

**РИСКИ КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ.
АНАЛИЗ НЕУДАЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЗАПУСКОВ**

Г. П. Беляков, Ю. А. Анищенко, М. В. Сафронов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: smv-agi@mail.ru

Проведен анализ неудачных космических запусков с российских космодромов. Рассмотрена статистика запусков в период с 2004 по 2014 годы. Под неудачными понимаются запуски, в ходе которых произошли негативные события, повлекшие частичное или полное невыполнение запланированных мероприятий, повреждение или потерю космического аппарата, а также ущерб третьим лицам. Выявлено 19 неудачных запусков за данный период. Дана характеристика сущности события, причин неудачи, последствий и ущерба по каждому из них. Проведен анализ неудачных запусков в разрезе используемых ракет-носителей и разгонных блоков. Выявлено значительное влияние на успешность запуска человеческого фактора и уровня технического контроля производства. Описана классификация рисков космического проекта. Определены категории критичности последствий проявления риска. Выявлено соответствие между повлекшими отрицательные отклонения негативными событиями и группами рисков космических проектов, критичностью последствий проявления риска. На основании исследования выявлено преобладание технической группы рисков как источника причины неудачи. На втором месте по частоте проявления – человеческие риски. Анализ показал, что человеческие риски ведут к более критичным для проекта последствиям, что обусловлено спецификой космических проектов. Выдвинуто предположение о необходимости пересмотра процессов управления при реализации космических проектов, включая систему управления рисками. Решение поставленной проблемы видится в совершенствовании организации космической деятельности на основе методов проектного управления.

Ключевые слова: неудачные космические запуски, космические проекты, управление космическими проектами, риски космических проектов.

Vestnik SibGAU
2014, No. 5(57), P. 208–215

**ANALYSIS OF FAILED SPACE LAUNCHES
FROM THE POINT OF SPACE PROJECT RISK MANAGEMENT**

G. P. Belyakov, Y. A. Anishchenko, M. V. Safronov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation
E-mail: smv-agi@mail.ru

An analysis of failed Russian space launches is carried out in this article. The authors have reviewed the statistics for the period from 2004 to 2014. Under unsuccessful launches the authors understood launches during which there were adverse events that caused partial or complete failure of the planned activities, damage or loss of the spacecraft, as well as damage to third parties. 19 failed launches are identified in the period. The characteristic nature of the event of the failure, and consequences damage to each of them are given. Failed launches in the context used rockets and boosters have been analyzed. There was a significant influence on the successful launch of the human factor and the level of technical control of production. The classifications of space project risks are given. The categories of criticality risk manifestation space project are defined. The correspondence between entailed negative deviations and groups of space projects risk and category criticality risk manifestation is revealed. On the basis of the study the predominance of technical group of risk as a source of reasons for the failure is revealed. The second by expression is human group of risks. The analysis showed that human risks are more critical to project the consequences of that due to the specific space projects. The need to review management processes in the implementation of space projects, including the risk management system is suggested. The solution of the problem lies in improving the organization of space activities on the basis of project management methods.

Keywords: failed space launches, space projects, space project management, space project risks.

Введение. Проблемы анализа состояния космической деятельности, совершенствования управления в ракетно-космической промышленности, методологии управления космическими проектами и космическими рисками находят отражение в трудах многих авторов как в России, так и за рубежом [1–11]. Стадия запуска в космос является неотъемлемой частью жизненного цикла космических проектов, связанных с созданием и использованием космических аппаратов. Актуальной научной задачей является анализ неудачных космических запусков с перспективой использования полученных результатов для совершенствования управления рисками космических проектов.

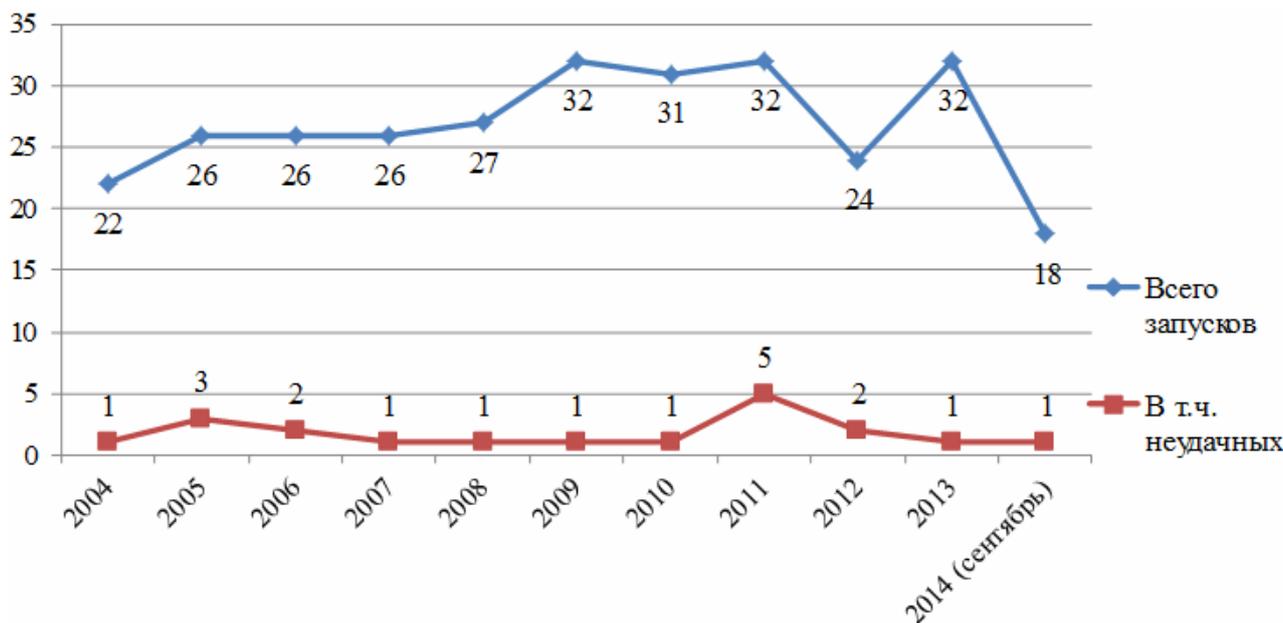
Анализ неудачных космических запусков. Неудачи при освоении космоса случаются постоянно, в то же время, согласно общей статистике запусков со времени начала освоения космоса, среднегодовое число неудачных запусков снизилось по сравнению с пионерными годами космонавтики. Это обусловлено увеличением доли серийных запусков народнохозяйственного назначения в общей структуре запусков. Рассмотрим статистику космических запусков в России за период с 2004 по 2014 годы (см. рисунок). За указанный период было проведено 296 запусков, из которых 19 окончились неудачей.

Следует отметить расхождение в определении космического запуска как неудачного с позиции официальной статистики Федерального агентства – представителя услуг по выведению космических аппаратов (КА), и с позиции заказчиков – владельцев и пользователей результатов космического проекта. Федеральное агентство в официальной статистике выделяет успешные, частично успешные, неуспешные и аварийные запуски. При этом успешными считаются запуски, произведенные без негативных событий в зоне ответственности оказывающего услуги по запуску.

К частично успешным относятся запуски, в которых выполнены обязательства по выведению КА в космос, но оказано негативное влияние на условия дальнейшего функционирования КА. К данной группе относят запуски, в ходе которых не произошло выведение КА на расчетную орбиту с сохранением его функциональных качеств, корректировка орбиты до расчетных значений производится за счет двигателей КА, при этом внештатный расход топлива ведет к снижению срока полезного использования аппарата. Аварийными и неудачными запуски признаются при полной потере функциональности космического аппарата. С позиции управления проектом создания космического аппарата любое негативное отклонение в полученных результатах можно трактовать как неудачу, негативное событие, ведущее к неизбежным потерям. Неудачный космический запуск следует рассматривать как случай проявления риска, подлежащего предварительному выявлению, оценке и возможной реакции на риск со стороны организаций, реализующих комические проекты. Таким образом, целесообразно подразделять космические запуски на успешные и неудачные.

Для целей данного исследования под неудачным космическим запуском понимается выведение в космос ракеты-носителя с полезной нагрузкой на борту, в ходе которого произошли негативные события, повлекшие частичное или полное невыполнение запланированных мероприятий, повреждение или потерю космического аппарата, а также ущерб третьим лицам.

В целях удобства анализа необходимо рассмотреть неудачные запуски в сопоставимом виде с раскрытием сущности каждого негативного события, его причин, последствий и ущерба. Систематизированная информация представлена в табл. 1.



Статистика космических запусков в России с января 2004 года по сентябрь 2014 года

Неудачные космические запуски в России с 2004 по 2014 годы*

Дата	Стартовый комплекс	РН и РБ	Описание сущности события, причин неудачи, последствий и ущерба
24.12.2004	Плесецк 32/2	Циклон-3 701	Двигатель третьей ступени ракеты-носителя (РН) во втором своем включении вместо положенных 9,8 секунды отработал только немногим более четырех секунд, после чего отключился. Полезная нагрузка выведена на нерасчетную орбиту
21.06.2005	Плесецк 16/2	Молния-М 77046-694	На 298-й секунде полета произошла авария 3-й ступени носителя. Спутник потерян в результате аварии ракеты-носителя. Ущерб около 1,3 млн руб., угроза экологического загрязнения местности
21.06.2005	К-496	Волна-О	Первая ступень двигателя ракеты-носителя самопроизвольно прекратила свою работу на 83 секунде полета, в результате чего ракета не набрала необходимую для выхода на орбиту скорость и упала в океан. Неудачный запуск замедлил развитие совместного российско-американского проекта по запуску космического аппарата, движущегося по принципу солнечного парусника
08.10.2005	Плесецк 133/3	Рокот / Бриз-КМ	Не произошло отделение разгонного блока (РБ). В результате связка из второй ступени ракеты и разгонного блока упала в Северном Ледовитом океане. Проблема в нештатной работе программного обеспечения системы управления разгонного блока, которая не сформировала требуемых команд на разделение второй ступени и космической головной части. Потерян спутник Cygnat стоимостью 140 млн евро, научный проект ЕКА отложен до 2010 года
28.02.2006	Байконур Пл. 200/39	Протон-М / Бриз-М 535-11/88515	Из-за нештатной работы во время второго включения разгонного блока арабский спутник связи на расчетную орбиту не выведен. Использование по назначению спутника Arabsat 4A не представляется возможным
26.07.2006	Байконур Пл. 190/95	Днепр 450-2973-804	На 73-й секунде полета произошло аварийное отключение двигателей ракеты. Авария произошла из-за нарушения теплоизоляции, в результате чего произошел перегрев рабочего тела гидропривода, который управляет качанием камеры № 4 двигательной установки первой ступени. В аварии было потеряно 18 спутников. На месте падения ракеты взяты пробы грунта, ПДК гептила превышена в тысячу раз
05.09.2007	Байконур Пл. 200/39	Протон-М / Бриз-М 535-22/88522	На 135-й секунде полета произошло аварийное выключение двигательной установки второй ступени ракеты. На почву попало несколько тонн высокотоксичного топлива (гептила). Несмотря на быструю ликвидацию последствий экологической катастрофы, Казахстан потребовал от России компенсационную выплату в размере 60,7 млн долл.
14.03.2008	Байконур Пл. 200/39	Протон-М / Бриз-М 535-25/88525	Разгонный блок не доставил полезную нагрузку на расчетную орбиту. Преодолеть разницу в орбитах за счет резерва двигателей спутника не представилось возможным. Собственник объявил о потере спутника
23.05.2009	Плесецк 43/4	Союз-2.1a 77067-162 РБ Фрегат	Запуск частично успешный: аппарат не вышел на целевую орбиту. Дефект разгонного блока на втором включении, третьего запланированного включения не произошло. КА используется по назначению, но не в составе спутниковой группировки ЕССС
05.12.2010	Байконур Пл. 81/24	Протон-М / ДМ-3 535-37/01L	После удачного старта разгонный блок ДМ-03 вместе с космическими аппаратами упал в Тихий океан. Согласно выводам комиссии все ступени и системы ракеты-носителя отработали штатно, а спутники были утрачены из-за того, что в разгонный блок ДМ-03 из-за ошибки в конструкторской документации залили 1,5 тонны лишнего топлива. Ущерб от потери спутников составил 2,5 млрд руб., не считая стоимости РН «Протон-М»
01.02.2011	Плесецк 133/3	Рокот / Бриз-КМ	Спутник выведен на нерасчетную орбиту из-за ошибок в работе разгонного блока. Через некоторое время связь со спутником пропала. Причиной отсутствия связи с «Гео-ИК-2» стал отрицательный энергобаланс космического аппарата, образовавшийся в результате падения напряжения бортового электропитания. Космический аппарат сошел с орбиты в 18:27 15 июля 2013 года и сгорел в атмосфере
17.08.2011	Байконур Пл. 200/39	Протон-М / Бриз-М 935-21/99522	В ходе полета произошел сбой в системе разгонного блока, в результате чего космический аппарат был выведен на нерасчетную орбиту. Авария стала результатом программной ошибки. Стоимость создания и запуска спутника предположительно составила около 10 млрд руб.
24.08.2011	Байконур Пл. 1	Союз-У ПВБ L15000-132	На участке работы третьей ступени ракеты-носителя на 325-й секунде произошло нарушение работы двигательной установки, приведшее к ее аварийному отключению. Причиной нештатной работы стало уменьшение расхода горючего в газогенераторе вследствие засорения тракта его подачи. Ущерб – 3,2 млрд руб.

Дата	Стартовый комплекс	РН и РБ	Описание сущности события, причин неудачи, последствий и ущерба
08.11.2011	Байконур Пл. 45/1	Зенит-2СБ 2SB41.1,2FG	Произошел перезапуск двух комплектов бортового вычислительного комплекса и «Фобос-Грунт» остался на околоземной орбите. Непосредственной причиной перезапуска обоих полукомплектов вычислительной машины ЦВМ22 названо срабатывание сторожевого таймера в её составе, связанное, вероятнее всего, с искажением программного кода при воздействии тяжёлых заряженных частиц на ячейки ОЗУ. Ущерб – 5 млрд руб.
23.12.2011	Плесецк Пл. 43/4	Союз-2.1б 78075- 164/104	На 421-й секунде полета произошла нештатная работа двигательной установки третьей ступени ракеты из-за прогара камеры двигателя вследствие «нестабильности характеристик паянного соединения, не выявляемого существующими в отрасли методами контроля качества». [15] Полная потеря полезной нагрузки. Ущерб – около 2 млрд руб.
06.08.2012	Байконур Пл. 81/24	Протон-М/ Бриз-М 935- 31/99532	Выключение двигателей разгонного блока произошло через 7 секунд вместо расчётных 18 минут 5 секунд. Причиной аварии была признана производственная проблема: произошло засорение магистрали наддува дополнительных топливных баков горючего «Бриз-М». Ущерб от аварии оценивается в 5–6 млрд руб.
08.12.2012	Байконур Пл. 200/39	Протон-М/ Бриз-М 935- 34/99535	Процедура отделения КА от разгонного блока произошла на 4 минуты раньше расчётного времени. Спутник был оставлен на орбите, ниже расчётной. Выведение на расчетную орбиту за счет резервов космического аппарата привело к снижению срока полезной эксплуатации аппарата до 11,5 лет вместо ожидавшихся 19. Заявленный убыток, связанный с сокращением срока службы спутника, составил 73 млн евро
02.07.2013	Байконур 81/24	Протон-М/ ДМ-03	Примерно на десятой секунде после старта ракета внезапно изменила направление полета, начала падать и взорвалась на территории космодрома. Причиной аварии стала нештатная работа трех из шести датчиков угловых скоростей, которые были установлены обратной стороной. Ущерб превысил 6 млрд руб.
16.05.2014	Байконур	Протон-М/ Бриз-М	Спутник «Экспресс-АМ4Р» не вышел на целевую орбиту. Третья ступень ракеты не доработала 37 секунд. Телеметрия показала резкое падение давления в рулевом двигателе третьей ступени. Причиной аварии стал производственный дефект в ходе сборки. Запуски «Протонов» приостановлены до полного расследования

*Источник: материалы открытой печати, отчеты межведомственных комиссий, специализированные сайты Интернета [12–14].

В разрезе используемых ракет-носителей можно выделить неудачные пуски с применением ныне снятых с эксплуатации РН «Молния-М» и «Циклон-3». Авария РН «Молния-М» 2005 года оказалась последней в истории эксплуатации данного ракетносителя. В 2010 году после пятидесяти лет использования РН «Молния-М» выведена из эксплуатации и заменена на более современную – «Союз-2» с разгонным блоком «Фрегат». Аналогичная ситуация сложилась с РН «Циклон-3», аварийный запуск 2004 года оказался последним в истории длительной успешной эксплуатации ракетносителя, и в 2010 году использование этой ракеты прекращено.

В истории использования РН «Днепр» аварийным оказался 7-й запуск в 2006 году, по состоянию на сентябрь 2014 года – единственный в практике эксплуатации РН.

«Рокот» – жидкостная ракета-носитель лёгкого класса. За период использования РН проведено 20 запусков, в числе которых 18 успешных. Неудачные запуски РН в 2005 и 2011 годах связаны с нештатной работой разгонного блока «Бриз-КМ».

Неудачи при запуске ракет-носителей семейства «Союз» за анализируемый период случались трижды. В 2009 году неудача при запуске РН «Союз 2.1а» произошла по вине разгонного блока «Фрегат». За всю

историю эксплуатации РН «Союз-У» из 770 произведенных запусков неудачными оказались 21, при этом причиной аварии 2011 года была производственная оплошность, приведшая к засорению тракта подачи топлива, что указывает на влияние человеческого фактора. Двигатель РД-0110 третьей ступени ракеты «Союз» уже не одно десятилетие серийно изготавливает Воронежский механический завод. Начиная с 60-х годов прошлого века, двигатель РД-0110 обеспечил более 1700 успешных пусков. Авария РН «Союз-2.1б» также произошла на участке работы третьей ступени РН из-за технического дефекта производства при изготовлении двигателя РД-0124 [15].

Запуски РН «Протон-М» за анализируемый период относились к числу неудачных девять раз. Нештатные ситуации на участке работы ракеты-носителя возникали трижды. В 2007 году причиной аварии стала нештатная работа второй ступени РН. Два случая в 2013 и 2014 годах связаны с человеческим фактором – небрежность работников, повлекшая дефекты при сборке. Разгонные блоки «Бриз-М» стали причиной пяти неудачных запусков с участием ракеты-носителя «Протон» с 2006 по 2012 годы. Три случая были вызваны нештатной работой разгонного блока. Причиной аварий 2011 и 2012 годов был человеческий фактор – небрежность работников, повлекшая программные

ошибки и дефекты при сборке. Авария РН «Протон» с РБ ДМ-03, произошедшая в 2010 году, также связана с человеческим фактором, проявившимся в ошибке в документации, вследствие чего ракета была перетяжелена.

РН «Волна» является «гражданской» версией межконтинентальной ракеты РСМ-50. Запуск РН производится с подводных лодок в Баренцевом море. Технические характеристики ракетоносителя значительно ограничивают возможность широкого гражданского использования. В истории эксплуатации РН четыре из пяти запусков прошли со значительными отрицательными отклонениями от планируемых результатов. После 2005 года запусков РН «Волна» не производилось.

На основе представленной в табл. 1 информации можно сделать вывод о значительном влиянии на успешность запуска качества контроля при производстве космической техники, а также человеческого фактора. Обращение к методологии управления космическими проектами и космическими рисками позволит более детально рассмотреть причины и последствия неудачных космических запусков.

Проектный подход в управлении является исторически характерным для аэрокосмической отрасли. Это обусловлено специфичными для отрасли технологичностью, наукоемкостью, а также уникальностью создаваемой продукции и высокой инновационной активностью участников космического рынка. Систематизация знаний в области управления космическими проектами и развитие методической базы в этой области знаний в свете череды неудачных космических запусков является актуальной научной задачей, востребованной космической отраслью Российской Федерации [1].

Проводя анализ неудачных космических запусков, необходимо обратиться к методологии управления рисками космических проектов. Целесообразно выявить соответствие между повлекшими отрицательные отклонения негативными событиями и группами рисков космических проектов, а также критичностью последствий проявления риска. Основным признаком классификации проектов создания космических аппаратов выступает целевое назначение космического аппарата как ключевого элемента проекта в целом.

При этом выделяются научные, оборонные, социально-экономические и КА двойного назначения. Полезным также будет анализ распределения неудачных космических запусков с точки зрения владельцев КА: национальные (запуски для российских заказчиков), с иностранным участием (как правило, запуски спутников для других государств, где Россия выступает как посредник услуг выведения), международный (как правило, научные проекты с участием России в распределении получаемых результатов). Риски космических проектов можно классифицировать по многим признакам. В рамках данного исследования интерес представляет классификация рисков по причине (природе) ущерба от риска:

1. Технические риски – риски, связанные с возможностью сбоев и поломок оборудования, недостаточностью контроля качества или наличием дефекта, не выявляемого существующими в отрасли методами контроля качества.

2. Риски, связанные с человеческим фактором – риски, связанные с возможностью принятия человеком ошибочных или алогичных решений в конкретных ситуациях. В связи с субъективным недостатком информации, физическим и психологическим состоянием человека.

3. Информационные риски – риски, связанные с объективным недостатком информации, проявляющиеся при реализации космических проектов в неизученных областях космического пространства.

4. Природные риски – риски проявления неуправляемых и непредсказуемых обстоятельств, например, столкновение с метеоритами и космическим мусором на орбите.

Критичность последствий проявления риска определяется его влиянием на результаты космического запуска и, следовательно, на результаты космического проекта в целом. Целесообразно выделить следующие виды последствий: частичная потеря функциональности, полная потеря функциональности, потеря КА. Наличие описанных выше систем классификации космических аппаратов, групп риска и критичности последствий риска позволяет классифицировать по ним отдельные параметры неудачных космических запусков (табл. 2).

Таблица 2

Классификация некоторых параметров неудачных космических запусков

Дата запуска	Наименование КА	Целевое назначение КА	Владелец КА	Группа рисков – проявление риска	Критичность последствий
24.12.2004	Сич-1М Микрон	Социально-экономическое, ДЗЗ	Украина	Технические риски – нештатная работа РН	Вывод на нерасчетную орбиту – частичная потеря функциональности
21.06.2005	Молния-3К	Двойного назначения	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – нарушение эксплуатационных требований	Потеря КА
21.06.2005	Космос-1	Научное	РФ–США	Технические риски – нештатная работа РН	Потеря КА
08.10.2005	Криосат-1	Научное	ЕКА	Технические риски – нештатная работа РБ	Потеря КА
28.02.2006	Arabsat 4A	Социально-экономическое	ARABSAT	Технические риски – нештатная работа РБ	Вывод на нерасчетную орбиту – полная потеря функциональности

Дата запуска	Наименование КА	Целевое назначение КА	Владелец КА	Группа рисков – проявление риска	Критичность последствий
26.07.2006	18 спутников	Научное	Белоруссия, Россия, Италия, США и пр.	Технические риски – дефект при производстве РН	Потеря КА
05.09.2007	JCSAT 11	Социально-экономическое, связь и телевидение	Япония	Технические риски – нештатная работа РН	Потеря КА
14.03.2008	Americom 14	Социально-экономическое, телевидение	США	Технические риски – нештатная работа РБ	Вывод на нерасчетную орбиту – полная потеря функциональности
23.05.2009	Меридиан-2	Двойного назначения	РФ	Технические риски – нештатная работа РБ	Вывод на нерасчетную орбиту – частичная потеря функциональности
05.12.2010	Ураган-М № 739 Ураган-М № 740 Ураган-М № 741	Двойного назначения	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – ошибка в документации	Потеря КА
01.02.2011	Гео-ИК-2	Научное	РФ	Технические риски – нештатная работа РБ и КА	Вывод на нерасчетную орбиту – полная потеря функциональности
17.08.2011	Экспресс-АМ4	Социально-экономическое, цифровое вещание	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – программная ошибка	Вывод на нерасчетную орбиту – полная потеря функциональности
24.08.2011	Прогресс-М-12М	Научное	МКС	Риски, связанные с человеческим фактором – дефект при сборке РН	Потеря КА
08.11.2011	Фобос-Грунт	Научное	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – воздействие внешней среды, неучтенное при проектировании КА	Потеря КА
23.12.2011	Меридиан № 15L	Двойного назначения	РФ	Технические риски – дефект при производстве РН	Потеря КА
06.08.2012	Телком-3 Экспресс-МД2	Социально-экономическое, телекоммуникация	РФ / Индонезия	Риски, связанные с человеческим фактором – дефект при производстве РБ	Потеря КА
08.12.2012	Ямал-402	Социально-экономическое, телекоммуникация	РФ	Технические риски – нештатная работа РБ	Вывод на нерасчетную орбиту – частичная потеря функциональности
02.07.2013	3 Глонасс-М	Двойного назначения	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – дефект при сборке РН	Потеря КА
16.05.2014	Экспресс-АМ4Р	Социально-экономическое, цифровое вещание	РФ	Риски, связанные с человеческим фактором – дефект при сборке РН	Потеря КА

В числе 19 неудачных запусков ракет-носителей 6 использовались для выведения космических аппаратов научного назначения. Потери такого характера оказывают значительное отрицательное воздействие на интенсивность научных исследований ввиду сложности и длительности создания космических аппаратов научного назначения. Кроме материальных убытков, неудачи при реализации научных проектов существенно замедляют научный прогресс. Крупные потери при неудачных запусках КА социально-экономического назначения несет и народное хозяйство, в первую

очередь, отрасль телекоммуникаций. К 8 неудачным запускам социально-экономического назначения можно прибавить 5 запусков КА двойного назначения, также способных приносить экономическую пользу при гражданском использовании с момента ввода в эксплуатацию.

Из табл. 2 видно, что основные потери от неудачных космических запусков несет государство и компании внутри России. 11 запусков относятся к национальным, в числе которых 3 запуска научных КА, 4 – социально-экономического назначения, 5 – двойного

назначения. В двух случаях потеряны аппараты научного назначения, созданные в рамках международных проектов. В 7 случаях потери понесли собственники космических аппаратов из других государств. Неудачи при таких запусках негативно отражаются на международном престиже отечественной космонавтики.

Классификация причин неудачных запусков по группам рисков показала преобладание технической группы рисков (11 из 19 случаев), оставшиеся 8 относятся к рискам, связанным с человеческим фактором. При этом хронологически на первые 6 лет анализируемого периода приходится только один случай проявления риска, связанного с человеческим фактором, и 8 рисков технического характера. С 2009 по 2014 годы выявлено 7 случаев проявления риска, связанного с человеческим фактором, и 3 – технического риска. Проявление технических рисков обычно связано с нештатной работой РН или РБ ввиду их технического несовершенства или наличия производственных дефектов, не подлежащих обнаружению существующими методами контроля качества. Проявления рисков, связанных с человеческим фактором, более разнообразны по природе, но в большинстве своем сводятся к субъективному недостатку информации (отсутствию необходимых навыков и знаний) и халатности.

Распределение по критичности последствий рисков показало, что риски, связанные с человеческим фактором, имели более критичные последствия и во всех случаях привели к потере запускаемых КА либо их полной непригодности к использованию. При проявлении же технических рисков в 3-х случаях удалось сохранить частичную функциональность КА. Это, вероятно, связано с особенностями процесса запуска космического аппарата, в ходе которого предусмотрено активное участие с Земли, и человеческие решения подлежат переосмыслению и корректированию непосредственно в процессе вывода ракеты в космос. Неизбежные технические риски нивелируются путем дублирования систем КА и создания современных систем контроля качества продукции. В результате проявляются в виде негативных событий лишь наиболее грубые недочеты, исправить которые не представляется возможным.

Заключение. Неудачи в космической деятельности являются отражением накопившихся в ракетно-космической отрасли проблем. На данный момент реализуются масштабные преобразования в ракетно-космической отрасли России. Подобные институциональные преобразования должны обеспечить условия для снижения количества неудачных космических запусков, вызванных сбоями и поломками оборудования, недостаточностью контроля качества, принятием ошибочных или алогичных решений. Помимо институционального уровня необходим пересмотр процессов управления на прикладном уровне – от отдельных рабочих мест и производственных подразделений как основных источников проявляющегося риска до взаимодействия участников при осуществлении отдельных космических проектов. Решение данной проблемы возможно путем совершенствования организации космической деятельности на основе методов проектного управления.

Библиографические ссылки

1. Беляков Г. П., Сафронов М. В. Особенности космических проектов: структура, содержание, жизненный цикл // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. науч. конф. (12–14 нояб. 2013, г. Красноярск). В 2 ч. Ч. 2. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 337–338.
2. Ерыгина Л. В., Сердюк Р. С. Состояние российской ракетно-космической промышленности и тенденции её развития // Вестник СибГАУ. 2014. Вып. 1(53). С. 207–211.
3. Карпов А. С. Ракетно-космическая промышленность Российской Федерации: современное состояние и перспективы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2008. № 12 (33). С. 43–48.
4. Медведчиков Д. А. Космический проект, его участники, космические риски и ущербы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.space-ins.ru/index.php/kategoria2/19-spaceproject> (дата обращения: 10.11.2014).
5. Nghi M. Nguyen Effective Space Project Management // Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Houston, 2000.
6. Пайсон Д. Б. Космическая промышленность «новая» и «старая»: уроки и перспективы совместного развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 16 (205). С. 2–10.
7. Preyssl Ch. The evolution and process of risk management at The European space agency ESA // International Journal of Risk Assessment & Management. 2000. Т. 1, № 1. С. 80.
8. Сафронов М. В., Харламов А. Д., Беляков Г. П. Анализ неудачных космических запусков за 2004–2014 годы // Актуальные проблемы авиации и космонавтики Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. № 10. С. 37–38.
9. Фионов С. А. К вопросу о построении обобщенной системы управления космическими рисками // Страховое дело. 2011. № 11. С. 54–64.
10. Филатов В. В. Особенности современного этапа развития аэрокосмической промышленности и новые требования в подготовке специалистов // Вестник СибГАУ. 2006. Вып. 5(12). С. 253–256.
11. White D., Fortune J. Current practice in project management- an empirical study // International Journal of Project Management. 2002. Т. 20, № 1. С. 1–11.
12. Роскосмос [Электронный ресурс]. URL: <http://federalspace.ru> (дата обращения: 10.11.2014).
13. Spaceflight Now [Электронный ресурс]. URL: <http://spaceflightnow.com> (дата обращения: 10.11.2014).
14. Gunter's Space Page [Электронный ресурс]. URL: <http://space.skyrocket.de/index.html> (дата обращения: 10.11.2014).
15. Кажикин А. Воронежская марка. Новые ракеты готовятся к старту [Электронный ресурс]. URL: <http://www.khrunichev.ru/main.php?id=4&nid=2430> (дата обращения: 10.11.2014).

References

1. Belyakov G. P., Safronov M. V. [Features of space projects: structure, contents, life cycle] *Materialy XV*

Mezhdunar. nauch. konf. "Reshetnevskie chteniya" [Materials XV Intern. Scientific. Conf "Reshetnev reading"]. Krasnoyarsk, 2011, p. 98–99 (In Russ.).

2. Erygina L. V., Serdyuk R. S. [Growth trends of russian space industry]. *Vestnik SibGAU*, 2014, no. 1(53), p. 207–211 (In Russ.).

3. Karpov A. S. [Aerospace industry of the Russian Federation: current status and prospects]. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2008, vol. 33, no. 12 p. 43–48 (In Russ.).

4. Medvedchikov D. A. *Kosmicheskij proekt, ego uchastniki, kosmicheskie riski i uscherby* [Space project, its participants, space risk and injury]. Available at: <http://www.space-ins.ru/index.php/kategoria2/19-spaceproject> (access 10 November 2014).

5. Nghi M. Nguyen Effective Space Project Management. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Houston, Texas, USA, 2000.

6. Pajson D. B. [Space industry "new" and "old": lessons and prospects for joint development]. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2013, vol. 205, no. 16. pp. 2–10 (In Russ.).

7. Preyssl Ch. The evolution and process of risk management at The European space agency ESA. *International Journal of Risk Assessment & Management*. 2000, vol. 1, no. 1, p. 80.

8. Safronov M. V., Kharlamov A. D., Belyakov G. P. [Analysis of failed space launches for the years 2004–2014]. *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavтики*. 2014, no. 10, p. 37–38 (In Russ.).

9. Fionov S. A. [To the Construction of Generalized Space Risk Management System] *Strahovoe delo*. 2011, vol. 11, p. 54–64 (In Russ.).

10. Filatov V. V. [Peculiarities of modern stage of aerospace industry development and new requirements for specialists training]. *Vestnik SibGAU*, 2006, no. 5(12), p. 253–256 (In Russ.).

11. White D., Fortune J. Current practice in project management- an empirical study. *International Journal of Project Management*. 2002, vol. 20, no. 1, p. 1–11.

12. Roskosmos, *Official site*. Available at: <http://federalerspace.ru> (access 10 November 2014).

13. Spaceflight Now, *Official site*. Available at: <http://spaceflightnow.com> (access 10 November 2014).

14. Gunter's Space Page, *Official site*. Available at: <http://space.skyrocket.de/index.html> (access 10 November 2014).

15. Kazhikin A. *Voronezhskaja marka. Novye rakety gotovjatsja k startu* [Voronezh mark. The new rocket is ready for launch]. Available at: <http://www.khrunichev.ru/main.php?id=4&nid=2430/> (accessed 10 November 2014).