

## РЕАЛИЗАЦИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКИХ СРЕДСТВ ВЫВЕДЕНИЯ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ – ФАКТОР УКРЕПЛЕНИЯ ДОВЕРИЯ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

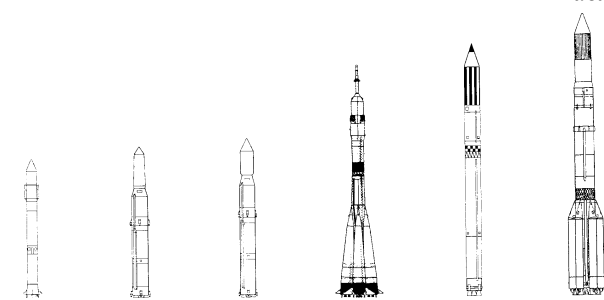
Приведены планы укрепления международного сотрудничества в области космической деятельности в рамках совместных предприятий International Launch Services, Starsern, Cosmos International GmbH, Sea Launch Limited Partnership, Eurokot Launch Services GmbH и «Космотрас».

Россия обладает значительным потенциалом для успешного осуществления и расширения своей деятельности на мировом рынке запусков космических аппаратов (КА), располагая парком высоконадежных и экономичных средств выведения со стартовой массой от 50 до 700 т, включая ракеты-носители (РН) легкого класса «Космос», «Циклон-2» и «Циклон-3», РН среднего класса «Союз», «Молния» и «Зенит», а также РН тяжелого класса «Протон», способную выводить на орбиту полезные грузы массой до 20,6 т, а с использованием разгонного блока типа ДМ – массой до 2,6 т непосредственно на ГСО (табл. 1).

участниками рынка, результатом чего стало появление ряда совместных предприятий для реализации международных проектов по созданию и использованию средств выведения.

Ведущим в этой области является американо-российское СП International Launch Services (ISL), образованное в 1995 г. с целью коммерческой эксплуатации РН «Протон» и американской РН «Атлас». Сотрудничество ГКНПЦ им. М. В. Хруничева (г. Москва) и РКК «Энергия» (г. Королев Московской обл.) с Lockheed Martin в рамках этого СП обеспечивает партнерам ряд преимуществ на рынке. В частности,

Таблица 1



Характеристики/тип РН	Космос	Циклон-2	Циклон-3	Союз (Молния)	Зенит	Протон
Стартовая масса, т	109	178,6	185,0	310,0	460,0	695,0
Масса ПГ ( $H_{кр} = 200$ км), т	1,5	2,9	3,6	7,1	13,7	20,6
Количество ступеней	2	2	3	3(4)	2	3
Топливо	АК-27И +НДМГ	АТ +НДМГ	АТ +НДМГ	O <sub>2</sub> +Т-1	O <sub>2</sub> +РГ-1	АТ +НДМГ
Длина/диаметр, м	32,4/2,4	39,7/3,0	39,3/3,0	49,4/10,3	57,0/3,9	56,9/4,1

ISL обеспечивает лучшие график подготовки и проведения запусков, цены и страховые гарантии, чем могли бы предложить российская и американская стороны отдельно. СП гарантирует заказчику, что в случае неготовности одной РН заказ будет выполнен в срок, оговоренный контрактом, с помощью другой независимой системы запуска. Дальнейшему укреплению позиций ISL будет способствовать модернизация комплекса «Протон», которую проводит ГКНПЦ им. М. В. Хруничева в соответствии с ТТЗ Минобороны России и Росавиакосмоса. Летные испытания модернизированной РН «Протон-М» успешно начались пуском

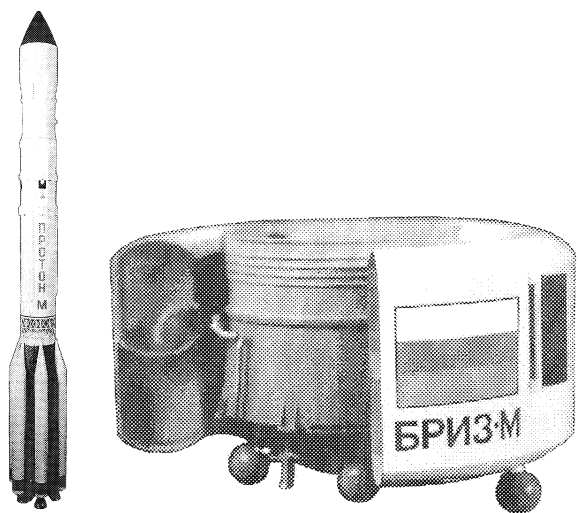
Многолетняя эксплуатация перечисленных средств выведения подтвердила их высокую надежность и эффективность при запусках КА как по государственным, так и коммерческим программам. Для этого на космодромах Плесецк, Байконур, Свободный и на полигоне Капустин Яр создана вся необходимая инфраструктура, обеспечивающая выполнение в полном объеме требований по предоставлению пусковых услуг иностранным заказчикам.

Российские разработчики и изготовители средств выведения КА предпринимают усилия по их продвижению на мировой рынок. Сложившаяся рыночная конъюнктура привела к необходимости поиска взаимовыгодных вариантов сотрудничества с другими

7.04.2001 г., при котором она использовалась с новым разгонным блоком (РБ) «Бриз-М» для запуска геостационарного КА (рис. 1).

Дальнейшие планы укрепления сотрудничества в рамках деятельности СП ISL связаны с созданием на космодроме Плесецк перспективного космического ракетного комплекса (КРК) «Ангара» (рис. 2). В его состав будет входить семейство экологически чистых РН различной размерности, включая кислородно-керосиновую РН тяжелого класса «Ангара А5» с грузоподъемностью на орбиту более 24 т. Одновременно ГКНПЦ им. М. В. Хруничева создает кислородно-водородный разгонный блок для использования его как с «Ангарой», так и с «Протоном-М» при запусках КА на высокоэнергетические орбиты.

*Анатолий Иванович Кузин – доктор технических наук, заместитель начальника 4 ЦНИИ Министерства обороны РФ*

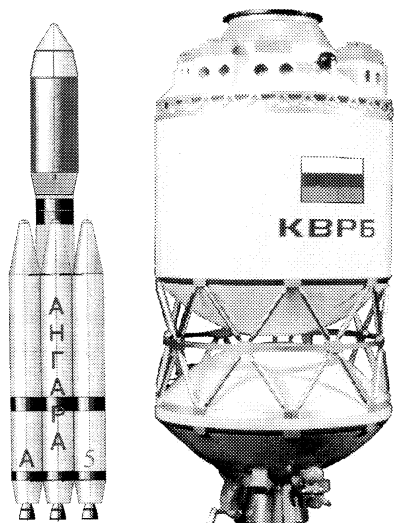


**Рис. 1. Ракета-носитель «Протон-М»**

Разработчик – ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Стартовая масса РН – 675 т (без КГЧ). Масса полезного груза, выводимого на орбиты:  $H_{кр} = 200$  км,  $i = 51,6$  град. – 22,5 т;  $H_{кр} = 36000$  км,  $i = 0$  град. – 3,2 т (с РБ «Бриз-М»). Количество ступеней – 3.  
Космодром базирования – Байконур.  
Сроки проведения ОКР – 1993–2004 г.

**Разгонный блок «Бриз-М»**

Разработчик – ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Масса заправленного РБ – 22 т. Топливо – «АТ+НДМГ». Длина РБ – 2,9 м, диаметр РБ – 4 м. Сроки проведения ОКР – 1994–2004 г.



**Рис. 2. Ракета-носитель Ангара А5**

Разработчик – ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Стартовая масса РН – 700 т (без КГЧ). Масса полезного груза, выводимого на орбиты:  $H_{кр} = 200$  км,  $i = 63$  град. – 24,5 т;  $H_{кр} = 36000$  км,  $i = 0$  град. – 4,0 т (с КВРБ). Количество ступеней – 3.  
Космодром базирования – Плесецк.  
Сроки проведения ОКР – 1995–2005 г.

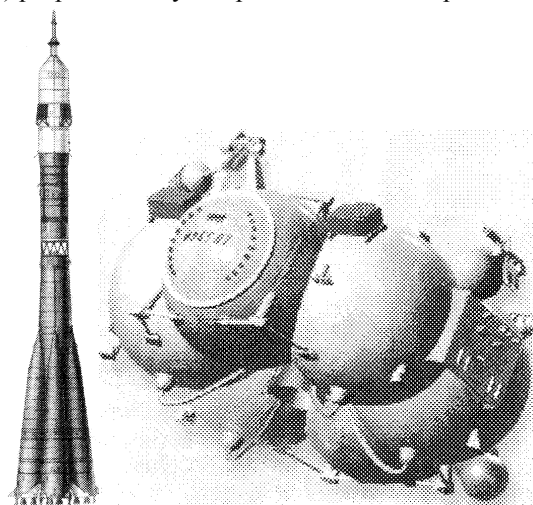
**Кислородно-водородный разгонный блок**

Разработчик – ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Масса заправленного РБ – 21,6 т. Топливо – «жидкий  $O_2$  + жидкий  $H_2$ ». Длина РБ – 6,5 м, диаметр РБ – 3,9 м. Сроки проведения ОКР – 1993–2005 г.

С целью продвижения российской РН «Союз» на космический рынок в 1996 г. создано российско-европейское СП Startern. Коммерческий потенциал этой РН с самым богатым в мире опытом эксплуатации (более 1650 пусков) был продемонстрирован при ее пуске с РБ «Икар» в рамках развертывания системы спутниковой связи Globalstar. Рост уровня доверия

к российской РН и к компании Startern привел к заключению в 1998 г. контракта на проведение запусков четырех научных КА ЕКА Cluster II. Первая четверка КА Cluster была потеряна при аварии РН «Ариан 5», поэтому на Startern возлагалась особая ответственность. Два парных запуска КА на «Союзе» с новым РБ «Фрегат» стали для ЕКА оптимальным решением. Они потребовали вдвое меньших затрат, чем в варианте с РН «Ариан 5».

Перспективы российско-европейского сотрудничества в рамках СП Startern связываются с созданием модификации РН «Союз» с улучшенными двигателями, системами управления и измерений. Такая модернизированная РН «Союз-2» (рис. 3) создается самарским ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» по заказу Минобороны и Росавиакосмоса, а для совместного с ней использования также по ТТЗ государственных заказчиков в НПО им. С.А. Лавочкина (г. Химки Московской обл.) разработан и уже применяется РБ «Фрегат».



**Рис. 3. Ракета-носитель «Союз-2»**

Разработчик – ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». Стартовая масса РН – 297 т (без КГЧ). Масса полезного груза, выводимого на орбиты:  $H_{кр}/H_a = 200/300$  км,  $i = 62,8$  град. – 7,95 т;  $H_{кр}/H_a = 1500/40000$  км,  $i = 62,8$  град. – 2,5 т (с РБ «Фрегат»). Количество ступеней – 3.

Космодромы базирования – Плесецк, Байконур.  
Сроки проведения ОКР – 1993–2004 г.

**Разгонный блок «Фрегат»**

Разработчик – НПО им. С.А. Лавочкина  
Масса заправленного РБ – 6,5 т. Топливо – «АТ+НДМГ». Длина РБ – 1,5 м, диаметр РБ – 3,35 м.  
Сроки проведения ОКР – 1993–2004 г.

Маркетинговые услуги по использованию РН «Космос-3М» для запусков коммерческих КА предоставляют российско-германское СП Cosmos International GmbH (при участии германской фирмы OHV-Systems) и российское предприятие «Пусковые услуги». РН более 400 раз выводила КА и экспериментальные объекты с космодрома Плесецк и полигона Капустин Яр, в том числе различные иностранные спутники, включая итальянские MegSat и MITA, германские Tubsat B, Abrixas и CHAMP, британский SNAP 1, китайский Tsmg Hua 1 и др. Можно отметить, что в 1995 г. российская РН участвовала в международном конкурсе на легкий носитель Med-Lite для NASA, и американские специалисты, сравнив ракеты 18 типов, признали российский носитель одним из самых совершенных.

В 1995 г. образована компания Sea Launch Limited Partnership американской фирмой Boeing, норвежской компанией Kvaerner, российской РКК «Энергия» и украинским НПО «Южное». Их совместными усилиями создан уникальный ракетно-космический комплекс «Морской старт» с РН «Зенит-SL», стартующей в районе экватора с платформы морского базирования. Эксплуатация комплекса проводится совместно специалистами из России, Украины, США и Норвегии.

Таким образом, технологии отечественного ракетостроения, которые были разработаны ранее по заказу Министерства обороны, в настоящее время уже нашли широкое применение на мировом космическом рынке.

Дополнительные возможности для конверсии таких технологий связаны с сокращением стратегических наступательных вооружений и созданием ракетносителей на базе межконтинентальных баллистических ракет, снимаемых с вооружения (табл. 2). Работы по переоборудованию боевых комплексов в ракетно-космические составили отдельное направление развития российской системы средств выведения КА в ближней перспективе. Для успешной реализации таких конверсионных проектов имеются следующие предпосылки:

- большой опыт создания и эксплуатации МБР; относительно короткие сроки их переоборудования в ракетно-космические носители (РКН); большое количество МБР, которые по своим ТТХ способны запускать КА на различные орбиты;
- низкая стоимость выведения полезных грузов, обусловленная использованием утилизируемых МБР и небольшим объемом их доработок;
- возможность использования существующей инфраструктуры космодромов для проведения пусков.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации №925-р от 1 июля 1995 г. «О создании ГКНПЦ им. М. В. Хруничева ракетно-космической системы «Рокот» с использованием технологий межконтинентальных баллистических ракет РС-18», а также в соответствии с ТТЗ, утвержденным Минобороны России и Росавиакосмосом, разработан ракетно-космический комплекс «Рокот». Первый пуск РКП «Рокот» был успешно выполнен в 2000 г. Для оказания пусковых услуг с использованием этого комплекса ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и компания Daimler-Benz Aerospace в 1994 г. создали российско-германское СП Eurockot Launch Services GmbH. Эксплуатировать РКК предусматривается силами РВСН с привлечением промышленных организаций.

Эффективность комплекса «Рокот» определяется его достаточно высоким техническим уровнем, который обеспечивает:

- выведение полезных грузов с космодрома Плесецк на орбиты высотой до 2000 км в диапазоне наклонений 46–108°;

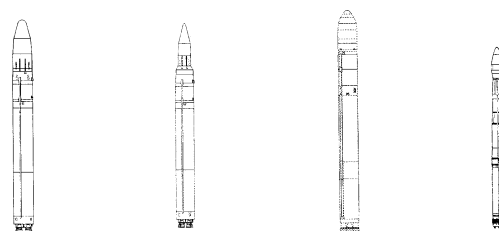
- грузоподъемность РКН до 1,6 т на стандартную орбиту ( $H_{кр} = 200$  км,  $i = 90^\circ$ );
- высокую точность выведения КА (в т. ч. погрешность по высоте –  $\pm 1-2\%$ , по наклонению –  $\pm 0,03-0,05^\circ$  в зависимости от орбиты);
- высокую надежность (в т. ч. в полете – не менее 0,96);
- ресурс – до 120 пусков (с учетом ремонтно-восстановительных работ) при производительности до 12 пусков в год;
- разведение КА при необходимости на заданные орбиты при групповом запуске;
- хранение и проверки КА, а также сборку космических головных частей (КГЧ) в чистой камере (с чистой среды класса 100.000) и др.

РКК «Стрела» разрабатывается НПО Машиностроения (г. Реутов Московской обл.) также на базе комплекса ракеты РС-18. Минобороны России предоставляет для дооборудования необходимую инфраструктуру космодрома Свободный, системы и агрегаты стартового и технического комплексов, а также передает на договорной основе МБР РС-18 и другую часть снимаемых с эксплуатации комплексов. При этом в составе РКК «Стрела» в отличие от «Рокота» будет использоваться штатная МБР с минимальными доработками. Основным местом базирования РКК будет космодром Свободный. Однако вследствие опережающего создания РН «Стрела» по отношению к наземному комплексу на космодроме Свободный летные испытания РН предполагается начать в 2002 г. на космодроме Байконур с использованием экспериментального ракетного комплекса.

Возможности РН «Стрела» позволят выводить полезные грузы массой 1,1–1,7 т на орбиты с высотой 250–1000 км с высокой точностью и надежностью (погрешности выведения по высоте – не более  $\pm 1\%$ , по наклонению – не более  $\pm 0,05^\circ$ , вероятность успешного выведения – не менее 0,97).

Таблица 2

Средства выведения, создаваемые на базе МБР



Характеристики/тип РН	Рокот	Стрела	Днепр-1 Днепр-М	Старт-1
Стартовая масса, т	107,5	105,0	210,8	47,0
Масса ПГ ( $H_{кр} = 200$ км), т	1,9	1,8	3,8	0,5
Количество ступеней	3	3	2	4
Топливо	АТ+НДМГ	АТ+НДМГ	АТ+НДМГ	твердое
Длина/ диаметр, м	29,1/2,5	26,7/2,5	34,3/3,0	22,4/1,8

С 1997 г. осуществляются коммерческие запуски КА с помощью РН «Старт-1», разработанной Московским институтом теплотехники в рамках конверсии боевых ракетных комплексов «Пионер» (SS-20) и «Тополь» (SS-25). В феврале 2001 г. состоялся уже четвертый успешный пуск РН «Старт-1». При этом с космодрома Свободный был с высокой точностью выведен на солнечно-синхронную орбиту шведский исследовательский КА «ODIN». Для его подготовки шведским специалистам был предоставлен новый технический комплекс, оснащенный современным оборудованием. Комплекс был создан и успешно прошел испытания на соответствие самым жестким требованиям по подготовке и проведению предыдущего запуска израильского КА «Eros-A1» в декабре 2000 г.

Российское авиационно-космическое агентство, Национальное космическое агентство Украины, фирма «Асконд» и НПО «Южное» (Украина) образовали Международную космическую компанию «Космотрас» для создания и коммерческого использования РН «Днепр» на базе МБР РС-20 (западное обозначение SS-18 Satan). Эта ракета является самой крупной МБР в мире и обладает большим коммерческим потенциалом. Еще одним свидетельством этого стало осуществление в 2000 г. ее второго успешного космического старта с космодрома Байконур с выведением на орбиту пяти КА разработчиков из разных стран. Запуск произведен в соответствии с распоряжением правительства РФ и порядком работ по программе «Днепр», установленным постановлением правительства РФ. Отличительной особенностью этого запуска было разделение КА на их индивидуальные орбиты путем последовательного отделения в процессе работы двигателей последней ступени. В подготовке и проведении запуска участвовали специалисты России, Украины, Казахстана, Италии, Малайзии, Саудовской Аравии, США, Англии. Ракету к запуску готовили специалисты РВСН и ракетно-космических предприятий России и Украины в рамках кооперации МКК «Космотрас». Спутники обслуживались бригадами компаний-владельцев КА. Совместно с ними до пуска также проводились испытания КГЧ с макетами аппаратов,

включая макетирование, виброиспытания, отработку отделения и т.д. Таким образом, реализация программы «Днепр» служит не только мирному использованию военного потенциала, накопленного в годы холодной войны, но и налаживанию взаимовыгодных связей между странами и народами.

С учетом планов снятия МБР с боевого дежурства, их предельных сроков эксплуатации и хранения после снятия с дежурства повышается актуальность задачи ускорения утилизации как можно большего количества МБР наиболее эффективным способом – путем переоборудования в РН для запусков КА. С каждым годом возможности такой утилизации неуклонно сокращаются. Поэтому наибольшую важность приобретают вопросы поиска заказчиков на запуски КА с помощью комплексов, обладающих уникальным сочетанием высоких ТТХ и технико-экономических показателей.

Приведенные примеры реализации коммерческого потенциала российских средств выведения на международном рынке космических услуг свидетельствуют о важности рассматриваемой области международного сотрудничества для укрепления доверия при осуществлении космической деятельности.

Основные факторы повышения уровня доверия в этой области показаны на схеме (рис. 4).

Как было отмечено выше, основой для расширения масштабов такого сотрудничества являются большие возможности системы российских средств выведения, включающей космодромы с развитой наземной космической инфраструктурой и ракеты разных типов, позволяющие вывести на требуемую орбиту в ближней перспективе практически любой космический аппарат.

Вместе с тем для реализации потенциала российских средств выведения на мировом рынке космических услуг имеются объективные предпосылки, связанные с перспективами его развития, в первую очередь, с ростом объемов запусков КА коммерческих систем спутниковой связи и дистанционного зондирования Земли, а также с расширением научных исследований с использованием КА.

Для иностранных партнеров в проектах по созда-

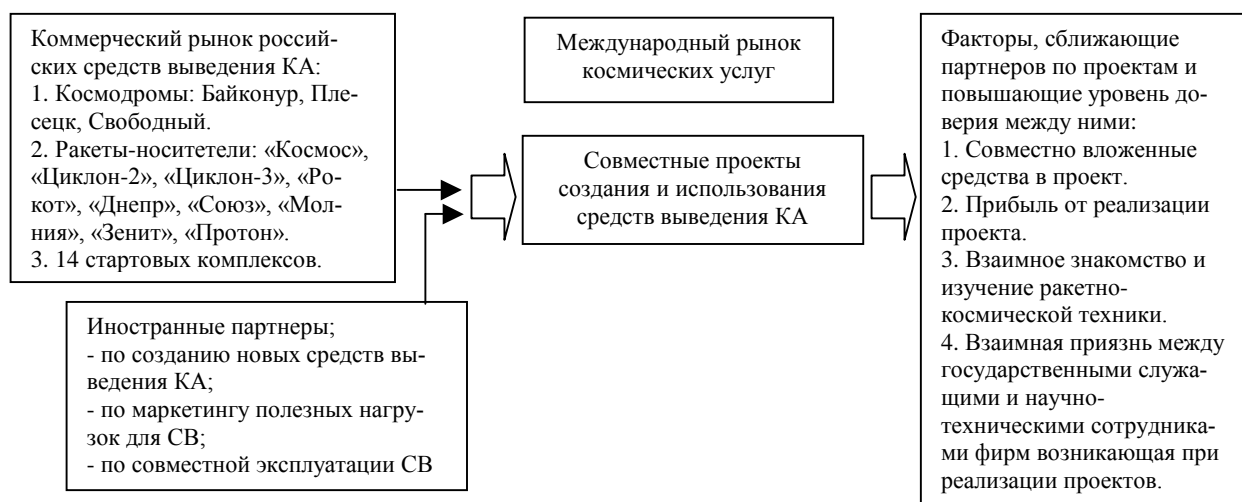


Рис. 4. Факторы, повышающие уровень доверия в области международного сотрудничества при обеспечении космической деятельности

нию и использованию ракетно-космической техники совместно с российскими партнерами представляют наибольший интерес такие направления деятельности, как оказание маркетинговых услуг, непосредственное участие в разработке или адаптации российских РН для запусков иностранных КА, совместная эксплуатация средств выведения.

Высокая конкурентоспособность российских средств выведения КА, достигаемая за счет их надежности, подтвержденной богатым опытом эксплуатации, при сравнительно низкой стоимости делает проекты по их использованию привлекательными для вложения средств.

Тесное взаимодействие при решении сложнейших вопросов в области создания и эксплуатации средств выведения КА, осуществляемое как на уровне правительственных организаций, так и в рамках совмест-

ных предприятий, установление долговременных контактов между представителями управленческого, научного и инженерно-технического персонала российских и зарубежных организаций обеспечивают поддержание и укрепление атмосферы доверия между партнерами. Взаимное изучение ими условий производства и применения ракетно-космической техники, систематический обмен информацией по ключевым вопросам реализации проектов, совместное финансирование и управление ими способствуют пониманию принципов и подходов партнеров к обеспечению безопасной эксплуатации, их логики при принятии решений в условиях повышенных технических рисков, укреплению общей заинтересованности в максимальном практическом использовании совместного научно-технического потенциала и в конечных результатах сотрудничества в рассматриваемой области.

*4 Центральный НИИ Министерства обороны  
Статья поступила 22.04.2001 г.*

**УДК 629.7.07:681.3.016**

**© 2001, В. А. Меньшиков, С. В. Павлов  
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Рассмотрены подходы к созданию экспертных систем обеспечения летных испытаний ракетно-космической техники, приведена типовая структурная схема построения таких экспертных систем, рассмотрены основные этапы разработки элементов и внедрения экспертных систем в целом.

Летные испытания, безусловно, занимают важнейшее место в опытно-конструкторских работах по созданию ракетно-космических комплексов (РКК) и их составных частей как завершающий этап отработки космической техники в натуральных условиях и предусматривают:

- всестороннюю проверку и подтверждение требуемых характеристик РКК (его составных частей и систем) в реальных (близких к реальным) условиях функционирования;
- отработку эксплуатационной документации и проверку достаточности и эффективности экспериментальной отработки изделий комплекса и комплекса в целом;
- определение возможности принятия РКК в эксплуатацию и выполнения им целевых задач.

Анализ задач летных испытаний и процессов, возникающих в ходе их проведения, позволяет говорить о высоких требованиях по достоверности и качеству обработки значительных потоков информации, возникающих при отработке РКК. В свою очередь задействование в ходе летных испытаний разнородных организационных структур приводит к возникновению ряда информационно-управляющих контуров с различными уровнями иерархии, обеспечивающих принятие управленческих решений на различных этапах работ, причем зачастую в условиях временного и информационного дефицита. В условиях повышения

*Валерий Александрович Меньшиков – доктор технических наук, директор НИИ космических систем*

*Сергей Владимирович Павлов – кандидат технических наук, начальник комплекса НИИ космических систем*

сложности РКК и привлекаемых технических систем, естественного стремления к быстрейшему окончанию цикла летных испытаний их проведение существенно усложняется как в техническом аспекте, так и в управленческой деятельности вследствие повышения масштабности решаемых задач, их неопределенности, иерархичности управления, необходимости более полного учета человеческого фактора. Таким образом, в качестве одного из факторов, создающих предпосылки к эффективному решению различных категорий задач летных испытаний РКК (полнота проверки ТТХ, безаварийность, своевременность прекращения испытаний и т.д.), следует рассматривать создание и широкое внедрение в практику работы информационно-аналитических систем их обеспечения.

Современные методы повышения эффективности систем управления в качестве одного из решений данной проблемы рассматривают широкое внедрение в их структуру методов и систем искусственного интеллекта. Эти системы предусматривают повышение качества и оперативности решения задач управления путем перехода от языка уравнений и формальных моделей исследуемых процессов и систем к механизмам установления отношений. В качестве одной из наиболее используемых реализаций систем искусственного интеллекта рассматриваются экспертные системы (ЭС). Согласно принятой классификации это «системы, основанные на знаниях и обеспечивающие их реализацию в форме компьютерных программ, аккумулирующих знания высококвалифицированных экспертов в определенной предметной области». Ос-