

УДК 629.78

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО КЛАССА ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ

©2012 Д. А. Баранов<sup>1</sup>, В. Д. Еленев<sup>2</sup>, А. В. Смородин<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС», г. Самара<sup>2</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Рассмотрены принципы построения систем и объектов космического ракетного комплекса, включающего в себя параметрический ряд модификаций ракеты-носителя «Русь-М».

*Ракета-носитель, универсальный ракетный блок, принципы построения систем и объектов космического ракетного комплекса, стартовый комплекс.*

### Введение

В [1] были рассмотрены вопросы определения массово-энергетических соотношений для параметрического ряда модификаций ракеты-носителя (РН), который создаётся в виде модульной структуры, собираемой из универсальных ракетных блоков (УРБ) и обеспечивающей вывод на заданную орбиту полезных нагрузок с различными массами.

В данной статье, являющейся продолжением [1], на примере проекта РН «Русь-М» рассмотрены основные принципы построения систем и объектов космического ракетного комплекса (КРК) среднего класса повышенной грузоподъёмности разработки ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС».

К числу основных отнесены следующие принципы построения КРК [2,3]: принципы построения стартового комплекса; технического комплекса; автоматизированной системы подготовки к пуску; комплекса средств измерений, сбора и обработки информации; учебно-тренировочных средств.

ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС» в кооперации с РКК «Энергия» и ГРЦ имени В. П. Макеева в

соответствии с Указом Президента Российской Федерации "О космодроме Восточный» проведены работы по созданию КРК среднего класса повышенной грузоподъёмности как нового, современного средства выведения, предназначенного для выведения космических аппаратов (КА) нового поколения на замкнутые и отлётные траектории, в том числе для запуска пилотируемых КА к планетам Солнечной системы.

В основу создания КРК среднего класса повышенной грузоподъёмности положены следующие основные требования:

- безопасность проведения запусков космических кораблей;
- пожаровзрывобезопасность на всех этапах эксплуатации;
- максимальное исключение ручных операций при подготовке ракеты космического назначения (РКН) к пуску;
- автоматический всесторонний контроль за ходом проведения работ по подготовке РКН к пуску;
- обязательное наличие системы аварийного выключения двигателей РН и наличие системы аварийного спасения экипажа;
- удобство и дешевизна доставки составных частей РН на космодром;

- возможность прекращения предстартовой подготовки РН на любом этапе подготовки до момента «контакт подъёма».

Определены основные составляющие комплекса:

- РН среднего класса повышенной грузоподъёмности;

- стартовый комплекс космического ракетного комплекса (СК КРК);

- технический комплекс космического ракетного комплекса (ТК КРК);

- автоматизированная система подготовки к пуску (АСУ ПП);

- комплекс средств измерений, сбора и обработки информации (КСИСО);

- комплекс средств транспортирования составных частей РКН;

- учебно-тренировочные средства (УТС);

- привлекаемые средства.

### **Принципы построения ракеты-носителя**

Основные характеристики РН определяются следующими целевыми задачами:

- типы, массы и орбиты выводимых полезных нагрузок;

- необходимость использования РН для пилотируемых полётов;

- возможные трассы и районы падения отделяющихся частей РН;

- экологическая безопасность применяемых компонентов.

После рассмотрения нескольких вариантов конструктивно-компоновочной схемы РН в качестве основного варианта выбрана двухступенчатая тандемная схема с использованием компонентов топлива «жидкий кислород – керосин» на первой ступени и «жидкий кислород – жидкий водород» на второй ступени.

На блоках первой ступени используются успешно эксплуатируемые в на-

стоящее время двигателя РД-180 разработки НПО «Энергомаш», а на второй ступени – двигателя РД0146 разработки конструкторского бюро химавтоматики (КБХА, г. Воронеж).

Блоки первой ступени установлены в одной плоскости и соединены между собой двумя поясами силовых связей. Для обеспечения управляемости РН в нештатных ситуациях при отказе одного из двигателей ступени двигателя боковых блоков устанавливаются с заведомым перекосом в сторону центра масс РН для уменьшения возмущающего момента.

Центральный блок первой ступени отличается от боковых блоков установкой приборного отсека, отражателя и фермы для стыковки со второй ступенью. Приборный отсек служит для размещения в нем бортовой аппаратуры системы управления (СУ) и системы измерений (СИ).

Блок второй ступени представляет собой моноблок с несущими топливными баками, четырьмя двигателями, установленными в карданном подвесе и способными отклоняться на угол  $\pm 6^\circ$  в двух плоскостях стабилизации.

Для обеспечения управляемого спуска с орбиты выведения блок оснащается системой ориентации и стабилизации, которая обеспечивает стабилизацию блока после выключения маршевого двигателя и ориентацию перед выдачей тормозного импульса для затопления в заданной точке акватории Мирового океана. Для обеспечения тормозного импульса блок снабжается твёрдотопливными двигателями.

Исходя из целевых задач и конструктивного облика РН, осуществляется формирование основных принципов построения и подбор составных частей РН: двигателей, СУ, СИ и пр.

Основные характеристики выбранных маршевых двигателей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение	
	первая ступень	вторая ступень
Блок		
Двигатель	РД-180	РД0146
Разработчик двигателя	ОАО «НПО Энергомаш»	ОАО КБХА
Количество двигателей на блоке	3	4
Тяга в пустоте, тс	$3 \times 338,7$	$4 \times 10,0$
Компоненты топлива	Кислород+нафтил РГ-1	Кислород+Водород +
Время работы в составе блока, с	193	540

**Система управления** в составе приборов и устройств с соответствующим информационным и программным обеспечением предназначена для обеспечения движения РН по расчётной траектории с целью выведения полезной нагрузки (ПН) на заданную орбиту с заданной точностью.

В соответствии со схемой построения РН в основу создания СУ заложены следующие принципы:

- выведение ПН на орбиту с заданной точностью по гибким оптимальным траекториям для максимального использования энергетических возможностей РН с обеспечением падения отделяемых частей в выделенные районы;

- своевременное распознавание контролируемых аварийных ситуаций на борту, формирование необходимых команд и прекращение неуправляемого полёта;

- управление режимами работы двигательной установки (ДУ) и других систем и агрегатов;

- проведение режимов проверок на всех этапах подготовки РН;

- измерения уровней заправки баков РН компонентами топлива и передачи информации на наземные средства управления заправкой;

- подготовка к пуску и пуск РН.

При разработке СУ использованы следующие подходы:

- использование в качестве командных приборов безплатформенной информационной навигационной системы

(БИНС);

- реализация периферийных приборов по распределённой схеме;

- широкое использование передачи информации по цифровым кодированным линиям связи вместо аналоговых и релейных связей;

- прицеливание с помощью собственных бортовых средств СУ;

- минимизация разъёмных соединений «земля-борт».

**Бортовая система телеметрических измерений (БСТИ)** обеспечивает измерение и передачу информации на наземные средства от любых типов первичных преобразователей, измеряющих медленно- и быстроменяющиеся процессы на РН как по высокой, так и по низкой частоте (на этапе наземной подготовки), и имеет в своём составе средства:

- передачи чёрно-белого изображения с заданного количества видеокамер в полёте РКН. Управление подключением необходимых видеокамер и изменение разрешения изображения осуществляются по заранее заложённой программе или по команде от бортовой системы управления;

- измерения параметров траектории движения для передачи на наземные средства координат РКН в процессе полёта.

Для повышения достоверности передаваемой телеметрической информации (ТМИ) в БСТИ применено кодирование телеметрического сигнала. Информационная связь между приборами

сбора информации организована через оптико-волоконные линии связи.

БСТИ имеет возможность прошивки нескольких штатных программ сбора ТМИ, при этом штатные программы прошиваются в приборах формирования кадра перед установкой их на РН. Переключение программ сбора ТМИ должно осуществляться по команде как при наземной подготовке РН, так и в полёте РКН. Команда на переключение программ сбора ТМИ в полёте РКН выдаётся БСТИ по контакту разделения ступеней РН.

Кроме того, БСТИ включает в свой состав бортовую систему определения местонахождения отделяемых ступеней (БСОМОС), которая должна обеспечивать передачу координат места падения отделяемых ступеней через космическую систему "КОСПАС-SARSAT" на наземные средства слежения.

Основные подходы построения БСОМОС:

- система должна быть цифровой и размещаться автономно на каждой ступени РН;

- система должна иметь в своем составе приёмные и передающие антенно-фидерные устройства (АФУ) на каждом отделяемом блоке;

- система должна формировать радиосигнал с информацией, содержащей координаты падения изделия;

- система должна включаться путём подачи напряжения на шину питания после разделения ступеней РН в полёте;

- передача информации должна вестись до момента соударения ступени с землёй и, по возможности, после падения.

### **Принципы построения стартового комплекса**

Для определения основного облика СК основными исходными данными являются:

- производительность пусков;
- технология работ;
- потребности РН в компонентах топлива, энергии и сжатых газах;

- безопасность подготовки РН;
- специфика связей «земля-борт» и другие.

Наиболее рациональным является принцип построения СК, состоящего из двух пусковых установок и единого центра управления пуском, хранилищ криогенных ракетных топлив (КРТ) и сжатых газов, компрессорных станций, электросети, который обеспечивает:

- предстартовую подготовку и пуски РКН с годовой производительностью до 20 пусков (10 пусков на начальном этапе);

- установку, стоянку, подготовку и пуск РКН;

- многократную заправку (со сливом в случае несостоявшегося пуска) РН и разгонных блоков (РБ) компонентами ракетного топлива;

- термостатирование РН и космической головной части (КГЧ) воздухом высокого и низкого давления с заданными параметрами по температуре, чистоте и влажности;

- автоматическое и ручное (в нештатных ситуациях) управление всеми технологическими операциями;

- проведение работ при переносе (задержке) пуска;

- автоматизированное отсоединение заправочных, дренажных, газовых и электрических коммуникаций непосредственно перед пуском или при пуске РКН;

- защиту РКН от грозовых разрядов;

- посадку в пилотируемый транспортный корабль нового поколения (ПТК НП) и экстренную эвакуацию обслуживающего персонала в случае возникновения нештатных ситуаций;

- исключение ручных операций при подготовке к пуску РКН с момента начала заправки РН за исключением технологических операций, предусматривающих посадку (эвакуацию) экипажа;

- безударный выход РКН из стартового сооружения и минимизацию воздействий РКН на СК и его оборудование;

- пожаровзрывобезопасность при проведении работ, экологическую и промышленную безопасность;
- автономное электропитание на весь цикл подготовки РКН к пуску;
- проведение обслуживающим персоналом заключительного этапа подготовки к пуску (от момента начала заправки) в дистанционном режиме из командного пункта без присутствия на СК.

Для обеспечения спасения экипажа при возникновении аварийных ситуаций на старте СК оснащён:

- средствами контроля аварийных ситуаций на стартовом сооружении;
- средствами экстренной эвакуации экипажа из пилотируемого транспортного корабля.

#### **Принципы построения технического комплекса**

Технические комплексы РН и РКН создаются в едином монтажно-испытательном корпусе (МИК).

При разработке ТК РН (ТК РКН) должны быть решены следующие основные задачи:

- хранение оборудования для сборки и испытаний РН;
- приём и выгрузка составных частей стартово-стыковочного блока;
- размещение и хранение блоков РН (с учётом размещения двух РН одновременно);
- обеспечение сборки РН;
- перекладка РН на транспортно-установочный агрегат;
- обеспечение испытаний составных частей РН и РН в целом;
- обеспечение температурно-влажностного режима;
- приём КГЧ;
- сборка РКН;
- подготовка РКН к вывозу на СК.

Кроме чисто технических вопросов при создании ТК учтены следующие особенности:

- обеспечение рациональной структуры построения ТК РН и ТК РКН в общей структуре технических комплексов космодрома, исходя из требований минимизации объёмов строительства, сокращения затрат материальных и трудовых ресурсов на этапе эксплуатации КРК, обеспечения безопасности проводимых работ с учётом внедрения АСУ ПП первого этапа;

- принятие технических решений, позволяющих с минимальным дооснащением и доукомплектованием осуществлять хранение и подготовку РН грузоподъёмностью 50 тонн;

- состав персонала ТК РН и ТК РКН;
- время подготовки РКН с ПТК или автоматическим КА на ТК РН (ТК РКН);
- создание условий, при которых после слива компонентов топлива блоки РКН должны допускать хранение в условиях МИК (хранилища) в течение не менее трёх месяцев (с проработкой возможности увеличения срока хранения до шести месяцев) с последующей заправкой и пуском РКН;

- реализация технологий, обеспечивающих безопасный возврат блоков для ремонта на заводы-изготовители и проведения ремонта блоков на ТК РН.

#### **Основы построения автоматизированной системы подготовки к пуску**

С целью повышения оперативности процесса подготовки к пуску большой комплекс задач управления осуществляется с помощью АСУ ПП, которая выполняет следующие функции:

- сбор, обработку, хранение, визуализацию, документирование и представление комплексной технологической, измерительной и отчётной информации, имеющейся в подразделениях и службах космодрома;

- проведение мониторинга состояния всех комплексов, систем и объектов, участвующих в процессе подготовки и запуска.

Мониторинг состояния предполагает получение обобщённых оценок выполнения программы функционирования комплексов, систем и объектов космодрома, степени их работоспособности, места и вида возникшей неисправности, оценок прогнозируемых явлений и процессов с заданной точностью и интервалом прогноза.

Мониторинг решает следующие задачи:

– контроль функционирования процессов подготовки и проведения пусков при штатных и нештатных ситуациях;

– контроль работоспособности технического, стартового, измерительного комплексов и объектов инфраструктуры космодрома на всех этапах подготовки и запуска, состояния РН, РБ и КА в процессе его выведения; при возникновении неисправностей их диагностирование с указанием места и вида возникшей неисправности;

– прогнозирование состояния контролируемых комплексов, систем и объектов космодрома на различных этапах их функционирования, предсказание развития как штатных, так и нештатных ситуаций с целью их предупреждения и недопущения аварий, сбоев, отказов и т.п.

Исходя из перечисленных функций, АСУ ПП выполняет следующие задачи:

- планирование работ по подготовке к пуску и при проведении пуска;

- планирование материально-технического обеспечения работ;

- распределение трудовых и временных ресурсов по результатам мониторинга состояния средств экспериментально-испытательной базы космодрома;

- мониторинг хода проведения работ и расхода средств материально-технического обеспечения (МТО);

- обеспечение информационной поддержки принятия решений;

- интегрированный контроль технологических процессов;

- оценка состояния средств КРК, в т.ч. в нештатных ситуациях;

- имитация поведения объектов управления, смежных систем и составных частей системы;

- обеспечение оперативного доступа боевых расчётов к нормативно-технической, конструкторской и эксплуатационной документации, хранящейся в электронном виде, на всех этапах проведения работ и формирование отчётной и информационно-справочной документации по итогам подготовки и пуска РКН и РБ;

- обеспечение автоматизированного обмена оперативной, организационной и технологической информацией между подразделениями космодрома при планировании и организации испытаний;

- передача информации в смежные системы космодрома, Роскосмос, ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» и информационные центры генеральных конструкторов.

Система АСУ ПП строится как многоуровневая иерархическая система, начиная от верхнего уровня - система управления космодромом в целом - и заканчивая нижним уровнем - управление непосредственно технологическим оборудованием.

АСУ ПП всех уровней строится на базе унифицированных в рамках космодрома средств автоматизации, включающих в свой состав:

– программируемые автоматические устройства;

– пульты управления АСУ ПП;

– автоматизированные рабочие места руководства космодрома, технического руководства, руководителей личного состава и экспертов;

– рабочие места операторов АСУ ПП;

– серверы;

– средства отображения коллективного пользования;

– технические средства организации линий волоконной связи, средства связи со смежными системами космодрома и средства обеспечения доступа к информационной среде системы.

Система обеспечивает принцип открытой архитектуры, при этом конфигурация системы изменяется в соответствии с задачами пуска РКН.

### **Принципы построения КСИСО**

КСИСО представляет собой совокупность взаимосвязанных технических средств и программно-математического обеспечения, обеспечивающих получение ТМИ от РКН на этапах предстартовой подготовки, пуска и полёта на активном участке траектории. Комплекс КСИСО входит в состав космического ракетного комплекса среднего класса повышенной грузоподъёмности нового поколения функционально.

Комплекс КСИСО обеспечивает:

- регистрацию полных потоков ТМИ РКН на этапе предстартовой подготовки на СК, при пуске и на активном участке траектории выведения РКН;

- привязку зарегистрированной ТМИ к меткам системы единого времени;

- сбор ТМИ, в том числе в реальном масштабе времени, с трассовых измерительных пунктов;

- автоматизированную обработку ТМИ в реальном масштабе времени и отображение оперативных параметров во время пуска и полёта РКН для контроля работы бортовых систем и в целях ведения репортажа;

- контроль в реальном масштабе времени траектории полёта РКН по результатам оперативной обработки информации аппаратуры спутниковой навигации, передаваемой в кадре ТМИ;

- передачу ТМИ, в том числе в реальном масштабе времени, предприятиям-разработчикам РКН и другим заинтересованным организациям;

- проведение экспресс-обработки и полной послеполётной обработки ТМИ с целью анализа функционирования бортовых систем РКН и РБ, а также прогнозирования районов падения отделяющихся элементов РКН;

- сбор и оперативное доведение до заинтересованных подразделений космодрома информации о позиционировании отделившихся элементов РКН;

- проведение опико-электронных измерений и видеонаблюдения при пуске и полёте РКН;

- получение измерительной информации о функционировании систем и агрегатов технологического оборудования стартового комплекса при пуске РКН.

В состав КСИСО входят:

- средства приёма и регистрации измерительной информации;

- автоматизированная система контроля состояния и управления средствами КСИСО;

- система сбора и передачи данных;

- информационно-измерительная система стартового комплекса (входит функционально);

- система единого времени;

- системы опико-электронных измерений и видеонаблюдения.

### **Учебно-тренировочные средства**

Комплект учебно-тренировочных средств КРК предназначен для всестороннего изучения личным составом расчётов устройства, принципов действия, правил эксплуатации бортовых систем РН, наземного технологического оборудования, а также формирования, совершенствования и поддержания профессиональных навыков и умений личного состава по выполнению технологических операций при эксплуатации КРК, подготовке и проведении пуска РН.

Комплект учебно-тренировочных средств КРК обеспечивает:

- обучение личного состава, эксплуатирующего КРК, устройству, принципам действия, правилам эксплуатации составных частей комплекса;

- профессиональную подготовку личного состава и овладение навыками по выполнению технологических операций при эксплуатации РН, ТК и СК в соответствии с эксплуатационной документацией, выполнению ответственных операций при подготовке РН на ТК и проведении пуска РКН на СК;

- поддержание профессиональных навыков и совершенствование умений личного состава при эксплуатации оборудования, отработку навыков самостоятельной работы при штатном функционировании оборудования КРК;

- проверку и самопроверку знаний, определение уровня подготовленности специалистов к проведению работ на оборудовании КРК;

- контроль, анализ и оценку профессиональной подготовки и умений личного состава, документирование результатов выполнения функциональных обязанностей.

Состав комплекса учебно-тренировочных средств должен охватывать весь комплекс работ, проводимых с РН, и состоять из следующих составных частей:

- учебного изделия (РН) со сборочно-защитным блоком;

- комплексных тренажёров по управлению подготовкой и пуском РН;

- автоматизированного комплекса подготовки расчёта РКН (АКПР);

- учебных средств.

В состав учебного изделия входят:

- учебное изделие блоков первой ступени РН;

- учебное изделие блока второй ступени РН;

- учебный сборочно-защитный блок.

Учебное изделие со сборочно-защитным блоком является составной частью процесса подготовки личного состава,

способствующего активному освоению обучаемыми содержания программы подготовки, воспроизведению алгоритма работы на штатном оборудовании, и должно обеспечивать обучение и тренировку:

- при выполнении операций технологического графика подготовки РН на техническом комплексе;

- при отработке практических навыков при проведении технологических процессов подготовки и пуска РН;

- при установке и снятию РН со стартового устройства;

- при проведении операций по заправке РН;

- при сливе компонентов КРТ из баков РН;

- при подготовке и проведении предпусковых операций;

- при отработке действий в нештатных ситуациях, выполнении операций технического обслуживания РН.

Комплексные тренажёры по управлению подготовкой и пуском РН и стенды предназначены для отработки навыков и слаженности действий личного состава при управлении наземным и технологическим оборудованием и служат:

- для профессиональной подготовки личного состава к выполнению действий, регламентированных эксплуатационной документацией, нормативно-техническими и распорядительными документами;

- для поддержания профессиональной подготовленности личного состава на уровне, обеспечивающем необходимое качество выполняемых им задач;

- для контроля, анализа и оценки профессиональной подготовки и, при необходимости, автоматического документирования результатов исполнения функциональных обязанностей личным составом.

АКПР предназначен для интерактивного обучения и проведения тренировок личного состава и должен обеспечивать:

– отображение текстовой информации по устройству и конструкции агрегатов и систем нормативно-технического обеспечения (НТО), описание технической готовности к проведению работ по подготовке РН на ТК и пуску на СК;

– отображение графических (векторных или растровых) файлов с принципиальными, функциональными и интерактивными мнемосхемами;

– показ видеоинформации и фотоматериалов по размещению агрегатов, видеосюжетов с последовательностью и содержанием технологических операций по эксплуатации НТО, подготовке РН на ТК и пуску РКН на СК;

– представление информации по конструкции агрегатов и систем НТО ТК и СК, технологии проведения работ в виде двух-, трёхмерных динамических моделей;

– графическую имитацию функционирования составных частей НТО ТК и СК при выполнении работ по подготовке и проведению пуска РН;

– представление в электронном виде нормативно-технической и эксплуатационной документации, регламентирующей подготовку и проведение пуска РН;

– самопроверку и контроль знаний и навыков, оценку подготовленности личного состава к проведению работ на ТК и СК и фиксацию ошибок, допущенных обучаемыми в ходе занятий, с их последующей статистической обработкой;

– хранение в базах данных необходимой для обучения и тренировок систематизированной текстовой, табличной и наглядной информации, содержащейся в конструкторской, нормативно-технической и учебной документации для эксплуатируемой космической системы, и её наглядное отображение;

– контекстный поиск информации в разделе и в теме в целом.

### Заключение

Использованные принципы построения систем и объектов космического ракетного комплекса

среднего класса повышенной грузоподъёмности позволили обеспечить требования технического задания на разработку проекта РН «Русь-М»:

- выведение полезной нагрузки массой не менее 20 тонн на опорные орбиты пилотируемого транспортного корабля;

- массой не менее 20 тонн на опорные орбиты грузового транспортного корабля и автоматических КА на круговую орбиту с высотой и наклоном соответственно  $H_{кр} = 200$  км,  $i = 51,8$  град.

Кроме того, заложенные в разработку технические решения обеспечивают:

- увод аварийной РН на безопасное расстояние от стартового комплекса при одном отказавшем двигателе на первой ступени;

- выполнение целевой задачи пуска при одном отказавшем двигателе на второй ступени;

- обеспечение пологой траектории выведения ПТК, гарантирующей заданные значения ускорения не более 12g на атмосферном участке спуска возвращаемого аппарата после увода от аварийной РН;

- обеспечение выведения ПТК на замкнутую орбиту с принудительным уводом и затоплением верхней ступени в соответствии с действующим международным законодательством.

### Библиографический список

1. Баранов, Д.А. Определение массово-энергетических соотношений для параметрического ряда модификаций ракеты-носителя [Текст] / Д.А. Баранов, В.Д. Еленев // Вестн. СГАУ. -2011. -№6. - С. 54-63.

2. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / под ред. В.П. Мишина. - М.: Машиностроение, 2005. - 375 с.

3. Сердюк, В.К. Проектирование средств выведения космических аппаратов [Текст]: учеб. пособие для вузов / под ред. А.А. Медведева. – М.: Машиностроение, 2009. – 504 с.

## PRINCIPLES OF CONSTRUCTING SYSTEMS AND OBJECTS OF A MIDDLE-CLASS SPACE ROCKET COMPLEX WITH INCREASED LOAD-CARRYING CAPACITY

©2012 D. A. Baranov<sup>1</sup>, V. D. Yelenev<sup>2</sup>, A. V. Smorodin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SPACE ROCKET CENTER «TsSKB-PROGRESS»

<sup>2</sup>Samara State Aerospace University  
named after academician S.P. Korolyov (National Research University)

The paper deals with the principles of constructing systems and objects of a space rocket complex including parameter series of the launch vehicle «Rus-M» modifications.

*Launch vehicle, universal launch stage, principles of constructing systems and objects of a space rocket complex, launcher.*

### Информация об авторах

**Баранов Дмитрий Александрович**, заместитель генерального конструктора по средствам выведения, ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС». E-mail: [dimitri.baranov@samspace.ru](mailto:dimitri.baranov@samspace.ru). Область научных интересов: проектирование, изготовление и эксплуатация ракет-носителей.

**Еленев Валерий Дмитриевич**, доктор технических наук, профессор кафедры летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [astra@ssau.ru](mailto:astra@ssau.ru). Область научных интересов: автоматизация проектирования летательных аппаратов.

**Сморodin Алексей Валерьевич**, главный конструктор РН «Союз-2-1в», ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС». E-mail: [lex.samara@rambler.ru](mailto:lex.samara@rambler.ru). Область научных интересов: проектирование, изготовление и эксплуатация ракет-носителей.

**Baranov Dmitrii Aleksandrovich**, deputy general designer of launch vehicles, Space Rocket Center «TsSKB-PROGRESS». E-mail: [dimitri.baranov@samspace.ru](mailto:dimitri.baranov@samspace.ru). Area of research: launch vehicle designing, production and exploitation.

**Yelenev Valerii Dmitrievich**, doctor of technical science, professor of the aircraft construction department, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [astra@ssau.ru](mailto:astra@ssau.ru). Area of research: automation of aircraft designing.

**Smorodin Alexey Valerievich**, chief designer of the launch vehicle Soyuz-2-1v, Space Rocket Center «TsSKB-PROGRESS». E-mail: [lex.samara@rambler.ru](mailto:lex.samara@rambler.ru). Area of research: launch vehicle designing, production and exploitation.