова. Серийно изготавливается на Воронежском механическом заводе.





The DM upper stage is intended to deliver a variety of spacecraft options into highaltitude elliptical or circular (including stationary) orbits and interplanetary trajectories. The DM upper stage designed and manufactured by RSC Energia has flown on Proton launch vehicles since 1974 when it replaced the Block D upper stage, its predecessor, which flew 1967 - 1974.

Satellite GSO insertions follow a two- or three-pulse pattern, depending on the desired longitude of the satellite's slot.

The following DM control options are available: by the DM cruise engine — at powered phase, or by the attitude stabilization and control thrusters — at non-powered mission phase.

The DM upper stage includes:

- cruise engine,
- two attitude stabilization and control thrusters,
- sphere-shaped oxidizer tank,
- toroidal fuel tank,
- equipment bay,
- command and measurement equipment,
- lower and middle adapters jettisoned in flight.

There are two DM design options. One option contains command and measurement equipment placed inside the equipment bay. The other design option is used where the control and measurement functions are assigned to satellite hardware; that option includes no such equipment.

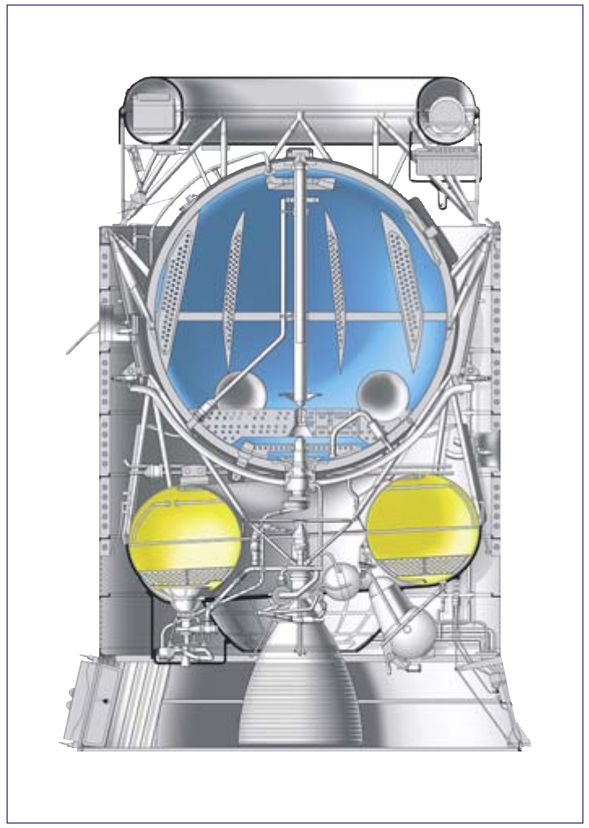
The DM upper stage engine designated 11D58M belongs to the family of oxygen/hydrocarbon liquid propellant jet engines RSC Energia developed in 1970 - 1973 to be used on upper stages that made possible the implementation of most of Russia's national space research programs.

The propellant components are:

- an oxidizer — liquid oxygen (LOX) at subzero temperature between 194$^0$C and 177$^0$C;
- an fuel — naphthyl (kerosene) or synthine.

With the engine's 0.997 proven reliability, the inherent reliability factor is 0.9. Each engine undergoes no overhaul tests using verification techniques of advanced status.

The 11D58M engine was developed at RSC Energia by a team of designers under the guidance of B. A. Sokolov and manufactured by the Mechanical Plant of Voronezh.



# Стартовый комплекс
# Proton Launching Complex

Стартовый комплекс предназначен для подготовки к пускам и проведения пусков ракет-носителей «Протон-К» и «Протон-М» с различными космическими головными частями (КГЧ).

Стартовые комплексы, развернутые на Байконуре, обеспечили пуски более трехсот ракет-носителей типа «Протон» с космическими аппаратами военного, народнохозяйственного и научного назначения.

Стартовый комплекс (СК) состоит из двух стартовых площадок, объединенных сетью коммуникаций, и общего для обеих площадок комплекса сооружений, обеспечивающих каждую из них сжатыми газами, водой, электроэнергией, хладогентами для термостатирования компонентов топлива и космических аппаратов. Технологическое оборудование СК обеспечивает доставку РН с КГЧ с технического на стартовый комплекс, установку ее на пусковое устройство (ПУ), проведение электрических проверок РН и КГЧ, заправку РН и разгонного блока компонентами топлива и сжатыми газами, набор готовности двигательной установки РН и пуск РН с КГЧ.

Построение СК обеспечивает достаточную автономность каждой стартовой площадки.

Агрегаты и системы СК, все технологические процессы подготовки к пуску и пуска РН созданы с учетом максимальной безопасности обслуживающего персонала и высокой экологичности при эксплуатации.

В состав технологического оборудования СК входят следующие системы и средства:

- транспортно-установочное и пусковое оборудование;
- средства обслуживания ракеты-носителя и космической головной части;
- средства заправки РН и РБ «ДМ»;
- автоматизированная система управления технологическим наземным оборудованием (НО);
- средства термостатирования РН и КГЧ;
- средства нейтрализации паров и проливов компонентов ракетного топлива (КРТ);
- система измерений;
- системы газового контроля;
- системы противопожарной технологической защиты;
- система наземного электроснабжения спецтоками;
- технические системы.

Транспортно-установочное и пусковое оборудование обеспечивают транспортировку РН с КГЧ на СК, установку ракеты





The launching complex (LC) is intended for pre-launch operations and launching the Proton-K/M launch vehicle with various payloads.

More than three hundred Proton launches with military, civil and scientific spacecraft occurred from the launch complexes, constructed at Baikonur.

The LC consists of two launching pads, connected by networks and structures common for both sites and intended to supply each of them with compressed gases, water, electric power, and propellant and spacecraft coolants. The LC technological equipment is used for delivery of a launch vehicle with a payload from the technical complex to the launching site, its erection at the launching pad, launch vehicle/payload electric testing, launch vehicle/upper stage fueling, and launch vehicle/payload launching.

The LC design ensures self-sufficiency of each launching pad.

The LC facilities and systems, as well as all technological processes connected with launch vehicle preparation and launching were developed with due regard to ensure maximum safety of maintenance personnel and environment during operation.

The LC technological equipment incorporates the following systems and facilities:

- transportation, erection and launch equipment;
- launch vehicle and payload service facilities;
- fueling facilities;
- ground technological equipment automated control system;
- thermal conditioning facilities;
- propellant decontamination facilities;
- measurement system;
- gas monitoring systems;
- technological fire protection systems;
- ground power supply system.

The transportation, erection and launch equipment is used for transportation, erection

на ПУ и ее вертикализацию, подстыковку к ракете заправочных и дренажных коммуникаций, электрических, гидравлических и газовых разъемов, проведение вспомогательных работ, подготовку к пуску и пуск ракеты. В состав оборудования входят следующие основные агрегаты:

- транспортно-установочный агрегат;
- подъемно-установочное устройство;
- пусковое устройство.

Средства обслуживания ракеты-носителя и космической головной части обеспечивают доступ обслуживающего персонала к различным зонам обслуживания РН и КГЧ.

В состав средств обслуживания входят:

- агрегат обслуживания КГЧ в горизонтальном положении;
- агрегат обслуживания РН и КГЧ в вертикальном положении.

Заправочные средства состоят из комплекса систем, обеспечивающих прием, хранение и подготовку компонентов ракетного топлива и сжатых газов к заправке и заправку ракеты-носителя и разгонного блока «ДМ», а также слив КРТ из баков РН и РБ «ДМ» при несостоявшемся пуске и их повторную заправку (в случае необходимости).

В состав комплекса заправочных средств входят:

- системы заправки РН окислителем и горючим;
- система слива остатков КРТ из двигательных установок РН;
- система заправки сжатыми газами;
- система обеспечения сжатыми газами;
- станция газоснабжения;
- система заправки разгонного блока жидким кислородом;
- система автоматического управления технологическими операциями (АУТО).

Система автоматического управления технологическими операциями предназначена для управления агрегатами и системами СК, участвующими в подготовке к пуску и пуске ракеты. Система имет двухуровневую структуру. В нижний уровень входят системы прямого управления, а в верхний — система централизованной подготовки технологического оборудования СК, обеспечивающая координацию работ всех систем прямого управления.

## Основные характеристики

| Характеристика | Значение |
|---|---|
| Количество : | |
| стартовых комплексов | 2 |
| технологических систем (агрегатов) на одном СК | 46 |
| в том числе пусковых устройств | 3 |
| Расстояние между пусковыми устройствами, м | 600 |
| Управление предстартовыми операциями | дистанционное, автоматическое (при отсутствии обслуживающего персонала в других сооружениях) |
| Стыковка гидравлических, пневматических и электрических коммуникаций к ракете | дистанционная, автоматическая |
| Отстыковка коммуникаций от борта ракеты-носителя | ходом ракеты |
| Время подготовки РН «Протон» с КГЧ, дни | 3 - 4 |
| Минимальный интервал между пусками с одной пусковой установки, сут. | не более 20 |

Средства термостатирования предназначены для термостатирования КРТ, элементов РН, разгонного блока, КА и состоят из системы термостатирования КРТ РН и воздушной и жидкостной систем обеспечения температурного режима.

Средства нейтрализации паров и проливов КРТ предназначены для исключения вредного воздействия на обслуживающий персонал и окружающую среду паров и случайных проливов КРТ при проведении работ, связанных с заправкой (сливом) ракеты-носителя КРТ, а также со всеми технологическими и подготовительными операциями на системах заправки.

Предусмотрены два вида систем нейтрализации: система нейтрализации паров КРТ и система сбора и нейтрализации возможных проливов КРТ.

Система измерений предназначена для сбора, преобразования, автоматической обработки, регистрации и предоставления информации о работе агрегатов и систем стартового комплекса, а также для измере-



## Key Performance

| Performance | Data |
|---|---|
| Quantity: | |
| Launching Complexes | 2 |
| Technological Systems (units) at one Launching Complex | 46 |
| Launching Pads | 3 |
| Distance between Launchers, m | 600 |
| Pre-launch Operations Control | Remote, Automatic (without maintenance personnel at other facilities) |
| Coupling of Hydraulic, Pneumatic and Power Supply Lines to the Rocket | Remote, Automatic |
| Uncoupling of Service Lines from the Rocket | On the Move |
| Proton LV and Payload Preparation Time, days | 3 - 4 |
| Minimum Turnaround Time between Launches, days | 20 at most |

and checkout of a launch vehicle and a payload at the launch complex, fueling and vent lines coupling, power and gas supply coupling, and hydraulic connectors coupling. It is also used for launch preparation and launch vehicle launching.

The equipment incorporates the following main components:

- transportation/erection device;
- erecting/mounting device;
- launcher.

Maintenance personnel have access to various areas of the launch vehicle and payload service facilities.

The service facilities incorporate:

- equipment for servicing the space payload in the horizontal position;
- service tower for servicing launch vehicle/ plaload in the vertical position.

The fueling facilities incorporate a complex of systems used for propellant components and compressed gases storage and preparation, launch vehicle and upper stage fueling, tanks draining.

The fueling complex incorporates:

- launch vehicle oxidizer and propellant filling systems;
- propellant residuals draining system;
- compressed gas charging system;
- compressed gas supply system;
- gas generation station;

ния и регистрации некоторых параметров наземного контрольно-проверочного оборудования РН в период проведения технологических операций по подготовке к пуску и пуска РН. Система обеспечивает сбор и обработку информации от датчиков по основным параметрам (давление, температура, угловые перемещения, вибрация, нагрузки).

Системы газового контроля предназначены для контроля за состоянием воздушной среды в помещениях, где возможны утечки паров КРТ, азота, гелия и кислорода, и своевременной выдачи электрических, световых и звуковых сигналов о состоянии воздушной среды в указанных помещениях с целью предупреждения обслуживающего персонала об опасности. Системы газового контроля функционируют непрерывно на протяжении всего технологического цикла подготовки РН к пуску.

Система противопожарной технологической защиты предназначена для защиты РН, находящейся на пусковом устройстве, и технологического оборудования системы заправки горючим от случайно возникших возгораний. Система обеспечивает тушение пожара на стартовом сооружении и в хранилище горючего.

Система наземного электроснабжения спецтоками предназначена для обеспечения электропитанием постоянным током технологических систем СК, а также комплектов контрольно-проверочного оборудования ракеты-носителя и разгонного блока.

Оборудование системы дублированное, что обеспечивает потребителей бесперебойным электроснабжением.

К основным сооружениям СК относятся:

- стартовые сооружения;
- командные пункты;
- хранилища КРТ и сжатых газов;
- сооружения термостатирования;
- сооружения нейтрализации паров и проливов КРТ;
- сооружения системы электроснабжения;
- насосная станция системы пожаротушения;
- станция газоснабжения.





- upper stage filling system;
- an automated control system.

The ground technological equipment automated control system is intended to control LC facilities and systems involved in launch preparation and rocket launching. The system is based on a two-level principle. The lower level incorporates direct control systems, and the upper level — the LC technological equipment centralized preparation system, coordinating all direct control systems operations.

The thermal conditioning facilities are intended for thermal conditioning of propellant components, launch vehicle hardware elements, upper stages and spacecraft and consist of a launch vehicle propellant components thermal conditioning system and an air-liquid temperature control system.

The propellant decontamination facilities are intended to protect maintenance personnel and environment from adverse effects of vapors and spilt propellant components. Two decontamination systems are provided: a propellant vapors decontamination system and a propellant spillage decontamination system.

The measurement system is intended for facilities operation data acquisition, conversion, automatic processing, recording and transmission, as well as for launch vehicle data measurement and recording (pressure, temperature, angular deflection, vibration, loads).

The gas monitoring systems are intended for air monitoring in rooms where propellant, nitrogen, helium and oxygen vapor leaks are likely to occur and to timely sound the alarm. The gas monitoring systems function continuously throughout the entire technological cycle of the launch vehicle preparation.

The technological fire protection system is intended to protect the launch vehicle, mounted on the launcher, and fueling system technological equipment from accidental inflammation. The system extinguishes fires occurring at the launching site and propellant storage areas.

The ground power supply system is intended to supply LC technological systems and launch vehicle and upper stage test equipment with DC power.

The equipment of this system is duplicated therefore it provides no-break power supply.

The LC major facilities are:

- launching site facilities;
- command posts;
- propellant components and compressed gases storage areas;
- thermal conditioning facilities;
- propellant spillage and vapors decontamination facilities;
- power supply system facilities;
- a firefighting system pumping station;
- a gas supply station.

# Программа выведения космических аппаратов серии «ГЛОНАСС»
## Ascent Profile

В настоящее время выведение спутников «ГЛОНАСС» на орбиту осуществляется ракетой-носителем «Протон» с разгонным блоком «ДМ» (в декабре 2003 года впервые для выведения КА использовался РБ «Бриз-М») с космодрома Байконур. Одновременно выводится три КА «ГЛОНАСС».

Запуск космических аппаратов осуществляется по отработанной схеме выведения с использованием штатных трассы полета и районов падения отделяемых частей ракеты-носителя. Районы падения отделяющихся частей РН приведены на схеме.

Использование стандартной траектории упрощает разработку программы выведения и проведение соответствующих расчетов и анализа, что повышает надежность системы.

На начальном этапе первые три ступени ракеты-носителя «Протон» выводят орбитальный блок, состоящий из разгонного блока «ДМ», двух спутников «ГЛОНАСС» и одного спутника «ГЛОНАСС-М» на опорную орбиту. Расчетные параметры опорной орбиты приведены в таблице.

Сброс обтекателя осуществляется приблизительно на 200 секунде. Время





At present GLONASS satellites are delivered into orbit three at a time aboard Proton launch vehicle (LV Proton) with the upper stage (DM US or Breeze-M US) from Baikonur cosmodrome.

The satellites will be launched according to the proven ascent profile using the standard ascent trajectory and impact areas of the LV jettisonable parts. The impact areas are listed in the table.

Use of the standard ascent trajectory simplifies ascent mission design and related analysis, thereby increasing system reliability.

The LV Proton first three stages insert the Ascent Unit composed of the DM upper stage, two GLONASS satellites and one GLONASS-M satellite into a 64.8° inclination parking orbit. Parameters of the parking orbit are shown in the table.

Payload fairing jettison typically occurs at 200 sec into flight. The fairing jettison is timed to ensure that the fairing halves fall into the appropriate impact areas. During the fairing jettison process the longitudinal and cross fairing joints clamps unlock, the fairing halves are deployed by means of spring pushers, come off the deployment nodes and fall apart.

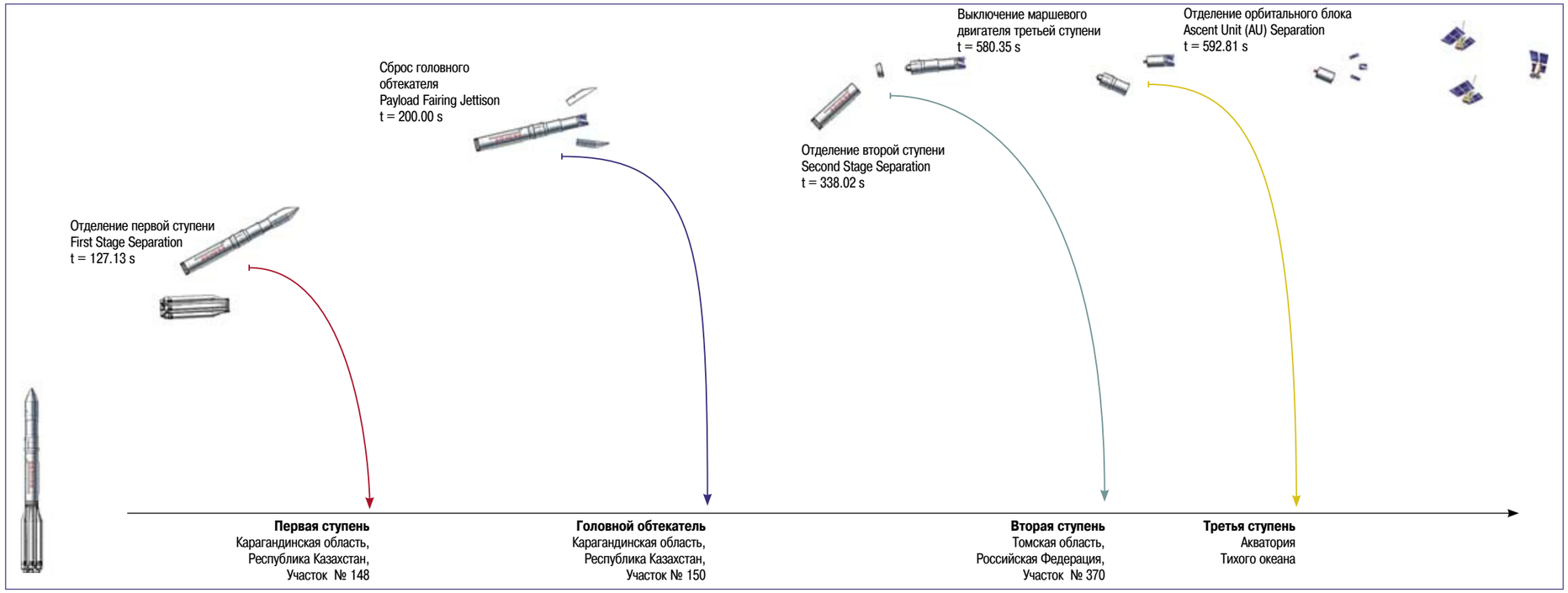
After the third stage main engine (preliminary command) is shut down, the design injection velocity is calibrated by means of the steering engine.

When the design injection velocity is gained, the LV control system shuts down the steering engine, breaks off mechanical connections between the third stage and the upper stage and ignites breaking engines to withdraw the third stage jettisonable booster.

Further ascent is carried out by the DM upper stage. The Ascent Unit transfers from the parking orbit to the target orbit on a double impulse scheme (two ignitions of the DM upper stage main engine) via the transfer orbit.

**Типовая расчетная циклограмма полета РН**

**Proton Launch Sequence**




**Районы падения отделяющихся частей РН**

**LV Jettisonable Parts Impact Areas**

## Времена работы РБ

| Операция | Время от КП (час. мин. сек) | Цель |
|---|---|---|
| 1-е вкл. / выкл. | 01.01.58,15 / 01.07.50,98 | Формирование переходной орбиты |
| 2-е вкл. / выкл. | 03.54.48,94 / 03.57.13,16 | Формирование целевой орбиты |
| Отделение КА | 03.57.28,16 | Отделение КА от РБ |

сброса головного обтекателя выбирается из условия попадания створок обтекателя в районы отчуждения по трассе. При сбросе головного обтекателя (ГО) сначала раскрываются замки продольного и поперечного стыков ГО, а затем створки с помощью пружинных толкателей разворачиваются, сходят с узлов разворота и уводятся в стороны.

После выключения маршевого двигателя третьей ступени (предварительная команда) производится калибровка расчетной скорости выведения с помощью рулевого двигателя.

В момент достижения расчетной скорости выдается главная команда, при поступлении которой выключается рулевой двигатель, разрываются механические связи между третьей ступенью и разгонным блоком и запускаются тормозные двигатели для увода отделившегося ускорителя третьей ступени.

Дальнейшее выведение осуществляется с помощью разгонного блока «ДМ». Перевод орбитального блока с опорной орбиты на целевую осуществляется по двухимпульсной схеме (два включения маршевого двигателя разгонного блока «ДМ») с использованием переходной орбиты. Параметры переходной и целевой орбит приведены в таблице.

После отделения ускорителя третьей ступени начинается работа управляющих реактивных микродвигателей разгонного блока, которые вначале обеспечивают демпфирование угловых скоростей орбитального блока после отделения от третьей ступени, а затем его ориентацию и стабилизацию на всех участках свободного полета (когда маршевый двигатель не работает).

В процессе свободного полета орбитального блока система управления выполняет маневры (развороты) ориентации корпуса орбитального блока для обеспечения необходимых углов засветки КА. Кроме этого система управления разгонного блока выполняет программные развороты для обеспечения необходимой ориентации вектора тяги маршевого двигателя перед выдачей импульсов для изменения параметров орбиты, а также перед отделением КА.

Перевод каждого из трех космических аппаратов в заданную точку орбитальной плоскости производится с помощью спутниковой двигательной установки.

| | | |
|---|---|---|
| Точность приведения в рабочую точку орбиты составляет | по периоду обращения | 0,5 с |
| | по аргументу широты | 1° |
| | по эксцентриситету | около 0,01 |
| | по наклонению орбиты | около 0,3° |

## Расчетные параметры орбиты КА

| Опорная | Переходная | Целевая |
|---|---|---|
| i = 64,85° ± 0,038° | | i = 64° 48`58`` |
| H = 195,56 км ± 15 км | H = 19137 км | H = 19137 км (R = 25508 км) |
| h = 165,64 км ± 6 км | h = 196 км | |
| T = 87,873 мин ± 0,133 мин | | T = 11 ч 15 мин 44 с |





| Event | Time from Lift-Off (h. m. s) | Event Description |
|---|---|---|
| 1st Ignition / Shutdown | 01.01.58,15 / 01.07.50,98 | Inserting into Transfer Orbit |
| 2nd Ignition / Shutdown | 03.54.48,94 / 03.57.13,16 | Inserting into Target Orbit |
| Spacecraft separation | 03.57.28,16 | Spacecraft and Upper Stage Separation |

Parameters of transfer and target orbits are listed in the table.

After the third stage booster separation, the upper stage control jet micro thrusters start up. First, they dampen the Ascent Unit angular velocities, and then maintain its attitude and stabilization throughout the coast flight (the main engine is shut down).

During its coast flight the Ascent Unit control system performs a number of roll maneuvers to ensure the required attitude of the Scent Unit body. Moreover, the system executes program roll maneuvers to ensure the necessary main engine thrust vector attitude prior to orbit changing burns and spacecraft separation.

Each of the three spacecrafts is placed to the designed orbital position by means of the satellite propulsion system.

| | | |
|---|---|---|
| The orbit position accuracy | revolution period | 0.5 s |
| | latitude argument | 1° |
| | eccentricity | about 0.01 |
| | orbit inclination | about 0.3° |

| Parking Orbit | Transfer Orbit | Target Orbit |
|---|---|---|
| i = 64.85° ± 0.038° | | i = 64° 48`58`` |
| H = 195.56 km ± 15 km | H = 19,137 km | H = 19,137 km (R = 25,508 km) |
| h = 165.64 km ± 6 km | h = 196 km | |
| T = 87.873 m ± 0.133 m | | T = 11 h 15 m 44 s |

# ГЛОНАСС: разрешая проблемы
# GLONASS: Resolving the Problems

В декабре 2004 года Россия планирует запустить очередной триплет спутников «ГЛОНАСС» («Ураган») для пополнения одной из ключевых спутниковых группировок страны. И хотя общее число КА в этой группировке увеличится в результате до 14, этого все равно будет недостаточно для непрерывного навигационно-временного обеспечения. Тем не менее, согласно опубликованным планам российских ведомств, отвечающих за реализацию программы, к 2010 году можно рассчитывать на достижение стабильных эксплуатационных показателей.

Первый запуск спутников «ГЛОНАСС» состоялся 12 октября 1982 года, однако на плановые показатели группировка вышла только к 1993 году. В том же году Президент Ельцин подписал указ о вводе в эксплуатацию Глобальной навигационной спутниковой системы, состоящей из 12 космических аппаратов. К концу 1995 года в расчетный состав группировки входило 24 спутника. Позже, параметры системы существенно деградировали — преимущественно в силу финансовых затруднений, которые не позволяли своевременно заменять вышедшие из строя спутники со сравнительно небольшим сроком активного существования. Сегодня на орбите находится 11 спутников — «заколдованное число» в истории ГЛОНАССа. «Вы знаете, мы даже смеемся — говорил заместитель руководителя Федерального космического агентства Георгий Полищук, выступая в мае на конференции в Королёве — каждый год три спутника запускаем, и в этом году запустили, а стоим на проклятой цифре — 11 КА». Сейчас все усилия производителя спутников «ГЛОНАСС» (НПО ПМ им. Решетнева) и других участников проекта направлены на продление срока службы аппаратов. В настоящее время в НПО ПМ находятся в производством девять спутников «ГЛОНАСС-М» с увеличенным сроком активного существования, а в перспективе предполагается появление серии аппаратов нового поколения «ГЛОНАСС-К».

Сегодняпрограмма«ГЛОНАСС»считается весьма важной для российской экономики и обороны. В 2001 году Правительство приняло соответствующую Федеральную целевую программу, тем самым уравняв «ГЛОНАСС» со всеми остальными гражданскими космическими программами (объединенными в рамках Федеральной космической программы). Интересно отметить, что Минэкономразвития России причисляет Федеральную целевую программу «Глобальная навигационная система» к программам по разряду «Новая экономика».

Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» на 2004 год включает в себя пять подпрограмм:

- Обеспечение функционирования и развития системы ГЛОНАСС.
- Внедрение и использование спутниковых навигационных систем в интересах транспорта.
- Использование спутниковых навигационных систем для геодезического обеспечения территории России.

Материал подготовлен аналитической службой ООО «Издательство «РЕСТАРТ»



In December 2004 Russia is planning to launch satellite triplet to replenish one of the country's most important satellite constellations. Proton/Block DM combination will be used to launch three GLONASS (or Uragan) spacecraft for the global navigation system. That will make GLONASS constellation total of 14 satellites — still not enough for providing global round-the-clock navigation and time service. However, the persevering efforts of Russian government agencies allow expecting achieving the stable operational capability by the end of the decade.

Since first GLONASS launch on October 12th, 1982, the constellation had achieved the initial operation capability in 1993. The same year President Boris Eltsin had ordered to commission the Global navigation satellite system consisting of 12 spacecraft for service. By the end of 1995 there were nominal 24 spacecraft in the orbit, but later the system would degrade due to the financial problems preventing the timely replenishment of the relatively short-living satellites. By now there are «bewitched number» of 11 satellites that had been achieved more than once in GLONASS history. «We are launching three satellites annually, — Federal Space Agency officials say rather sarcastically — but there still are eleven of them». The «Curse of 11 Uragans»' is caused by the sequential failures of the spacecraft operating after the design lifetime. Today's efforts of GLONASS satellites' manufacturer Applied Mechanics (NPO PM n.a. Reshetnyov) and other GLONASS contractors are directed primarily to increasing the satellites' design lifetime to overcome «the curse of eleven». Nine extended lifetime GLONASS-M spacecraft are under production at Applied Mechanics, while the new generation GLONASS-K is under development.

GLONASS is considered of the great importance for Russia's economy and defense. In 2001, the dedicated Federal program was

- Разработка, подготовка производства, изготовление навигационного оборудования и аппаратуры для гражданских потребителей.
- Обеспечение использования спутниковых навигационных систем в интересах специальных потребителей.

При этом обязанности по реализации ФЦП распределены между несколькими правительственными ведомствами, а в качестве «головников» выступают Федеральное космическое агентство и Минобороны России. Плановый объем финансирования программы в 2004 году составил 2 227,5 млн.рублей.

Необходимость ускоренного ввода в строй системы ГЛОНАСС обусловлено, в частности, и тем, что в настоящее время в России разрабатывается значительное количество проектов развития инфраструктуры, ключевым элементом которых является национальная система спутниковой навигации. Например, с начала 2000 года отечественное железнодорожное ведомство работает над созданием мобильной цифровой системы связи, которая соединила бы все поезда, дорожные бригады и диспетчерские. Такая система должна функционировать при тесной координации с системой спутниковой навигации, что обеспечивает возможность передачи данных о местоположении поездов и других движущихся объектов на соседние с ними транспортные средства с целью обеспечения координатного управления движением. Использование сигнала американской GPS железнодорожникам не очень нравится. Другой пример крупного проекта, опирающегося на спутниковую навигационную систему — проект транссибирских кроссполярных авиаперелетов «Северный Мост». Это уже не говоря о современном высокоточном оружии и портативных приемниках спутниковой навигации, которыми могут пользоваться солдаты на поле боя. При этом ВВС РФ, например, вынуждено использовать в своей боевой работе «гражданский» сигнал GPS, поскольку ГЛОНАСС пока необходимую непрерывность покрытия не обеспечивает. Сегодня российские транспортные самолеты оснащены только приемниками GPS, серийно закупаемыми военно-транспортной авиацией. Истребители и вертолеты-штурмовики также используют сигналы GPS, хотя периодически в печати озвучиваются существенные опасения, возникающие на этот счет у военных.

В анонсированных США планах модернизации GPS на основе спектрально разделенных сигналов приводятся три приоритетных направления — три «Р» в использо-





approved by the Government thus ranking the global navigation system at the same level with the whole set of remaining civilian space programs that are governed by the other Federal program — Federal Space Program. The country's Ministry of Economical Development counts «Global Navigation System» among their «New Economy» federal programs.

As for 2004, the Federal Program «Global Navigation System» consists of five subprograms:

- Ensuring GLONASS system operations and development.
- Application and usage of the satellite navigation systems for the transportation support.
- Usage of the satellite navigation systems for the Russia's territory surveying.
- Development, preproduction and manufacturing of the navigation equipment for the civilian users.
- Ensuring the satellite navigation systems' usage in the interests of the special users.

The responsibility and funding are divided between a number of the government agencies with Federal Space Agency and Ministry of Defense playing the leading role. Planned budget for 2004 made up about 2.23 billion of rubles.

There are a lot of critical infrastructure development projects that hardly relies on space navigation. For instance, since early 2000's Russia's huge railway administration is planning deployment of the digital mobile communication system that would link all trains, road brigades, etc. One of the key requirements defining the outline of the planned «railway mobile» is the necessity to transmit global positioning data for trains and other moving objects between the neighboring vehicles to provide for the coordinate-based motion control. The same ideology laid the basis of the advanced air navigation projects, including, for one, the Northern Bridge Siberian cross-polar routes. Not to mention the contemporary military applications from high precision missiles and bombs to handheld satellite navigation receivers for the soldiers in the field.

While satellite navigation is becoming «must have» in the contemporary aviation and GLONASS is still far from operative readiness, the Russian Air Force has to rely on «open» GPS signals. The military transport aircraft are now equipped only with GPS receivers that are procured in bulk. The fighters and strike helicopters use GPS as well, but there are strong concerns in this specific «user community» about the service continuity.

The announced US plans for GPS modernization based on new spectrally separated signals quote «Three P's» set of priorities for GPS military use — Protection of friendly use, Prevention of adversary exploitation and Preservation of civil use outside area of operations. So the ghost of GPS «Prevention» is the strong incentive for the Russian military to insist on the accelerated full-scale deployment of the domestic system.

No matter how «vital» is domestic satellite navigation system for key federal users in Russia, there is a number of stable «implicit» issues that impede GLONASS development. Of course, money issue is the key one. Relatively inexpensive 11F654 spacecraft with 2 to 5 years lifetime required the annual Proton launches to replenish the constellation. With mass-manufactured and basically affordable launchers such approach could work for some time; as the launch rate decrease and the launch vehicles cost significantly grow even for the «federal» customers, the replenishment flights should be limited and/or transferred to the cheaper launch options. Announced plans for GLONASS-M and -K are to deal, in particular, with this issue.

Recently rather unusual plans were preliminary announced by Federal Space Agency this July. During the negotiations in Moscow Federal Space Agency head Anatoly Perminov and Indian Space Research

вании GPS в военных целях — обеспечение использования по назначению (Protection), предотвращение враждебного применения (Prevention) и сохранение возможностей гражданского применения вне оперативной зоны (Preservation). Таким образом, призрак гипотетического «предотвращения» использования GPS является для российских военных серьезным стимулом для того, чтобы настаивать на быстром и полном развертывании отечественной системы.

Несмотря на острую потребность в отечественной навигационной спутниковой системе, существует несколько «фундаментальных» проблем, затрудняющих развитие ГЛОНАССа. Для поддержания группировки относительно недорогих КА 11Ф654 с активным сроком существования от 2 до 5 лет требовались ежегодные запуски РН «Протон». Учитывая массовость производства РН и в целом приемлемые материальные затраты, еще несколько лет назад такой подход мог оказаться приемлемым. Однако когда количество ежегодных пусков уменьшилось, а стоимость РН существенно возросла даже для «федеральных» покупателей, для восполнения группировки нужны спутники с большим сроком активного существования, позволяющие использовать более экономичные средства выведения. Собственно, эти требования и стали ключевыми при разработке «ГЛОНАСС-М» и «ГЛОНАСС-К».

В июле 2004 года во время московских переговоров руководителя Федерального космического агентства и председателя Индийской организации космических исследований (ISRO) стороны согласились рассмотреть проект по запуску нескольких КА «ГЛОНАСС» индийскими ракетами с индийской территории. Участие индийской промышленности позволило бы не только снизить затраты на выведение, но и подключить азиатскую державу к массовому производству современных доступных приемников для конечного пользователя системы «ГЛОНАСС» — до сих пор это остается вторым «слабым местом» системы.

В январе 1994 года российские военные, которые вначале несли единоличную ответственность за разработку ГЛОНАССа, вскоре после заявления о введении системы в эксплуатацию и через 11 лет после запуска первого «Урагана» выдвинули ряд предложений по гражданскому использованию системы. В середине 90-х ни одно из предприятий российской электронной промышленности не смогло реализовать крупномасштабную производственную программу по выпуску приемников навигационного сигнала, особенно принимая во внимание растущую популярность в мире американской GPS, которая сильно ограничивала возможности экспорта. По словам Георгия Полищука, Россия собирается решить наболевшую проблему недостатка приемных станций ГЛОНАСС, тесно сотрудничая не только с Индией, но и с Китаем, Японией и Европой. К 2005 году ожидается поставка нескольких десятков тысяч приемников, а к 2007 — нескольких сотен тысяч.

Однако, даже располагая современными портативными приемниками, ГЛОНАССу придется конкурировать не только с GPS, но и с постепенно развивающейся европейской системой Galileo. Следует отметить, что сегодняшний ГЛОНАСС рассчитан на «мирное сосуществование» с обеими системами. Например, большинство существующих приемников ГЛОНАСС представляют собой двухрежимные устройства GLONASS/GPS, структура навигационного сигнала спутников «ГЛОНАСС-М» будет доработана для обеспечения совместимости с американской системой, а сотрудничество в реализации программы Galileo до сих пор не снято с повестки дня.





Organization Chairman Sri G. Madhavan Nair had agreed to explore «the option of the Russian spacecraft launch by the Indian launch vehicles». Later Federal Space Agency would specify that there be plans for launching some of the Russian GLONASS navigation satellites «by the Indian launch vehicles from India's territory». Most possibly Russia plans to link India to the GLONASS project as both perspective marketplace and a partner for the affordable state-of-the-art end user receivers' manufacturing that is the known week point of Russia's satellite navigation efforts.

The Russian military that had originally the solo responsibility for GLONASS development, had issued the proposals for civilian use of the system as late as in January 1994, 11 years after the first Uragan launch and recently after the system was ordered operational. In the mid-1990's none of Russian electronic industry enterprises could afford the challenging program for the state-of-the-art GLONASS receivers, especially taking into account the growing GPS competition effectively preventing any export options. However, in May 2004 Deputy head of the Federal Space Agency in charge for the space application programs Georgy Polischuk mentioned, in particular, that Russia is going to resolve the recognized issue of the GLONASS subscriber units deficit in close cooperation with a number of foreign countries including China, Japan and European countries. Polischuk said that «it is seems» that they would be able to supply some tens of thousand receivers by 2005 and more than one hundred thousands by 2007.

The implicit competitiveness problems are another effectively incurable handicaps. Even with the state-of-the art handhelds, the Russian industry has to compete not only with GPS, but also with the gradually deploying European Galileo. It is worth to note, however, that today's GLONASS has ties with both systems. For instance, most of the existing GLONASS receivers are GLONASS/GPS two-mods, GLONASS-M signal will have additional components especially intended to provide GPS compatibility, and the plans for Russian rocket and space industry participating in Galileo projects still are «on the table».

**Под эгидой Федерального космического агентства в рамках Программы информационного обеспечения космической деятельности издается серия проспектов, посвященных запускам космических аппаратов по Федеральной космической программе России и программам международного сотрудничества.**
**Данная серия направлена на повышение общественного интереса и поддержку национальной космической программы, а также на развитие отечественной ракетно-космической отрасли.**

## Вниманию специалистов

**Издания отражают современное состояние российской (а при реализации коммерческих программ – и зарубежной) космической техники и различные аспекты её эксплуатации.**

## Вниманию руководителей организаций и предприятий

**В рамках данного проекта приглашаем к сотрудничеству в качестве рекламодателей организации и предприятия, заинтересованные в упрочении существующих и возникновении новых контактов с российскими и иностранными партнерами, расширении международного сотрудничества, а также укреплении позиций России на мировом рынке космических услуг.**
**Организуется подписка на издания данной серии.**

Будем признательны за уточнения и коррекцию публикуемой в наших изданиях информации, касающейся деятельности ваших предприятий.

За более подробной информацией обращайтесь в редакторскую группу по тел.: + 7 (095) 631-8079
www.federalspace.ru, www.tsenki.com

**The Federal Space Agency issues a series of publications dedicated to launches of satellites within the framework of the Russian Federal Space Program and international cooperation programs.**
**This series is intended to heighten public interest and to support the national space program as well as to develop national rocket and space industry.**

## This information may be interesting for specialists

**The publications reflect the current state of Russian (and foreign, while realizing commercial programs) space technology and various aspects of its operation.**

## This information may be interesting for heads of different organizations

**We will be glad to cooperate with different organizations, who wish to strengthen the existing contacts and to establish new ones with Russian and overseas partners, to expand international cooperation as well as to improve Russia's positions in the world market of space services.**
**The subscription for the publications of this series is available.**

We will be grateful to receive your corrections of the information in our publications concerning your organization.

More information:
phone: + 7 (095) 631-8079
www.federalspace.ru, www.tsenki.com

Baikonur Launching Site, December 2004
Proton-K – GLONASS, GLONASS-M

# Федеральное космическое агентство
# Federal Space Agency

Федеральное космическое агентство является федеральным органом исполнительной власти Российской Федерации, осуществляющим руководство космической деятельностью в интересах науки, техники и различных сфер экономики и обеспечивающим реализацию государственной политики в области исследования и использования космического пространства в мирных целях, разработки и выполнения Федеральной космической программы России.

Федеральное космическое агентство определено государственным заказчиком по космической технике научного и социально-экономического назначения, а также созаказчиком (совместно с Минобороны России) по ракетно-космической технике двойного назначения.

Главной целью деятельности Федерального космического агентства является обеспечение эффективного решения социально-экономических и научных задач, а также реализация международных интересов России как космической державы.

The Federal Space Agency is a governing body of the Russian Executive branch which manages space exploration activities in the interests of science, engineering and various economy branches. The Agency implements the Federal Space Program.

The Federal Space Agency is a state customer of space engineering for scientific and civil purposes, and a co-customer (in association with the Ministry of Defense) of dual-purpose space equipment.

The Federal Space Agency aims at providing effective solutions of social, economic and scientific problems as well as at realization of Russia's international interests as a spacefaring country.

РОСКОСМОС

**Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации №1355-р от 21 октября 2004 года Федеральное космическое агентство определено государственным заказчиком-координатором Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».**

**According to the Governmental Resolution of the Russian Federation No1355-p dated October 21, 2004, Roscosmos is designated as the state customer-coordinator of the Federal Target Program «Global Navigation System».**

## Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации № 1355-р от 21 октября 2004 года госзаказчиками по Федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система» определены:

**Министерство обороны Российской Федерации** — федеральный орган исполнительной власти, проводящий государственную политику и осуществляющий государственное управление в области обороны, а также координирующий деятельность федеральных министерств, иных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по вопросам обороны.

**Федеральное агентство воздушного транспорта** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом и правоприменительные функции в сфере воздушного транспорта и гражданской части Единой системы организации воздушного движения.

**Федеральное агентство морского и речного транспорта** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, по управлению государственным имуществом, а также правоприменительные функции в сфере морского и речного транспорта, в том числе в отношении морских рыбных портов в целях развития транспортного комплекса.

**Федеральное дорожное агентство** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, в том числе в области учета федеральных автомобильных дорог.

## According to the Resolution of the Russian Federation Government No1355-p dated October 21, 2004, the state customers of the Federal Program «Global Navigation System» are:

**Ministry of Defense of the Russian Federation**, a federal executive authority to administer the state policy, to manage on defense matters, and to coordinate activities of the federal ministries, other federal executive authorities and the executive authorities of the RF entities on defense matters.

**Federal Agency of Air Transport**, a federal executive authority undertaking functions of public services rendering, managing of federal property and law enforcement duties in the field of air transport and civil part of the Unified system of air traffic administration.

**Federal Agency of Sea and River Transport**, a federal executive authority undertaking functions of public services rendering, managing of federal property, and law enforcement duties in the field of sea and river transport, including sea fish ports for transport complex development.

**Federal Highway Agency**, a federal executive authority undertaking functions of public services rendering and managing of federal property in the field of motor transport and highway-related services, including federal highway registering.

**Federal Railway Agency**, a federal executive authority undertaking functions of public services rendering, managing of federal property, and law enforcement duties in the field of railway transport.

**Federal Agency on Industry**, a federal executive authority undertaking functions of public services rendering and managing of federal property in the field of mechanical engineering, metallurgy, chemical and petrochemical industries, biotechnology,





**Федеральное агентство железнодорожного транспорта** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом, а также правоприменительные функции в сфере железнодорожного транспорта.

**Федеральное агентство по промышленности** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере машиностроения, металлургической, химической, нефтехимической, биотехнологической, медицинской, легкой, лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей, авиационной, судостроительной, электронной промышленности, промышленности средств связи, радиопромышленности, промышленности боеприпасов и специальной химии, химического разоружения, промышленности обычных вооружений, а также уполномоченный (национальный) орган Российской Федерации по выполнению Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении и Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении.

Федеральное агентство по промышленности находится в ведении Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации.

**Федеральная служба геодезии и картографии России** — федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий специальные (исполнительные, контрольные, надзорные, разрешительные, регулирующие и другие) функции в области геодезической и картографической деятельности и наименований географических объектов.

medicine, light, timber, pulp and paper, woodworking industries, aircraft, shipbuilding, electronic industries, communication and radio industries, ammunition and special chemicals industries, chemical disarmament, conventional armaments industry, as well as an authorized (national) body of the Russian Federation to observe the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction and the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction.

Federal Agency on Industry is under authority of Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation.

**Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia**, a federal executive authority undertaking specific (executive, control, supervision, permission, regulating, etc.) functions in the field of geodesy and cartography and naming of geographical features.

# Космические войска России
# Russian Space Forces

Космические войска — род войск, который предназначен для защиты национальных интересов России в космической сфере и повышения эффективности применения войск (сил) в целях обеспечения обороны и безопасности государства.

Космические войска сформированы во исполнение решения Совета Безопасности Российской Федерации от 6 февраля 2001 года № 1 и Указа Президента Российской Федерации от 24 марта 2001 года и с 1 июня этого же года приступили к выполнению своих задач.

Основной целью военно-космической деятельности является гарантированное решение задач сдерживания агрессии против Российской Федерации в космосе и из космоса. Этой целью определяются и задачи Космических войск: 1. обеспечение высшего военно-политического руководства Российской Федерации достоверной информацией об обнаружении стартов баллистических ракет и предупреждения о ракетном нападении; 2. обеспечение независимого доступа России в космос и свободы действий в космическом пространстве, недопущение дискриминационных действий других государств в отношении российской космической деятельности; 3. развертывание, поддержание в установленном составе и состоянии постоянно действующих орбитальных группировок КА военного назначения и наземных средств запуска и управления КА в интересах обеспечения войск (сил) информацией от космических средств; 4. противоракетная оборона, защита отечественных космических аппаратов и космических ресурсов, недопущение дискриминационных действий других государств в отношении российской космической деятельности.

The Space Forces are a military branch which sustains national interests of the Russian Federation in space exploration and makes more efficient use of the forces to ensure the defense and security of the country.

The Russian Space Forces were formed pursuant to the decision of the Security Council of the Russian Federation #1 dated February 6, 2001 and the Russian President's Decree dated March 24, 2001 to proceed to their duties on June 1, 2001.

The main objective of military-space activities is to restrain aggression against the Russian Federation in space and coming from space. This objective determines tasks of the Space Forces: 1. to provide firsthand information on missile launches detection and missile attack warning to high military and state officials of the Russian Federation; 2. to ensure an independent access to and freedom of action in the outer space for Russia, to bar discrimination by other countries in relation to the Russian space activities; 3. to develop and support the fixed number and condition of orbital groups of military spacecrafts and ground facilities for spacecraft launch and control to provide the forces with satellite data; 4. to ensure anti-missile defense, protection of national spacecrafts and space resources, to bar discrimination by other countries in relation to the Russian space activities.





# Предприятия, участвующие в запуске
# Launch Program Participants

## Научно-производственное объединение прикладной механики имени академика М. Ф. Решетнева

Научно-производственное объединение прикладной механики имени академика М. Ф. Решетнева (НПО ПМ) — ведущая российская организация по разработке космических комплексов связи, телевещания, ретрансляции, навигации и геодезии.

Предприятие основано в 1959 г. как Восточный филиал № 2 ОКБ-1 С. П. Королева. В 1964 г. предприятием созданы и успешно запущены первые собственные образцы ракетно-космической техники: ракета-носитель легкого класса и малые низкоорбитальные спутники серии «Космос». В дальнейшем на НПО ПМ было создано свыше 30 космических систем и комплексов. В наше время предприятие остается ведущим в области создания «под ключ» и поддержания в эксплуатации спутниковых систем координатометрического и телекоммуникационного назначения на всех основных типах орбит — от низких круговых и высокоэллиптических до геостационарных. К настоящему времени осуществлены запуски и успешно используются на орбите свыше 1000 спутников, разработанных предприятием.

На текущий момент в эксплуатации находится 98 спутников, разработанных объединением, что на 68% удовлетворяет потребности внутреннего рынка страны в данной космической технике.

НПО ПМ способно решать задачи управления спутниками. В этих целях в составе объединения имеется Центр управления полетами (ЦУП) коммерческих спутников, обеспечивающий работу с 25 аппаратами одновременно.

## The Reshetnev Applied Mechanics Research and Production Association

The Reshetnev Applied Mechanics Research and Production Association (NPO PM) is Russia's leading developer of space complexes for communications, TV broadcasting, retransmitting, navigation and geodesy.

The enterprise was established in 1959 as East branch № 2 of S. P. Korolev Special Design Bureau. In 1964 the enterprise developed and successfully launched some space vehicles of in-house design: a launch vehicle of light class and small low-orbital satellites of Kosmos family. Later on the NPO PM developed over 30 space systems and complexes. At present this enterprise is a leading Russian company in the field of development and maintenance of turnkey satellite-based systems for positioning and tele-broadcasting from all main types of orbits — low circular, highly elliptical and geostationary orbits. By now over 1000 satellites, developed by NPO PM, are launched and successfully operated into orbit.

Currently, 98 satellites developed by the Association are in operation, which constitutes 68 percent of the domestic needs for the given space hardware.

The Association is capable to ensure control over satellites. For this purpose the Association incorporates a commercial satellites Mission Control Center providing control of 25 spacecraft simultaneously.

## Производственное объединение «Полет»

Производственное объединение «Полет» — одно из крупнейших аэрокосмических предприятий России — создавалось как самолетостроительный завод на базе трех московских авиазаводов, эвакуированных в г. Омск в начале Великой Отечественной войны (июль 1941 г.).

За прошедшие годы ПО «Полет» превратилось в аэрокосмическую корпорацию с широким диапазоном производства: от ракет-носителей и космических аппаратов до товаров народного потребления.

В начале 60-х гг. объединение перешло к выпуску ракетно-космической техники. На счету предприятия серийное производство стратегических ракет Р-12, Р-14, Р-16. Наиболее известное изделие ПО «Полет» — ракета-носитель «Космос». С использованием этой ракеты построены и поддерживаются до настоящего времени навигационно-связная система в интересах морского флота, международная система поиска и спасания «КОСПАС-САРСАТ», выведены на орбиты многочисленные космические аппараты различного назначения.

ПО «Полет» обладает уникальными технологиями по производству космических аппаратов.

Основные направления деятельности

- разработка и изготовление космических аппаратов международной системы поиска и спасания «КОСПАС-САРСАТ», спутников глобальной навигационной системы «ГЛОНАСС», космических аппаратов коммуникационных систем;
- изготовление РН «Космос»;
- разработка и изготовление гражданской авиационной техники: многоцелевого среднемагистральнго самолет Ан-74 и его модификаций; легкого многоцелевого самолета Ан-3 с различными модификациями.

## Polyot Production Association

Polyot Production Association (PO Polyot) is one of the largest aerospace enterprises in Russia. This association was established as an aircraft plant on the base of three Moscow aircraft factories, evacuated to the town of Omsk at the beginning of the Great Patriotic War (July, 1941).

Over the years of its activity PO Polyot becomes an aerospace corporation of wide production range, from launch vehicles and spacecraft to consumer goods.

At the beginning of 60-th the association turned to production of rockets and space vehicles. The enterprise masters the mass production of strategic missiles R-12, R-14, R-16. The most known product of PO Polyot is the Kosmos launch vehicle. To present day this rocket is used for creation and support of navy-oriented navigation and communication system, International Satellite System for Search and Rescue COSPAS-SARSAT, insertion a great number of various spacecraft into orbits.

PO Polyot develops unique technologies for space vehicle manufacturing.

Main directions of activity:

- development and manufacture of space vehicle for International Satellite System for Search and Rescue COSPAS-SARSAT, satellites for GLONASS global navigation system, spacecraft and communication systems;
- Kosmos launch vehicle production;
- development and manufacture of civil aircraft engineering: An-74 multi-purpose medium-long range aircraft and its modifications; An-3 light multi-purpose aircraft with various modifications.





## ГКНПЦ им. М. В. Хруничева

Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева (ГКНПЦ им. М. В. Хруничева) образован Указом Президента Российской Федерации от 7 июня 1993 г. на базе крупнейших производителей авиационной и ракетно-космической техники — Машиностроительного завода имени М. В. Хруничева и конструкторского бюро «Салют». Основной целью создания Центра стало объединение научного и производственного потенциалов двух предприятий.

Здесь изготавливались баллистические ракеты серии УР-100, проектировались и строились ракеты-носители «Протон» (модификации «Протон-К» и «Протон-М») и «Рокот», тяжелый транспортный корабль снабжения, базовый блок и все модули комплекса «Мир», функционально-грузовой блок «Заря» и служебный модуль «Звезда» для МКС (при кооперации с РКК «Энергия»). Кроме того, в Центре были изготовлены все орбитальные станции типа «Салют» и «Алмаз».

Центр осуществляет коммерческие запуски спутников в рамках международных совместных предприятий International Launch Services и Eurocot.

В настоящее время в ГКНПЦ им. М. В. Хруничева разрабатывается ракета-носитель тяжелого класса «Ангара».

## Khrunichev State Research and Production Space Center

The Khrunichev State Research and Production Space Center (Khrunichev GKNPTs) was established by the Presidential Decree dated June 7, 1993. The Center was based on the two largest aviation and space manufacturers — the Khrunichev Machine-Building Plant (established in 1916) and the Salyut Design Bureau (established in 1951). The creation of the Center was aimed at combining scientific and productive potentials of the two organizations.

The Center manufactured UR-100 ballistic rockets, designed and constructed the Proton (Proton-K and Proton-M) and Rockot launch vehicles, the heavy class spaceship, the core and all other modules of the Mir space station, the Zarya Functional Cargo Module and the Zvezda Service Module of the International Space Station (in association with RSC Energia). Besides the Center manufactured all Salyut and Almaz orbital stations.

The Center performs commercial satellite launches as a constituent company of International Launch Services and Eurocot.

At present, the Khrunichev Space Center develops the Angara heavy class launch vehicle.

## Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева является ведущим российским предприятием по созданию и эксплуатации пилотируемой космической техники, современных средств выведения космических аппаратов на орбиту и специализированных спутниковых комплексов различного назначения.

Предприятие стояло у истоков практически всех направлений современной космонавтики: на нем были созданы первый искусственный спутник Земли и ракета-носитель, которая вывела его на орбиту; здесь родились проекты первых пилотируемых космических кораблей типа «Восток», «Восход», «Союз»; предприятие участвовало в первых запусках автоматических аппаратов к Луне и планетам Солнечной системы, первых спутников для научных исследований, первых спутников связи «Молния-1» и спутников детальной фотосъемки земной поверхности типа «Зенит», на нем проводились работы по созданию орбитальных станций семейства «Салют», многомодульной станции «Мир», крупнейших ракет Н-1 и «Энергия», орбитального корабля «Буран».

Корпорация «Энергия» является головным разработчиком российского сегмента МКС и большинства его элементов. Она продолжает активную деятельность в области создания ракетно-космических средств выведения тяжелого, среднего и легкого классов. Серийно выпускаемый разгонный блок типа «ДМ», совершивший более двухсот успешных полетов, будет использован и в ряде перспективных проектов. Наиболее значительный среди них — проект «Морской старт», предусматривающий создание средств запуска в космос из экваториальной области акватории Мирового океана.

Другим важным направлением работ является создание в сотрудничестве с американскими партнерами нового семейства современных спутников связи серии «Ямал».

## Korolev Rocket Space Corporation Energia

The Korolev Rocket Space Corporation Energia is Russia's leading organization in development and operation of manned spacecraft, modern launch systems and various special-purpose satellite systems.

This organization was one of the founders of space engineering. It developed and manufactured:

- The first artificial Earth satellite and the launch vehicle to place it in orbit.
- First manned spacecraft — Vostok, Voskhod, and Soyuz.
- First research satellites.
- First communications satellites (Molniya) and photography satellites (Zenit).
- The N-1 and Energia launch vehicles and the Buran reusable spaceship.

RSC Energia also designed the Salyut orbital station and the Mir space station and launched first spacecraft going to the Moon and planets of the solar system.

The corporation is the head developer of hardware elements for the Russian ISS segment.

RSC Energia actively works in spacecraft design. The production DM upper stage which has successfully flown more than two hundred times will be used in a number of future projects. The Sea Launch Project which is considered the most significant one is intended to launch spacecraft from equatorial ocean areas.

Another important project is devoted to modern Yamal communication satellites design in association with US partners.





## Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры

ФГУП «ЦЭНКИ» создано в целях совершенствования и развития наземной космической инфраструктуры России и осуществляет свою деятельность по следующим основным направлениям:

- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обеспечению космической деятельности;
- организация работ на объектах наземной космической инфраструктуры, взаимодействие с Министерством обороны Российской Федерации, предприятиями ракетно-космической промышленности;
- обеспечение запусков космических аппаратов по Федеральной космической программе, в интересах Минобороны России, по программам научного и международного сотрудничества;
- оказание услуг по подготовке и запуску носителей и космических аппаратов;
- организация работ по поставкам космических средств (в том числе международного производства), компонентов ракетных топлив, оборудования и материальных средств, обеспечивающих жизнедеятельность космодромов;
- разработка, внедрение и эксплуатация систем и средств связи и информатизации Федерального космического агентства;
- оказание услуг связи;
- обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств объектов наземной космической инфраструктуры;
- проведение работ по обеспечению безопасности населения, экологическому мониторингу состояния природной среды, поиску, эвакуации и утилизации фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей, обеспечение соблюдения природоохранного законодательства на вверенных объектах;
- разработка программ и методик экспертизы космических средств и объектов космической инфраструктуры по видам надзора;
- участие в работах по утилизации военной техники;
- осуществление внешнеэкономической деятельности.

Ул. Щепкина, д. 42,
г. Москва, Россия, 107996
Тел.: +7 (095) 631-82-89,
факс: +7 (095) 631-93-24
E-mail: tsenki@rosaviakosmos.ru
www.tsenki.com

## Center for Ground-Based Space Infrastructure Facilities Operation

The Center for Ground-Based Space Infrastructure Facilities Operation (FGUP TsENKI) was established in order to improve and develop Russian ground space infrastructure. The general guidelines of the Center's activity are as follows:

- Research, experimental and engineering work in the sphere of space exploration.
- Ground based space infrastructure facilities supervision, cooperation with the Russian Ministry of Defense and space industry organizations.
- Spacecraft launching within the framework of the Federal Space Program, and programs of scientific and international cooperation, and in the interests of the Russian Ministry of Defense.
- Pre-launch and launch operations.
- Space vehicles (including those of foreign manufacture), propellant components, and equipment shipping.
- Launching sites maintenance.
- Communications development and operation.
- Communications services.
- Electromagnetic compatibility of ground based space infrastructure facilities electronics.
- Population safety ensuring, environment monitoring, evacuation and utilization of LV jettisonable parts.
- Environment oriented laws and regulations enforcement at space infrastructure facilities.
- Development of programs and procedures for space infrastructure facilities supervision.

42 Shchepkina St.,
Moscow, 107996, Russia
Phone: +7 (095) 631-82-89,
Fax: +7 (095) 631-93-24
E-mail: tsenki@rosaviakosmos.ru
www.tsenki.com

## Другие участники работ по подготовке и запуску космического аппарата «ГЛОНАСС», «ГЛОНАСС-М»

**Конструкторское бюро общего машиностроения** — авторский надзор за эксплуатацией стартового комплекса, находящегося в ведении Минобороны России.

**КБ ТХМ** — проводит подготовку наземного технического оборудования заправочной станции, заправку двигательных установок РБ компонентами ракетного топлива и сжатыми газами.

**ОКБ «Вымпел»** — проводит подготовку наземного оборудования технического комплекса РН, обеспечивает работы по подготовке РН и РБ на техническом комплексе.

**Космотранс** — обеспечивает внутрикосмодромные железнодорожные перевозки ракеты-носителя, разгонного блока и компонентов ракетного топлива.

**НИИ ХИММАШ** — обеспечивает криогенными продуктами (жидкий кислород и жидкий азот) запуск РН и сжатыми газами — работы на технологическом и стартовом комплексах, а также проводит их физико-химические анализы.

**ФКЦ «Байконур»** — организует взаимодействие предприятий промышленности на космодроме по подготовке и проведению пуска РН, включая разработку приказов и распоряжений на их проведение, разработку графиков подготовки составных частей РН к пуску.

**Космические войска России** — проводят подготовку и задействование средств измерительного комплекса космодрома и наземного автоматизированного комплекса управления, используемых для контроля РН на активном участке выведения и полета РБ.

**НПО Машиностроения** — проводит работы по обеспечению безопасности населения, поиску, эвакуации и утилизации фрагментов отделяющихся частей РН в районах падения первых двух ступеней, ГО на территории Республики Казахстан.

**Администрация г. Байконур** — обеспечивает энерго- и водоснабжение объектов космодрома; осуществляет строительство автомобильных дорог.

## Other participants of the GLONASS, GLONASS-M spacecraft preparation and launching

**Barmin Design Bureau for General Engineering** — designer supervision of the launch complex which is under jurisdiction of the Russian Ministry of Defense.

**Design Bureau for Chemical Transport Engineering** — prepares ground-based technical equipment of the refueling station, fuels upper stage propulsion systems with propellant components and compressed gases.

**Vympel Experimental Design Bureau** — prepares ground-based technological equipment of the launch vehicle technical complex, provides for LV and US preparation at the technical complex.

**Kosmotrans** — provides rail transportation of launch vehicles, payload fairings, upper stages and propellant components to the launching site.

**Scientific Research Institute for Chemical Engineering** — provides cryogenic products (liquid oxygen and liquid nitrogen) for space rocket launches and compressed gases — for technical and launching complexes, analyses physical and chemical properties of these materials.

**Russian Space Forces** — prepare and operate launching complex measurement facilities used for ground-based automatic control monitoring during LV ascent and US powered flight.

**Baikonur Federal Space Center** — coordinates pre-launch and launch activities of industrial enterprises, including formulation of orders and instructions and scheduling of space rocket component parts preparation.

**Engineering Research and Production Association** — ensures population safety, searches, evacuates and utilizes space rocket jettisonable parts.

**Baikonur-City Administration** — supplies launching site facilities with power and water; builds automobile roads.

www.tsenki.com

© Составление ООО «Издательство «РЕСТАРТ» (при содействии пресс-службы Федерального космического агентства), 2004 г.
При составлении использованы материалы Федерального космического агентства, Координационного научно-информационного центра Минобороны России (http://www.glonass-center.ru/csic_w.html) и материалы, опубликованные в открытой печати
© Изготовление ООО «Издательство «РЕСТАРТ», 2004 г.
тел.: (095) 631 8079

При оформлении использованы фотоматериалы:
фотоархива Роскосмоса и архива иллюстраций издательства «РЕСТАРТ»