

СТРАХОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА РИСКОВ

**В. В. Двирный¹, В. В. Голованова², М. В. Елфимова³,
Г. В. Двирный¹, Н. Н. Петяева¹**

¹АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М. Ф. Решетнёва»,
г. Железногорск, Красноярский край, Российская Федерация

²ФГУП КБ «Арсенал» им. М. В. Фрунзе, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
г. Железногорск, Красноярский край, Российская Федерация

Необходимым финансовым инструментом для успешной деятельности в аэрокосмической отрасли является страхование космических проектов. В статье проведен обзор развития космического сектора рынка страховых услуг. Приведены виды имущественного и личного страхования, которые представлены в совокупности согласно приведенной классификации на основе вероятностного анализа рисков. Данная классификация страхования космических проектов предназначена для успешной реализации обеспечения национальной безопасности нашей страны, космического мониторинга чрезвычайных ситуаций и коммерциализации ракетно-технической отрасли. Приведены типовые страховые риски космического проекта и примеры определения количественных показателей рисков из анализа надежности составляющих космического аппарата. Была рассмотрена последовательность страхования. Представлены типовые варианты и условия страхования космических рисков, а также стандартные процедуры их размещения на страховых рынках, что позволяет предлагать страхователям страховые покрытия, отработанные на практике и знакомые зарубежным перестраховщикам. Также была рассмотрена стратегия инновационного развития Российской Федерации и разработка моделей оценки рисков проектов в ракетно-космической промышленности на основе предложенного вероятностного анализа.

Ключевые слова: космические проекты, страхование, анализ рисков, надежность.

Страхование космических проектов в современных условиях является необходимым финансовым инструментом, позволяющим успешно осуществлять деятельность предприятий Роскосмоса и Оборонно-промышленного комплекса (ОПК) [1–3]. Любой космический проект уникален по техническому исполнению и создается ценой значительных затрат, а возможные финансовые потери, связанные с авариями на одном из этапов космического проекта, могут быть не только сопоставимы с затратами на его создание, но даже превысить расходы. Поэтому и требуется индивидуальный анализ присущих проекту рисков при подходе к его страхованию.

Дорогостоящие контракты с иностранными заказчиками предусматривают жесткие санкции на случай невыполнения или ненадлежащего выполнения договорных обязательств. Страхование

является наиболее эффективной защитой от негативных событий и фактором снижения риска неблагоприятных последствий для участников космических программ.

Под страхованием космических рисков принято понимать совокупность видов имущественного и личного страхования, связанных с осуществлением космической деятельности.

В законодательно-нормативной базе отсутствует определение «космический риск», что обуславливает довольно широкую его трактовку. На рис. 1 приведена классификация видов страхования космической деятельности.

В практике некоторых страховых центров к космическим рискам относят:

- риски гибели и повреждения изделий ракетно-космической техники;
- риски гибели и повреждения объектов космической инфраструктуры;
- риски ответственности за ущерб, причиненный имуществу, здоровью и жизни третьих лиц при осуществлении космической деятельности.

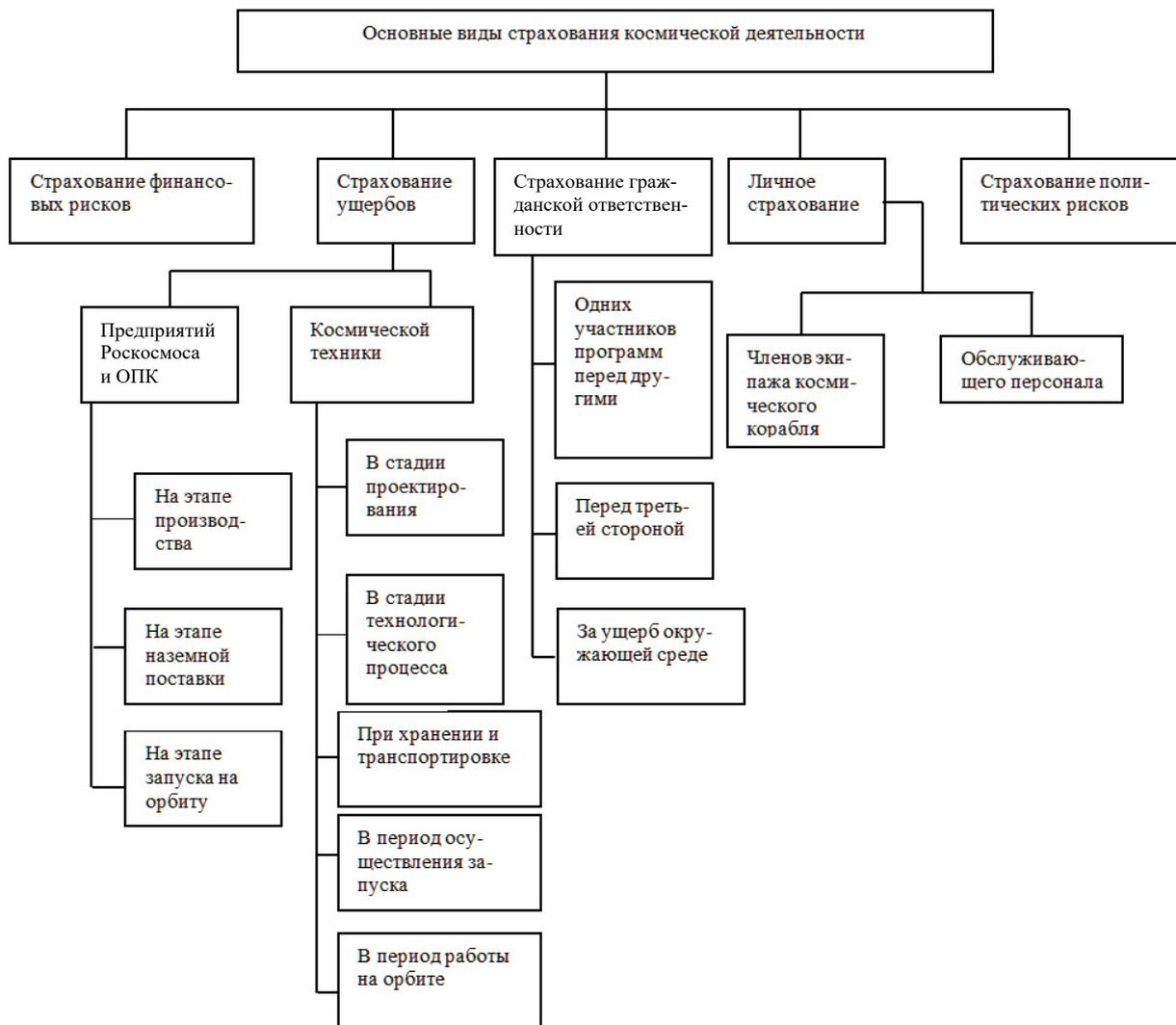


Рис. 1. Классификация видов страхования космической деятельности

Кроме этого, к космическим рискам можно отнести риски перерывов в эксплуатации космических аппаратов (КА), а также потери дохода в результате нештатного функционирования, отказа, гибели КА.

Для изделий ракетно-космической техники выделяются два основных этапа их эксплуатации: наземный и орбитальный, на которых выполняется типовой перечень эксплуатационных процессов, включающий процессы изготовления, транспортирования, хранения, подготовки и проведения пуска, выведения на опорную и рабочую орбиты, применения по назначению в ходе орбитальной эксплуатации и т.д. Для объектов космической инфраструктуры выделяют этапы строительства и эксплуатации.

Страхование космических рисков сложно для российских страховых компаний в силу того, что:

- данное страхование является нетрадиционным для отечественного страхового рынка, и в условиях отсутствия методик оценки рисков, установленных страховых тарифов и разработанных условий страхования трудно решить

вопрос о возможности принятия космических рисков на страхование;

- у страховщиков в наличии весьма незначительные объемы финансовых средств, что обуславливает крайнюю осторожность с их стороны при заключении договоров страхования;
- возможный потенциальный ущерб, подлежащий компенсации страховщиком, настолько велик, что вызывает необходимость перестрахования у зарубежных перестраховщиков;
- опыт страхования космических программ у предприятий ракетно-космической промышленности незначителен.

Таким образом, в настоящее время применяются, главным образом, два вида страхования рисков космических проектов:

- а) страхование ответственности по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц при запусках ракет космического назначения;
- б) страхование от рисков утраты или повреждения объектов наземной космической инфра-

структуры, средств выведения и КА (страхование имущества).

Риск ответственности по обязательствам вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц возникает в соответствии с договором «О принципе деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела» (вступил в силу 10 октября 1967 г.) и Конвенцией ООН «О международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами» (вступила в силу 30 августа 1972 г.).

В отечественной практике сложился определенный порядок организации страхования рисков космических проектов, который включает в себя реализацию следующих этапов [3, 4]:

- предстраховая экспертиза космического проекта;
- разработка программ управления рисками и страхования рисков космических аппаратов;
- разработка и согласование с участниками проекта договоров страхования;
- страховое сопровождение космического проекта и выплата страховых возмещений (при необходимости).

Важнейшими элементами организации страхования являются программы управления рисками и страхования рисков космических проектов.

Программа управления рисками космического проекта разрабатывается страховой компанией с

соблюдением требований Закона РФ «О космической деятельности», Закона РФ «Об организации страхового дела в РФ», нормативных документов Департамента страхового надзора Министерства финансов РФ и рекомендацией Ассоциации космических страховщиков.

В табл. 1 приведены типовые страховые риски космических проектов [1–5].

Первый полис по космическому страхованию был выписан Ингосстрахом в ноябре 1990 года в пользу Министерства РСФСР по связи, информатике и космосу. По полису покрывался риск гибели спутника «Горизонт-33» на этапах предполетной подготовки и запуска (резервы Ингосстраха позволяли возместить убыток в 9 млн рублей, т.е. стоимость спутника).

Таким образом, 12 ноября 1990 года появилось космическое страхование в России.

Экономическая обособленность субъектов хозяйствования космической индустрии способствовала увеличению роли и влияния страховых фондов, формируемых посредством самострахования и страхования, для обеспечения непрерывности и бесперебойности хозяйственной деятельности в условиях риска [4–6].

В последующие годы происходило достаточно бурное развитие космического сектора рынка страховых услуг. Первый полис, покрывающий ответственность участников космической деятельности перед третьими лицами, был выписан в 1996 году в рамках соглашения ГК НПЦ

Таблица 1

Типовые страховые риски космического проекта

Этап проекта (вид страхования)	Страховой риск
Изготовление, транспортировка на космодром запуска и предстартовая подготовка	Полная гибель – наступление в период страхования такого состояния объекта страхования, когда его использование по целевому назначению становится полностью невозможным, а восстановление экономически нецелесообразным. Повреждение – наступление на этапе наземной подготовки такого состояния объекта страхования, когда его использование по целевому назначению становится невозможным и требует проведения дополнительных мер по восстановлению его работоспособности и готовности к последующему использованию для осуществления запуска
Запуск КА на расчетную орбиту	Полная гибель – наступление в период страхования такого состояния объекта страхования, когда его использование по целевому назначению становится полностью невозможным, а также когда в процессе запуска ракеты космического назначения (РКН) не достигнута цель запуска по вине ракеты-носителя (РН) или разгонного блока (РБ)
Ввод в эксплуатацию	Полная гибель – наступление в период страхования такого состояния объекта страхования, когда его использование по целевому назначению становится полностью невозможным. Частичная гибель – наступление такого состояния объекта страхования, когда его использование по целевому назначению становится полностью невозможным
Летная эксплуатация	То же
Страхование ответственности	Событие, заключающееся в возникновении в период страхования обязанности страхователя на основании гражданского законодательства возместить причиненный при осуществлении страхователем обусловленной договором страхования с заказчиком деятельности непосредственно ракетой космического назначения, ее составными частями либо их фрагментами на море, в воздушном или космическом пространстве вред личности и (или) имуществу гражданина (физического лица) либо имуществу юридического лица

Таблица 2

Примерные количественные показатели рисков проекта запуска [1–5]

Этап реализации проекта	Характеристика риска		
	Вид ущерба	Вероятность возникновения	Прогнозируемый максимальный размер ущерба
Транспортирование: - элементов РКН; - компонентов ракетного топлива (КРТ)	Повреждение КА. Аварийный пролив КРТ	0,002...0,005 0,001...0,004	До 30 % стоимости КА (РН) при железнодорожной транспортировке
Подготовка элементов РКН к запуску	Повреждение КА (РН)	0,005..0,008	15...25 % Стоимости элементов РКН
	Повреждение средств наземной инфраструктуры	0,002..0,004	Выход из строя отдельных агрегатов и систем технического (ТК) и стартового (СК) комплексов
	Отмена запусков КА и повторение цикла подготовительных работ на стартовом комплексе	0,01	До 30 % общей стоимости работ РКН и работ по подготовке к запуску
Пуск РКН	Гибель РН при пуске	Определяется анализом надежности. В зависимости от типа РН	Потеря КА. Полная стоимость РКН и работ по подготовке к запуску
	Неотделение головного обтекателя (ГО)	Определение анализом надежности ГО	То же
	Неотделение РБ от РН	Определяется анализом надежности РБ и РН	То же
	Отказ РБ	Определяется анализом надежности РБ	То же
	Неотделение КА от РБ	Определяется анализом надежности РБ и КА	То же
	Разрушение стартового комплекса	0,005	До 80...90 % стоимости сооружений и оборудования СК
	Ущерб третьим лицам и экологический ущерб местности при аварийном падении ступеней РН	0,005...0,008	Определяется суммой ущерба
Ввод в летную эксплуатацию	Гибель КА после отделения от РБ	Определяется анализом надежности КА	Полная стоимость РКН и работ по подготовке к запуску
	Частичная гибель КА	Определяется анализом надежности КА	До 50 % полной стоимости РКН и работ по подготовке к запуску
Летная эксплуатация	Полный отказ или частичные отказы бортовых систем КА	Определяется анализом надежности КА или бортовых систем КА	Остаточная стоимость КА

им. М. В. Хруничева с ЛКЕ, тогда на орбиту вывелись спутники «Астра F1» и «Инмарсат 3». Им были охвачены основные направления страхования: имущества и гражданской ответственности.

По данным Российской ассоциации авиационных и космических страховщиков, в период с 1990 по 2010 год отечественные страховые компании обеспечили страховой защитой более 200 федеральных и международных космических проектов [3, 4]. По подсчетам самих участников рынка, за минувшие 15 лет по космическим проектам было выплачено страховых возмещений на общую сумму свыше 150 млн долларов.

Одним из первых было осуществлено полное страхование спутника SESAT на этапе из-

готовления, транспортировки, предстартовой подготовки, запуска и ввода в эксплуатацию. Три спутника «Экспресс-А», изготовленные АО «ИСС», и спутник ФГУП «КБ «Арсенал» были застрахованы с момента начала транспортировки и до момента запуска, так как страховой тариф на страхование транспортировки и предстартовой подготовки был в сумме меньше процента, а КА «Горизонт-45» – был застрахован только с момента запуска, условия поставки спутника «Бонум-1» включали страхование, действующее с момента запуска до ввода спутника в эксплуатацию [3–4].

Из табл. 2 видно, что основная сложность определения количественных показателей рисков связана с анализом надежности.

Примерные страховые риски и нетто-ставки страхового тарифа [1–5]

Этап реализации	Страховой риск	Нетто-ставка страхового тарифа, %
Изготовление КА, транспортировка РН головного обтекателя, КА на космодром, подготовка к пуску на техническом и стартовом комплексах (ТК и СК)	Гибель или повреждение РН, головного обтекателя КА по любой причине	0,25...0,45
Подготовка РН с КА к пуску на ТК и СК	То же	0,35...0,65
Пуск РКН с КА	Гибель РКН (3 ступени + РБ + КА)	Определяется анализом надежности 5...10 (в зависимости от типа РН)
Подготовка и пуск РКН	Гибель или повреждение объектов наземной инфраструктуры. Гражданская ответственность перед третьими лицами	0,6..0,7 0,065...0,100
Ввод в летную эксплуатацию КА для периода выведения и развертывания	Гибель или повреждение КА. Гражданская ответственность перед третьими лицами.	Определяется анализом надежности КА 3..5 0,065...0,1 в год
Летная эксплуатация КА (для полета в течение 15 лет)	Полный отказ или отказы бортовых систем КА. Гражданская ответственность перед третьими лицами	1,5...2,5 0,065...0,1 в год

Рассмотрим, например, создание модульного малого космического аппарата (МКА) с унифицированным разгонным блоком (РБ) «Тор» разработки ФГУП «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», Россия, Санкт-Петербург [7].

РБ «Тор» в МКА служит для решения следующих задач:

- доведение МКА на рабочие орбиты с изменением высоты до 10 000...15 000 км;
- перевод МКА с одной орбиты на другую;
- увод МКА или их составных частей с орбиты после завершения программы полета.

Разгонный блок создан на базе серийного изготавливаемого ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ), имеющего большую наработку в космосе и высокую надежность.

С 1989 года в составе КА серии «Космос» функционировало 78 РДТТ «Тор», при этом не было зарегистрировано ни одного отказа. Соответственно, по результатам эксплуатации вероятность безотказной работы за период 24 года равна единице.

Учитывая модульное исполнение МКА, необходимо проанализировать вероятность безотказной работы собственной полезной нагрузки и служебных систем без РБ «Тор».

Другой пример: анализ спутников связи, навигации и геодезии производства АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» (АО «ИСС»), которые в современном исполнении выполняются по модульной схеме: модуль полезной нагрузки (МПН) и модуль служебных систем (МСС). В настоящее время конструкция МСС состоит из сотопанелей

со встроенными тепловыми трубами (ТТ), которых на КА платформе «Экспресс-2000» порядка 100 штук. Как показали расчеты надежности тепловых труб по методике, внедренной в АО «ИСС», вероятность безотказной работы тепловых труб на три порядка выше требуемой в техническом задании [8].

Следует отметить, что за срок более 30 лет ни одного отказа тепловых труб в составе КА производства АО «ИСС» не зарегистрировано.

Выводы

1. Страхование космических проектов необходимо с целью обеспечения национальной безопасности нашей страны, космического мониторинга чрезвычайных ситуаций (пожары, наводнения, землетрясения, цунами, обвалы и др.) и коммерциализации ракетно-технической отрасли.
2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации за период до 2020 года предусматривает ускоренное развитие космической отрасли [9], при этом необходимо решение экономических задач космической деятельности [10] и разработка моделей оценки рисков проектов в ракетно-космической промышленности, например, на основе предложенного вероятностного анализа.
3. При расчете надежности КА и составных частей предлагается сосредоточиться на расчете вероятности безотказной работы МПН и интерфейсов между МПН и МСС, а также приборов агрегатов систем, входящих в данные модули.

Список литературы

1. Страхование космических рисков : справ. пособие / под ред. В. Б. Николаева, В. С. Шутова. М. : Русь-Фильм, 1997. 187 с.
2. Корунов С. С., Медведчиков Д. А., Миронюк Н. Ю. Методическое обеспечение страхования космических программ. М. : Издательский центр «Анкил», 1996. 64 с.
3. Медведчиков Д. А. Организационно-экономические принципы страхования космических рисков. М. : Издательский центр «Анкил», 2005. 464 с.
4. Медведчиков Д. А., Савицкая С. Е. Управление рисками и страхование : учеб. пособие. М. : Доброе слово : Издательство МАИ, 2005. 80 с.
5. Портал медиаинформационной группы «Страхование сегодня» [Электронный ресурс]. URL: www.insur-info.ru/press/48037 (дата обращения: 11.09.2017)
6. Интернет-портал «Российской газеты» [Электронный ресурс] // URL: www.rg.ru/2011/12/29/kosmos.html (дата обращения: 11.09.2017)
7. Кислицкий М. И., Черепанов В. А., Голованова В. В. Создание унифицированного модульного малого космического разгонного блока «Тор» на основе серийного ракетного двигателя твердого топлива // Материалы XIII Международной научной конференции «Решетневские чтения» / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосм. ун-т. Красноярск, 2009. С. 59–60.
8. Двирный Г. В., Двирный В. В., Голованова В. В., Третьякова Т. С. Рисковые ситуации в космической отрасли и их анализ при производстве тепловых труб // Материалы XVI Международной научной конференции «Решетневские чтения» / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосм. ун-т. Красноярск, 2012. С. 11–12.
9. Инновационная Россия – 2020 (Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года). М. : Правительство Российской Федерации, 2011. 148 с.
10. Экономика развития космической деятельности / под ред. Г. Г. Райкунова. М. : Физматлит, 2013. 600 с.

История статьи

Поступила в редакцию 6 сентября 2017 г.

Принята к публикации 18 октября 2017 г.

SPACECRAFT INSURANCE ON THE BASIS OF PROBABILISTIC RISK

**V. V. Dvirnyi¹, V. V. Golovanova², M. V. Elfimova³, G. V. Dvirnyi¹,
N. N. Petyaeva¹**

¹JSC Academician M. F. Reshetnev Information Satellite Systems,
Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, Russian Federation

²The Arsenal Design Bureau named after M. V. Frunze, Saint Petersburg, Russian Federation

³FSBEE HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia,
Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, Russian Federation

A necessary financial instrument for successful operation in the aerospace industry is the insurance of space projects. This article reviews the development of the space sector of the insurance market. The types of property and personal insurance are presented, which are presented in accordance to the above classification on the basis of probabilistic risk analysis. This classification of space projects insurance is intended for the successful implementation of the national security of our country, the space monitoring of emergencies and the commercialization of the missile and technical industry. Typical insurance risks of the space project and examples of determining the quantitative indicators of risks from the analysis of the reliability of spacecraft components are given. We considered the sequence of insurance. Typical variants and conditions for insurance of space risks are presented, as well as standard procedures for their placement in insurance markets, which allows insurance policyholders to offer insurance coverage that has been worked out in practice and familiar to foreign reinsurers. We also considered the strategy of innovative development of the Russian Federation and the development of models for assessing the risks of projects in the rocket and space industry on the basis of the proposed probability analysis.

Keywords: space projects, insurance, risk analysis, reliability.

References

1. Nikolaev V. B., Shutov V. S. *Strakhovanie kosmicheskikh riskov* [Space risks insurance]. Moscow, Rus.-Film Publ., 1997, 187 p. (In Russian)
2. Korunov S. S., Medvedchikov D. A., Mironyuk N. Yu. *Metodicheskoe obespechenie strakhovaniya kosmicheskikh program* [Space programmes insurance methodological support]. Moscow, Ankil Publ., 1996, 64 p. (In Russian)
3. Medvedchikov D. A. *Organizatsiya strakhovaniya riskov kosmicheskikh proektov* [Space projects risks insurance management]. Moscow, Ankil Publ., 2005, 464 p. (In Russian)
4. Medvedchikov D. A., Savitskaya S.E. *Upravlenie riskami I strakhovanie* [Risk management and insurance]. Moscow, Dobroe slovo Publ. And MAI Publ., 2005, 80 p. (In Russian)
5. Portal of media-information group Strakhovaniya. Available at: www.insur-info.ru/press/48037 (accessed: 11.09.2017). (In Russian)
6. Russian Newspaper Internet-portal. (In Russ.) Available at: www.rg.ru/2011/12/29/kosmos.html (accessed: 11.09.2017). (In Russian)
7. Kislitskiy M. I., Cherepanov V. A., Golovanova V. V. *Sozdanie unifikirovannogo modul'nogo malogo kosmicheskogo razgonnogo bloka "Tor" na osnove seriynogo raketnogo dvigatelya tverdogo topliva* [Creation of an unified modular small launch vehicle Tor on the basis of solid fuel rocket engine]. Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Reshetnevskie chteniya" Sib. Gos. aerokosmicheskiiy un-t. Krasnoyarsk, 2009, pp. 59–60. (In Russian)
8. Dvirnyi G. V., Dvirnyi V. V., Golovanova V. V. *Riskovie situatsii v kosmicheskoy otrasli I ikh analiz pri proizvodstve teplovykh trub* [Space industry risks and analysis during manufacturing of heat pipes]. Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Reshetnevskie chteniya" Sib. gos. aerokosmicheskiiy un-t. Krasnoyarsk, 2012, pp. 11–12. (In Russian)
9. *Innovatsionnaya Rossiya – 2020 (Strategiya innovatsionnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda)* [Innovative Russia – 2020 (Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020)]. Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii Publ., 2011, 148 p. (In Russian)
10. *Ekonomika razvitiya kosmicheskoy deyatelnosti* [The economy of the development of space activities]. Pod redaksiyey G. G. Raykunova. Fizmatlit Publ., 2013, 600 p. (In Russian)

Article history

Received 6 September 2017

Accepted 18 October 2017