



Новый «Союз» для «Прогресса»

29 октября в 10:09:43.285 ДМВ (07:09:43 UTC) с 6-й пусковой установки 31-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя «Союз-2.1А» (14А14-1А № Г15000-021) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс М-25М» (11Ф615А60 № 424).

Аппарат отделился от третьей ступени ракеты в 10:18:31.315 и оказался на орбите с параметрами (по данным службы баллистико-навигационного обеспечения подмосковного ЦУПа; в скобках – номинальные значения):

- наклонение – 51.67° (51.67±0.03);
- минимальная высота – 192.87 км (193.1±2);
- максимальная высота – 239.10 км (238.7±5);
- период обращения – 88.53 мин (88.53±0.05).

Корабль получил номер **40292** и международное обозначение **2014-067А** в каталоге Стратегического командования США. В графике сборки и эксплуатации МКС его полету присвоили индекс 57Р.

Это был 16-й полет «Союза-2.1А», 1826-й старт ракеты семейства Р-7 (с учетом одного «Союза-2.1В»), 1431-й орбитальный пуск с космодрома Байконур, 381-й пуск со стартового комплекса 17ПЗ2-6 и 156-й пуск в рамках программы МКС. Для кораблей типа «Прогресс» этот запуск стал 148-м, в том числе 21-м с площадки 31.

Масса «Прогресса М-25М» при старте составляла 7290 кг, из них – 2350 кг грузов и 880 кг топлива.

ЦЭНКИ застраховал корабль в компаниях «Ингосстрах» и СОГАЗ на сумму 1.61 млрд руб на период от старта до стыковки.

«Прогресс М-25М» привезли на космодром в середине мая. До конца июня в

монтажно-испытательном корпусе (МИК) на 254-й площадке были проведены проверочные включения и комплексные испытания систем аппарата, а также тестирование радиотехнических систем в безэховой камере. Затем корабль законсервировали до конца сентября.

1 октября «Прогресс М-25М» отправили в МИК 2Б на 2-й площадке с целью проверки герметичности в вакуумной камере. 19 октября баки корабля заполнили компонентами топлива и сжатыми газами на заправочной станции 11Г12 на площадке 31.

«Союз-2.1А» был доставлен на Байконур в конце июля и проходил подготовку в МИКе 31-й площадки, которая завершилась 26 октября общей сборкой носителя. На следующий день «Союз-2.1А» вывезли на стартовый комплекс 17ПЗ2-6.

Циклограммы выведения «Прогресса» на «Союзе-У» и «Союзе-2.1А»

Событие	Союз-У	Союз-2.1А
	Прогресс М-24М	Прогресс М-25М
Старт	000.00	000.00
Разделение 1-й и 2-й ступеней	118.78	117.48
Сброс створок головного обтекателя	160.56	-
Выключение двигателя 2-й ступени	285.05	276.89
Разделение 2-й и 3-й ступеней	287.30	287.17
Сброс створок головного обтекателя	-	296.35
Сброс хвостового отсека 3-й ступени	297.05	296.59
Выключение двигателя 3-й ступени	525.88	524.87
Отделение корабля	529.18	528.17

В первый раз на «Союзе-2»

Запуск грузового корабля был впервые осуществлен ракетой-носителем «Союз-2.1А». Это четвертая модификация «Союза», использующаяся для выведения «Прогрессов», после «Союза-У» (107 пусков), «Союза-У2» (37 пусков) и «Союза-ФГ» (3 пуска).

В ближайшие годы Россия планирует прекратить эксплуатацию носителей «Союз-У» и «Союз-ФГ», система управления которых производится на Украине. Их полезные нагрузки

будут переведены на «Союзы-2», имеющие российскую систему управления. Последний пуск «Союза-У» в интересах Министерства обороны РФ состоялся 17 мая 2012 г. В настоящее время «Союзы-У» выводятся только корабли «Прогресс», а «Союзы-ФГ» – только пилотируемые «Союзы». За некоторыми исключениями, конечно...

График перевода предусматривает проведение в рамках летных испытаний четырех пусков «Союза-2.1А» с «Прогрессом», первый из которых и состоялся 29 октября. Следующие старты планируются 28 апреля («Прогресс М-27М») и 22 октября 2015 г. («Прогресс МС») и 12 февраля 2016 г. («Прогресс МС-2»). Отметим, что между этими испытательными пусками будут осуществляться регулярные старты «Союзов-У» с «Прогрессом М-26М» (17 февраля 2015 г.) и «Прогрессом М-28М» (6 августа 2015 г.).

Если летные испытания нового ракетно-космического комплекса пройдут успешно, то «Прогресс» перестанут отправляться к МКС на «Союзах-У» и появится возможность пересадки пилотируемых кораблей на «Союзы-2.1А». Не бесплатно, конечно: стоимость «Союза-У» с поставкой в 2014 г. была 685.0 млн руб, а «Союза-2.1А» – уже 939.5 млн...

Теперь остановимся на сравнении циклограмм выведения «Прогресса» на «Союзе-У» и «Союзе-2.1А». Как известно, грузоподъемность «Союза-2.1А» на 300 кг выше, чем у «Союза-У». Между тем стартовые массы «Прогресса М-24М» и «Прогресса М-25М» отличаются всего на 10 кг. В результате активный участок у «Союза-2.1А» на секунду короче, чем у «Союза-У», да и продолжительность работы двигателей на всех ступенях меньше, чем у старого носителя.

Но главное отличие циклограмм состоит в том, что на «Союзе-2.1А» сброс створок



Фото А. Пантюхина

▲ Третья ступень РН «Союз-2.1А» для запуска «Прогресса М-25М»

головного обтекателя происходит на 136 сек позже, чем на «Союзе-У», уже на этапе работы третьей ступени, почти одновременно со сбросом хвостового отсека третьей ступени. Это позволит отказаться от района падения, выделенного под фрагменты обтекателя.

Кстати, для запуска «Прогресса» на «Союзе-2.1А» применяется другой обтекатель (11С517А2 1000А1-0), нежели на «Союзе-У» (11С517А2). То же самое относится и к переходному отсеку (11С517А2 3000А1-0 вместо 11С517А2).

Использование цифровой системы управления на «Союзе-2.1А» позволяет выводить «Прогресс» более точно. Так, возможные отклонения начальной орбиты составляют: по наклонению у «Союза-У» $\pm 3'36''$, у «Союза-2.1А» $\pm 1'48''$, разница – в два раза; по периоду обращения у «Союза-У» ± 22 сек, у «Союза-2.1А» ± 3 сек, разница – в семь раз.

Навигационный приемник на грузовике

Впервые на «Прогрессе М-25М» в составе системы управления движением и навигации проходит летные испытания аппаратура спутниковой навигации АСН-К, разработанная и изготовленная в РКК «Энергия». Она принимает сигналы систем ГЛОНАСС и GPS и определяет вектор состояния корабля, то есть его координаты и скорость в текущий момент времени.

В будущем АСН-К придет на смену аппаратуре радиоконтроля орбиты 38Гб, которая

снимается с «Прогрессов» и «Союзов» по причине предстоящего вывода из эксплуатации устаревших наземных радиолокационных станций «Кама» и командно-измерительных станций «Квант-П». АСН-К решает навигационную задачу автономно, с более высокой точностью и за существенно меньшее время по сравнению с используемой в настоящее время аппаратурой.

Что это дает? Во-первых, вектор состояния будет определяться на борту космического аппарата и сбрасываться на Землю по телеметрии напрямую в зоне радиовидимости с территории России или «в обход» через спутники-ретрансляторы «Луч» вне зоны радиовидимости. Сейчас же баллистики подмосковного ЦУПа получают параметры орбит «Прогрессов» и «Союзов» только в зоне радиовидимости и на их основе самостоятельно рассчитывают вектор состояния.

Во-вторых, автономное определение вектора состояния позволяет бортовой ЦВМ-101 при наличии вектора состояния МКС, который получается с аппаратуры АСН-М на российском сегменте и закладывается с Земли, также автономно вычислить все импульсы, необходимые кораблю для сближения и стыковки со станцией.

Напомним, что в настоящее время для реализации быстрой (шестичасовой) схемы сближения с МКС баллистики вынуждены рассчитывать первые два импульса еще до запуска «Прогресса» и «Союза» по номи-

нальным параметрам орбиты выведения. Определив затем с помощью 38Гб фактические параметры орбиты выведения, «Земля» прикладывает к ним расчетные величины первых двух импульсов и закладывает полученный вектор состояния на борт, чтобы ЦВМ-101 вычислила по нему последующие импульсы. Эта хитроумная схема работает, если нет значительного отклонения фактических параметров орбиты выведения от расчетных, как это уже было в марте 2014 г. при запуске «Союза ТМА-12М».

Разработчики утверждают, что в АСН-К также заложены возможности определения углового положения корабля в пространстве. Для этого три три приемные антенны L-диапазона аппаратуры АСН-К расположены в виде треугольника на верхней полусфере грузового отсека «Прогресса М-25М».

На этом и нескольких следующих грузовых кораблях аппаратура будет работать в телеметрическом режиме, то есть получаемый ею вектор состояния не будет использоваться ЦВМ-101 для расчета маневров, а будет просто сбрасываться на Землю с целью анализа его правильности. Предосторожность не лишняя: на первом витке полета «Прогресса М-25М» в нужное время от АСН-К был получен вектор состояния, который не совпал с фактическим. Лишь после отладки и набора хорошей статистики в ходе летных испытаний новую аппаратуру станут использовать в качестве штатной на «Прогрессах МС» и «Союзах МС», а также на транспортных кораблях нового поколения.

Быстро и вовремя

Наличие более точной ракеты-носителя пока никак не отразилось на длительности автономного полета «Прогресса М-25М»: как и на «Прогрессе М-24М», для сближения с МКС применялась четырехвитковая схема. Почему пока? Об этом речь пойдет ниже.

На момент отделения «грузовика» от третьей ступени он отстал от МКС на 32.9° по фазовому углу. На 1-м и 2-м витках полета «Прогресс М-25М» с использованием сближающе-корректирующего двигателя (СКД) осуществил первый двухимпульсный маневр. Двигатель включался в 10:57:44 (длительность работы – 66.9 сек, величина импульса – 26.45 м/с) и в 11:33:59 ДМВ (47.5 сек, 18.92 м/с). После этого корабль оказался на орбите наклонением 51.67°, высотой 270.55×299.22 км и периодом обращения 90.09 мин.

▼ Расположение антенн АСН-К на «Прогрессе М-25М»

Фото А. Пантюхина

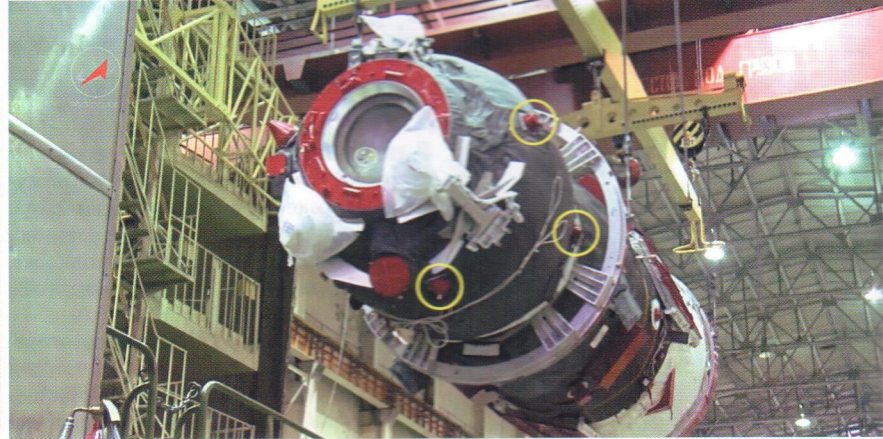
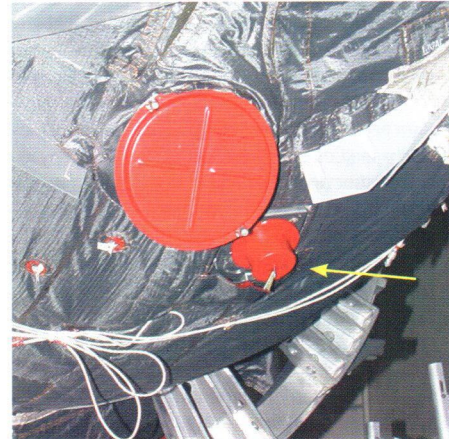


Фото Роскосмоса

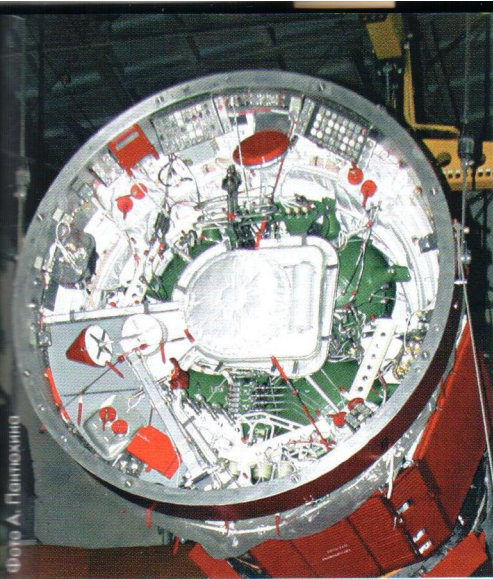


Фото А. Пономарева

На 2-м и 3-м витках был выполнен второй двухимпульсный маневр с включениями СКД в 12:11:33 (21 сек, 8.07 м/с) и 13:10:37 (13.5 сек, 4.99 м/с). В результате грузовик перешел на орбиту наклонением 51.68°, высотой 301.4×321.6 км и периодом обращения 90.55 мин.

Последующие маневры вывели «Прогресс» в прицельную точку в 15:40 и подвели к станции на дальность 400 м. В 15:49 он начал ее облет; затем, развернувшись по крену и переключившись на другую станционную антенну радиотехнической системы сближения «Курс», корабль нацелился на Стыковочный отсек «Пирс».

В 15:57 грузовик приступил к автоматическому причаливанию к МКС. Командир станции Максим Сураев следил за приближением долгожданного гостя на дисплее в Служебном модуле «Звезда» и был готов в любой момент вмешаться в этот процесс с помощью системы телеоператорного управления (ТОРУ).

Сураев: Контролируем [причаливание]. Дальность 175 м, скорость 0.8 м/с, аварий и инструкций [на дисплее] нет. Стыковочный узел [«Пирса»] практически в центре, одна клетка выше [перекрестия]. 110 м, аварий и инструкций нет. 80 м, 0.4 м/с. Мишень [стыковочного узла] в центре. 50 м, 0.18 м/с, аварий и инструкций нет, мишень в центре. На дальности 30 м готовы включить по вашему указанию «Работа» и... «Отвод» или «Увод»?

ЦУП: Подтверждаем, с дальности 30 м выдать команды «Работа» и «Увод разрешен».

Что это за команды? Они являются подготовительными и разрешают космонавту в случае необходимости выдать с пульта ТОРУ команду на увод «Прогресса» от станции.

Сураев: Принято. Есть у нас сообщение «ССВП (система стыковки и внутреннего перехода. – А.К.) готов». 30 м, включаем «Работа» и «Увод разрешен». Выдали. Два светодиода горят [на пульте]. 22 м, 0.13 м/с, аварий и инструкций нет, мишень в центре.

ЦУП: Контролируйте дальность по угловым размерам мишени.

Сураев: Принято. Наблюдаем «Прогресс» в иллюминаторы. 10 м, 0.1 м/с, мишень в центре, кресты совмещены. 5 м. 3 м. Ожидаем касания. 2 м. Скорость отличная. 1 м. Есть касание. Есть сценка. Я поздравляю всю наземную команду.

ЦУП: Спасибо за поздравление. И вас поздравляем с удачной стыковкой грузового корабля. Продолжаем работать.

Сураев: Все, продолжаем работать, не расслабляемся.

«Прогресс М-25М» причалил к станции в 16:08:14 ДМВ через 5 час 58 мин 31 сек после старта. В этот момент МКС совершала 91217-й виток вокруг Земли и находилась на орбите наклонением 51.66°, высотой 412.36×431.23 км и периодом обращения 92.80 мин. Масса станции после стыковки оценивалась в 422 252 кг.

«Не пора ли нам, друзья мои, замахнуться на...»

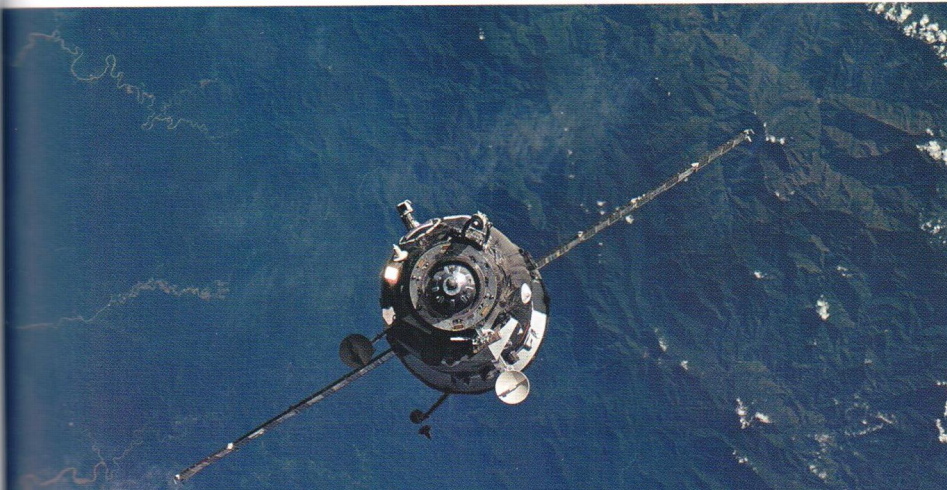
Баллистики РКК «Энергия» выступают с инициативой перехода на трехвитковую схему сближения, то есть предлагают сократить использующуюся в настоящее время схему еще на виток. От инновации в первую очередь выиграют космонавты, которые попадут из «тесного» «Союза» на «вместительную» МКС на полтора часа раньше.

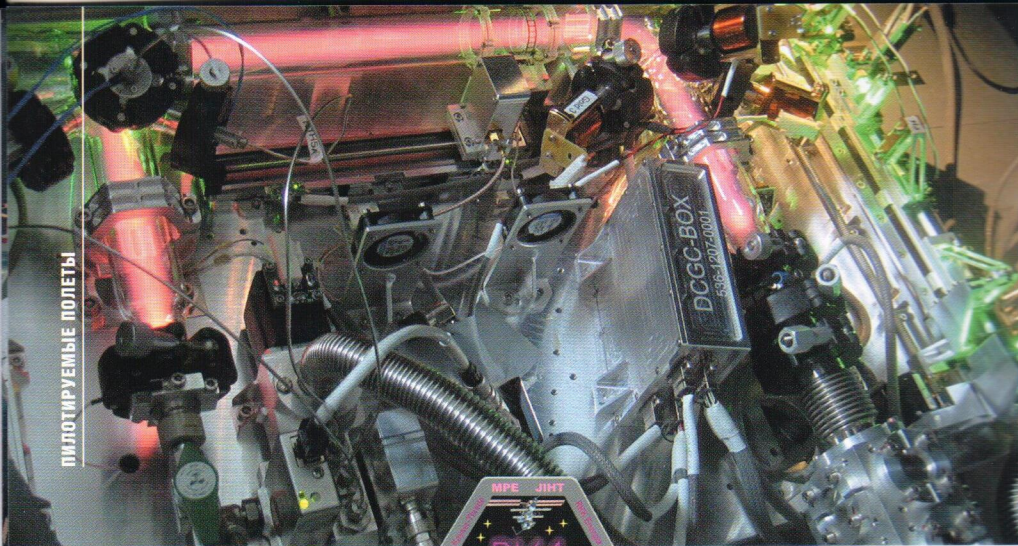
Итак, за счет чего длительность автономного полета можно уменьшить до трех витков? За счет более точного выведения «Союзом-2.1А» по сравнению с «Союзом-У» и «Союзом-ФГ». Фактическая орбита выведения «Прогресса М-25М» признана баллистами просто идеальной. Так, отклонение по «боку» (расстояние между плоскостями орбит грузовика и станции) составило 45 м, по периоду обращения – 0.5 сек.

Такие потрясающие точности позволяют отказаться от второго двухимпульсного маневра и начать автономное сближение на виток раньше. Это можно попробовать сделать уже на «Прогрессе М-27М» в апреле 2015 г. Главное, за счет коррекции орбиты станции сформировать нужный фазовый угол между ней и кораблем на момент старта последнего: уже не 33°, а порядка 20°.

Перечень грузов корабля «Прогресс М-25М»

Наименование	Масса, кг
В грузовом отсеке:	
1287.99	
Средства обеспечения газового состава (блоки индикации давления, пробозаборники АК-1М, вентиляторы, преобразователи, фильтр)	6.86
Средства водообеспечения (вставка-уплотнитель, наконечники, шланг, кабель-вставка)	1.59
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (вкладыши и салфетки для ассенизационно-санитарного устройства, емкости с консервантом, емкости с водой, контейнеры для твердых отходов, переходники, указатель консерванта и воды, фильтр-вставка, насос-сепаратор для малогабаритного насоса-разделителя, трубопровод, фильтры женские)	204.01
Одежда и средства личной гигиены (шорты, носовые платки, вкладыши к спальному мешку, легкие брюки, салфетки для водных процедур, влажные и сухие салфетки, влажные и сухие полотенца, наборы личной гигиены «Комфорт», комплекты «Аэлига», меховая обувь, белье «Камелия», сменные комбинезоны, комбинезон оператора, комбинезоны-утеплители, рубашки, тонкие носки, комплект монтажника, повязки на глаза, жевательная резинка)	164.27
Средства профилактики неблагоприятного действия невесомости (нагрузочные костюмы «Пингвин-3», электромиостимулятор высокочастотный «Стимул-01», комплект устройств фиксации электродов, тренировочно-нагрузочный костюм, ботинки, велотуфли)	19.28
Средства оказания медицинской помощи (лекарственные, противовоспалительные и антисептические средства, пищевые добавки)	3.18
Средства медицинского контроля и обследования (расходные материалы для комплекса «Кардиомед», оборудование для анализатора мочи «Урисис», устройства съема информации «Бета-08», измеритель объема голени)	2.34
Средства контроля чистоты атмосферы и уборки станции (комплекты «Фунгистат», расходные материалы для анализатора проб «Эксосфера», санитарные салфетки для поверхностей)	8.49
Средства обеспечения питания (контейнеры с рационами питания, салфетки для средств приема пищи, пакеты для пищевых отходов, свежие продукты)	429.10
Средства индивидуальной защиты (питивые поглощающие патроны ЛП-10М, кислородные баллоны БК-3М, комплект запчастей, инструментов и принадлежностей ЗИП-2М, сменные элементы, комплекты белья)	25.68
Система обеспечения теплового режима (сменные кассеты пылефильтров)	6.00
Система управления бортовой аппаратурой (автоконфигурационный адаптер, кабели, блок разномощности интерфейсов, холстопрошивные пылевые фильтры)	14.09
Средства технического обслуживания и ремонта (приспособления для расстыковки соединителей, рычаг, герметики «Антерм-1У» и «Герметалл-1», бязевые салфетки, аккумуляторные батареи, мешки для контейнеров, инструментальный пояс, инструмент индивидуальной панели, ручка-прижим, установки «Герметизатор» для нанесения герметизирующей смеси)	30.19
Комплекс средств поддержки экипажа (теплозащитные костюмы ТЗК-14, работы конкурса «Лучший урок письма», бортовая документация, бортовая инструкция «Разгрузочно-погрузочные работы», посылки для экипажа, аккумуляторные батареи, фотоаппарат Nikon D4, объективы, элементы питания, жесткие диски)	26.71
Комплекс целевых грузов (аппаратура и оборудование для экспериментов «Арил», «Биозмульсия», «Вибролаб», «Конъюгация», МОРЗЗ, «Плазменный кристалл-4», «Полиген», «Пробой», «Ураган» и «Химия-образование»)	239.32
Оборудование для модуля «Заря» (пылесборники, санитарные салфетки для поверхностей, комплекты «Фунгистат», кабели)	10.11
Оборудование для модуля «Рассвет» (болты, фланец)	0.21
Оборудование для модуля «Поиск» (многофункциональный пульс-индикатор, переходный кронштейн)	1.77
Российские грузы для американского сегмента (контейнеры с рационами питания)	17.97
Американские грузы для российского сегмента (влажные салфетки, канцелярские принадлежности, одежда, обувь, средства гигиены, элементы питания, душевые принадлежности, полотенца)	68.23
Американские грузы для американского сегмента (расходные материалы для медицинской лаборатории HRF)	2.00
Оборудование Европейского космического агентства (транспортно-ручная сумка)	0.59
В отсеке компонентов дозаправки:	
1067.70	
Топливо в баках системы дозаправки (окислитель – 388.70 кг, горючее – 211.00 кг)	599.70
Газ в баллонах средств подачи кислорода (кислород – 22.00 кг, воздух – 26.00 кг)	48.00
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420.00
Всего:	2349.59





▲ Аппаратура «Плазменный кристалл-4»

Оборудование для научных экспериментов

Среди свежих продуктов, которые привез «Прогресс М-25М», были апельсины, грейпфруты, лимоны, репчатый лук, чеснок, томаты и яблоки. По просьбе космонавтов на грузовике доставили сырокопченые мини-колбаски с чесноком, беконом и горчицей, а также приправы, соус, бруснику и молоко.

В рамках эксперимента «Полиген» на МКС отправили четвертое поколение плодовых мушек *Drosophila melanogaster*. Они пробудут на станции 12 дней и возвратятся на Землю на «Союзе ТМА-13М» 10 ноября. Первое поколение этих дрозофил отправилось в космос на спутнике «Фотон-М» № 4 18 июля. В ходе 45-суточного полета было получено второе поколение имаго (взрослые мухи) и третье поколение личинок. Четвертое поколение родилось уже на Земле.

В «Прогресс М-25М» также уложили научную аппаратуру «Плазменный кристалл-4», предназначенную для исследования пылевой плазмы в условиях микрогравитации. Ее планируется установить в европейском Лабораторном модуле Columbus. Постановщиками одноименного эксперимента являются немецкий Институт внеземной физики Общества Макса Планка (МРЕ) и Объединенный институт высоких температур РАН.

Изначально «Плазменный кристалл-4», разработка которого растянулась аж на 12 лет, была немецко-российским, но к настоящему времени в нем также участвуют

ученые из Италии, США, Франции, Швеции и Японии. Эксперимент профинансирован ЕКА, Германским аэрокосмическим агентством, МРЕ и Роскосмосом. Значительную часть работ по изготовлению, интеграции и тестированию оборудования выполнила немецкая фирма OHV System.

В состав аппаратуры «Плазменный кристалл-4» входят экспериментальный блок массой 79,8 кг, три контейнера с газом, блок управления и записи информации, адаптер экспериментального блока, рама для установки контейнеров с газом, жесткие диски и вакуумные шланги. Основным новшеством является оригинальная конструкция разрядной камеры экспериментального блока. Она имеет удлиненную стеклянную трубку длиной 35 см и диаметром 3 см, что делает возможным эксперименты по изучению течения сильно неидеальной плазменно-пылевой жидкости и распространению различных типов плазменно-пылевых возмущений и волн.

Установка оснащена множеством плазменно-пылевых манипуляторов (мощный лазерный луч, подвижный радиочастотный

индуктор, кольцевой электрод и локальный нагреватель), которые позволяют значительно расширить спектр проводимых исследований.

Первое включение «Плазменного кристалла-4» планируется в декабре 2014 г., а исследования начнутся в апреле 2015 г. и будут продолжаться по крайней мере четыре года.

Грузовик также поставил переносную аппаратуру «Синус-Аккорд» для эксперимента «Вибролаб», цель которого отработать методы и средства контроля уровня микроускорений на российском сегменте станции в зонах проведения научных исследований.

В рамках эксперимента «Пробой» на станцию доставлена аппаратура, с помощью которой планируется испытать опытный образец бортовой системы оперативного определения координат пробоя (СОКП) герметичного корпуса российских модулей метеороидами или частицами космического мусора. Аппаратура СОКП состоит из блока преобразования акустических сигналов, автономного регистратора, переносного источника акустического импульса (имитатора «пробоя») и 12 малагабаритных микрофонов.

На «Прогрессе М-25М» отправили оборудование для медицинского эксперимента МОР33 с целью мониторинга обмена веществ и его регуляции, динамики защитных систем организма человека и экологических факторов во время космических полетов на МКС.

На грузовике также находилась научная аппаратура «Сфера» для образовательного эксперимента «Химия-образование». В ее состав входят: две герметизирующие экспериментальные камеры для выполнения процессов полимеризации; десять сменных устройств с эластичными многослойными оболочками, имеющими клапанные штуцеры; десять сменных картриджей с различными полимерами; насос подачи полимера; микрокомпрессор воздуха; автономные источники питания; камера с ультрафиолетовым осветителем; блок питания.

Во время эксперимента школьникам и студентам будет продемонстрирован процесс получения в условиях невесомости полых оболочек и конструкций из полимерных материалов и показано действие основных химических и физических законов, определяющих поведение вязких жидкостей.

По материалам Роскосмоса, РКК «Энергия», РКЦ «Прогресс», ЦУП, КНТС, ЕКА, DLR и Интерфакс

▼ Дрозофилы – объект частых экспериментов в космосе

