

## О причине возникновения нештатной ситуации с российским космическим аппаратом «Фобос-Грунт»

© А.В. Кудрявцева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*За последнее десятилетие значительно возросло число нештатных ситуаций (НШС) при запусках российских космических аппаратов (КА). Проведен анализ причины возникновения НШС с российским КА «Фобос-Грунт», доставленным на околоземную орбиту ракетой-носителем «Зенит-2СБ» с космодрома Байконур 9 ноября 2011 г. Основой для анализа послужило Заключение Межведомственной комиссии Роскосмоса. Анализ показал, что причиной НШС могла стать рассинхронизация во времени на 1 ч между бортовым временем, установленным на энергонезависимых часах КА, и декретным, по которому была сделана часть циклограммы. Эта часть не была адаптирована к изменившемуся исчислению времени, так как в соответствии с ФЗ «Об исчислении времени» осенью 2011 г. на территории РФ переход на зимнее время не осуществлялся, а декретное время было отменено. В результате исследования установлено, что рассинхронизация во времени может составлять до 60 мин.*

**Ключевые слова:** нештатная ситуация, спутник «Фобос-Грунт», космический аппарат, декретное время.

Как правило, авария на борту КА практически полностью уничтожает доказательную базу НШС, что затрудняет объективное расследование причин, по которым произошел сбой. Таким образом, методы экспертной оценки характеризуются достаточной субъективностью и непроверяемостью экспертного мнения. Поэтому неизбежно возникает вопрос об адекватности оценки решений, предлагаемых экспертами.

9 ноября 2011 г. в 00:16 по московскому локальному времени (00:16 МСК) с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель (РН) «Зенит-2СБ», которая доставила на околоземную орбиту космический аппарат (КА) «Фобос-Грунт» и китайский микроспутник «ИНХО-1». Однако из-за возникшей нештатной ситуации (НШС) дальнейший полет по намеченной программе не состоялся, так как 15 января 2012 г. на 1 097-м зафиксированном витке полета в результате снижения КА прекратил свое существование в плотных слоях атмосферы Земли вследствие аэродинамического перегрева, механического разрушения и сгорания.

В Заключении Межведомственной комиссии (МВК) Госкорпорации «Роскосмос» по анализу причин НШС, возникшей в процессе проведения летных испытаний, сделан вывод, что причиной является

перезапуск бортового комплекса управления (БКУ) перелетного модуля (ПМ), осуществлявшего управление КА «Фобос-Грунт» и микроспутника «ИНХО-1» на этом участке полета [1]. Указанная перезагрузка была вызвана локальным воздействием тяжелых заряженных частиц космического пространства на БКУ ПМ [1].

Однако есть основания полагать, что НШС была вызвана другой причиной — рассинхронизацией во времени на 1 ч между бортовым временем (МСК), установленном на энергонезависимых часах КА, и декретным московским временем (ДМВ), по которому была сделана часть расчетов циклограммы полета КА. Декретное время — система исчисления времени «поясное время плюс один час». Часть циклограммы, связанная с полетом КА, после вывода его на опорную орбиту, не была адаптирована к изменившемуся времени, так как в соответствии с ФЗ от 03.06.2011 г. № 107-ФЗ «Об исчислении времени» осенью 2011 г. на территории Российской Федерации переход на зимнее время не осуществлялся, а декретное время было отменено. С 26.10.2011 г. разница МСК с всемирным координированным временем (UTS) стала составлять 4 ч:

$$\text{МСК} = \text{ДМВ} = \text{UTS} + 4.$$

Московское локальное время — система исчисления времени «поясное время плюс два часа».

Движение КА, как и любого тела, можно описывать в различных системах координат и системах отсчета времени. При запуске КА «Фобос-Грунт» и «ИНХО-1» использовались две системы отсчета времени, которые не были согласованы ведомствами Роскосмоса между собой:  $\text{МСК} = \text{UTS} + 4$  и  $\text{ДМВ} = \text{МСК} - 1$ .

Согласно циклограмме основных команд РН «Зенит-2СБ», этот старт был запланирован и осуществлен в системе отсчета МСК в 00:16 МСК (20:16 UTS). В системе отсчета ДМВ он должен был состояться 8 ноября в 23:16 ДМВ. После выхода КА на опорную орбиту в память БКУ ПМ была загружена циклограмма событий, составленная специалистами Роскосмоса, с учетом системы отсчета ДМВ. Бортовые часы находились в системе отсчета МСК, а команды циклограммы полета подавались в системе отсчета ДМВ (с опережением на 1 ч).

МВК констатировала, что все расчеты штатной циклограммы полета были сделаны с учетом системы отсчета ДМВ. Данные о применении системы отсчета ДМВ в циклограмме полетного задания были подтверждены в журнале «Новости космонавтики» [2].

Таким образом, с момента выхода КА «Фобос-Грунт» на опорную орбиту на его борту действовали две системы отсчета времени.

В действительности 9 ноября в системе отсчета МСК в 00:26 МСК (20:26 UTS) КА был штатно выведен на опорную орбиту по

циклограмме основных команд РН. По контакту отделения от РН автоматически в системе отсчета МСК включился БКУ ПМ. Поскольку начало импульса синхронизируется с заданным моментом ДМВ для конкретной даты запуска и для КА «Фобос-Грунт», на борту использовались энергонезависимые часы от отдельного источника питания, которые отсчитывают время ДМВ с необходимой точностью [3]. Однако на бортовых часах КА «Фобос-Грунт» время было установлено московское (МСК).

БКУ ПМ работал штатно. В системе отсчета МСК автоматически было осуществлено построение солнечной ориентации. Запустился режим инициализации подсистем, необходимых на первых этапах функционирования КА.

Согласно поступившей со спутника телеметрической информации (ТМИ), оборудование работало исправно. БКУ на 16-й минуте и через 1 ч 32 мин передал ТМИ в системе отсчета МСК в 00:32 МСК (20:32 UTS) и 01:48 МСК (21:48 UTS) соответственно. Эта информация была направлена на Землю посредством устройства связи РПТ111, работающего в С-диапазоне. Прибор РПТ111 установлен на МДУ. Кроме того, в системе отсчета МСК в 02:05 МСК (22:05 UTS) планировалось включение бортового радиокомплекса (БРК), передача ТМИ и установление двусторонней связи КА с ЦУПом посредством антенно-фидерной системы (АФС) в X-диапазоне (табл. 1).

После выхода КА на опорную орбиту в системе отсчета МСК начиная с 00:26 МСК (20:26 UTS) БКУ ПМ должен был продолжить выполнение циклограммы полета, определяющей выполнение последующих этапов межпланетного перелета. В связи с тем, что на бортовых часах было установлено московское время (МСК), а не принятое при расчетах циклограммы декретное время (ДМВ), бортовой компьютер позиционировал местонахождение спутника в соответствии с бортовым фактическим временем. Таким образом, 00:26 МСК (20:26 UTS) в системе отсчета ДМВ соответствовало декретному времени 00:26 ДМВ, что приблизительно могло бы равняться длительности полета в течение 4 200 с совершенного полета от команды «Контакт подъема» (далее КП).

Системы жизнедеятельности КА, которые были «привязаны» в циклограмме полетного задания КА к системе отсчета ДМВ и должны были функционировать под ее управлением к моменту времени в системе отсчета МСК, равному 00:26 МСК (с 23:26 ДМВ до 00:26 ДМВ), не работали. Команды запуска на первом витке полета КА вокруг Земли наиболее важных систем были просто пропущены, а повторного их рестарта не предусматривалось. Фактически НШС произошла на первом витке полета. Около двух недель ежедневный рестарт на 17, 33, 50, 66, 83, 99, 116, 132, 149, 165, 198 и 214-м витках (табл. 2) возобновлялся с момента времени 00:26 МСК.

К моменту времени 00:26 ДМВ должны были развернуться и функционировать следующие системы:

- солнечные батареи (СБ) (остались сложенными «домиком», т. е. около 5...10 % мощности СБ);
- АФС;
- система звездных датчиков (БокЗ-ФМ) (частично, так как эта единственная система, которая не была задействована на первом витке).



Рис. 1. Предполагаемый вид КА во время полета до 29 ноября 2011 г.

Косвенным подтверждением неработающих систем могут служить следующие факты:

- отсутствие данных о расчеховке СБ [1]. Не было полноценной подзарядки аккумуляторных батарей с помощью СБ ПМ. В течение первых нескольких дней в результате визуального наблюдения за космическим объектом специалисты НАСА и Европейского космического агентства (ЕКА) не могли однозначно утверждать, что он является КА «Фобос-Грунт» (рис. 1). Силуэт объекта (без СБ — *Авт.*) не напоминал силуэт спутника, а скорее отработанную ступень РБ (см. рис. 1);
- отсутствие данных о расчеховке АФС. Система не была развернута из транспортного положения в рабочее и не обеспечила двустороннюю связь с ЦУПом и другими наземными станциями слежения в X-диапазоне;
- на первом витке система БокЗ-ФМ не смогла выставить «Признак активного режима после ИНО» [1] (см. табл. 1).

**События и отклонения циклограммы полета**

Дата	Событие циклограммы полета	Расчетное полетное время		ДМВ	МСК	По данным источника информации			Примечания
		ч:м:с, от КП	с, от КП			ч:м:с, от КП	Время, с от КП1	Отклонение, с	
08.11.2011	Фальстарт РН	0:0:0	0	23:16	23:16	—	—		
	Расчетка СБ					РН+РБ+КА находятся на космодроме Байконур			
	Расчетка АФС								
09.11.2011	КП	<del>1:00:00</del>	<del>3:600</del>	0:16	0:16	0:0:0	0	0	Старт РН
	Включение БКУ ПМ	<del>1:10:00</del>	<del>4:200</del>	0:26	0:26	0:10:0	600	0	
	ТМИ-1: (С-диапазон)	1:16:00	4 560	0:32	0:32	0:16:0	960	0	Уссурийск
	ТМИ-2: (С-диапазон)	2:32:00	9 120	1:48	1:48	1:32:0	5 520	0	На первом витке над г. Химки
	Включение ДМТ-1 ПМ на первом витке	2:40:0	9 600	1:56	1:56	1:40:0	6 000	3 600	На первом витке состоялся импульс 25 с ( над территорией РФ)
	Включение МДУ-1 ПМ	2:40:0	9 600	1:56	1:56	1:40:0	6 000	3 600	Аварийный останов (ABEND)
	Переключение БРК ПМ в X-диапазон	2:49:0	10 040	2:05	2:05	1:49:0	—	—	—
Старт БокЗ-ФМ-3)	—	—	—	—	—	—	—	—	
Примечание: Зачеркнутые данные приведены для наглядности.									

После инерционного полета на опорной орбите в течение 1 ч 30 мин на бортовых часах КА было время 01:56. В системе отсчета ДМВ время 01:56 ДМВ, согласно циклограмме полетного задания, соответствовало 9 600 с полета от КП, или моменту времени, когда был заплани-

рован этап запуска маршевой двигательной установки (МДУ) МДУ-1 ПМ. В соответствии с циклограммой полетного задания перед включением МДУ-1 ПМ должны были начать работу двигатели малой тяги (ДМТ) ДМТ-1 ПМ в режиме инерциональной ориентации (ИНО), обеспечивающие режим запуска маршевого двигателя в невесомости. Таким образом, на первом витке вокруг Земли, над Москвой, была предпринята попытка включить двигатели МДУ-1 ПМ. В системе отсчета МСК это соответствовало времени 01:56 МСК (21:56 UTS), или 6 000 с от КП. КА в это время находился в системе передачи сигналов оповещения и залетал в тень Земли, соответственно вектор импульса был направлен в ее сторону. Сила всемирного тяготения со стороны Земли, Солнца и Луны с одновременной работой ДМТ значительно изменили траекторию полета КА (около 20 км в апогее) (рис. 2).

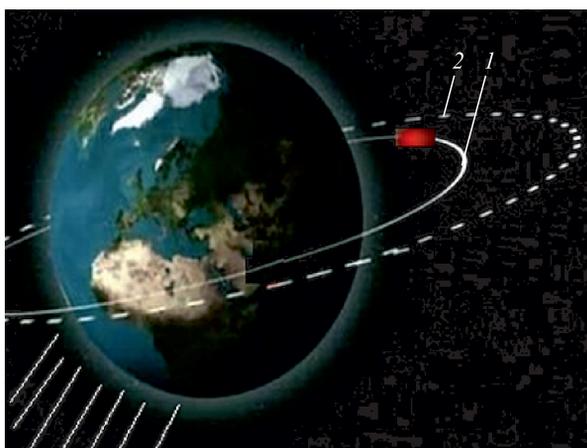


Рис. 2. Планируемый (1) и реальный (2) вторые витки КА

Два контрольных условия могли не позволить автоматике запустить МДУ ПМ, поскольку, с одной стороны, не было синхронизации с заданным моментом ДМВ, а с другой — системой БокЗ-ФМ не был выставлен «Признак активного режима после ИНО» [3].

Как отмечалось выше, по истечении 15 мин в системе отсчета ДМВ в 02:05 ДМВ был предусмотрен сеанс двусторонней связи. В системе отсчета МСК в 02:05 МСК (22:05 UTS) БКУ ПМ включил мощный БРК ПМ и перешел в режим ожидания команды из ЦУПа.

Специалисты одного из подразделений Роскосмоса планировали через 2 ч 30 мин произвести первое включение МДУ ПМ в системе отсчета МСК в 02:56 МСК (22:56 UTS) (9 600 с от КП) над Бразилией, что позволило бы сформировать промежуточную орбиту с апогеем 4 162 км. В системе отсчета ДМВ это время соответствовало 02:56 ДМВ, или примерно 13 200 с от КП, что не было предусмотре-

но циклограммой. Произошла очередная, уже очевидная, НШС. По причине ненормального завершения (ABEND) предыдущего этапа полета не состоялось и второе включение маршевого двигателя МДУ-2 ПМ. По-видимому, ежедневный рестарт программы запуска 12 ДМТ в режиме ИНО постоянно возмущал орбиту КА «Фобос-Грунт» с 9 по 21 ноября. Включение ДМТ неоднократно фиксировалось любительскими фото- и видеокамерами. 12 ноября 2011 г. специалист НАСА Т. Молчан сообщил, что КА «Фобос-Грунт» пытается поддерживать солнечную ориентацию и работа ДМТ возмущает орбиту. По данным NORAD, перигей поднимался на 1,0...1,5 км в районе 17-го и на 30...50-м витках. В соответствии с данными, полученными Институтом прикладной математики, к 21 ноября был зафиксирован подъем КА на 8 км в перигее.

Следует отметить, что вследствие снижения на первом витке на 20 км в апогее (парадокс космических спутников) скорость увеличилась на 1,6 м/с, следовательно, при рестарте попадание в восходящий узел траектории полета было невозможно. Однако воздействие на орбиту КА в перигее могло быть вследствие работы ДМТ в режиме ИНО.

МДУ ПМ была спроектирована на базе РБ «Фрегат» НПО им. С.А. Лавочкина и в целях экономии массы должна была эксплуатироваться без собственной системы управления. Управление МДУ было передано БКУ ПМ КА «Фобос-Грунт», в котором в тот момент функционировала циклограмма в системе отсчета ДМВ и расчеты бортового времени осуществлялись в системе отсчета МСК. КА «Фобос-Грунт» продолжил полет в автоматическом режиме по московскому локальному времени МСК (UTS).

Передачик дальней космической связи X-диапазона, потребляющий большое количество энергии, работал длительное время, израсходовав все запасы аккумуляторных батарей в течение полных 13 сут. Не было полноценной подпитки аккумуляторов за счет СБ. Ресурс электропитания иссяк. БКУ перешел в аварийный режим работы 23 ноября в 00:26 МСК (20:26 UTS). После рестарта БКУ ПМ включил аварийный канал односторонней связи, передающей посредством фидерной антенны ФАМ-4 в X-диапазоне на рабочей частоте, которая была зафиксирована станцией слежения ЕКА в г. Перт (Австралия) 22 ноября в 20:26 UTS (00:26 МСК).

Аварийный режим работы БКУ ПМ сопровождался направлением «аварийного кадра» начиная с 02:05 МСК (22:05 UTS) 22 ноября, каждые 2 ч полета в течение 20 (40) мин. «Аварийный кадр» передавался с помощью аварийного канала связи ФАМ-4 в X-диапазоне, предусмотренном на случай НШС. Двусторонняя связь с помощью антенны ФАМ-4 системы АФС не предусматривалась. Отсутствие рестарта АФС в случае НШС не подтверждено.

Вероятнее всего, аварийный сигнал КА «Фобос-Грунт», находящегося на высоте более 200 км над Землей, мог быть неоднократно услышан и декодирован другими станциями, работающими в X-диапазоне. Таких станций, работающих только в интересах изучения космоса, официально числится несколько десятков. НАСА и ЕКА — гражданские агентства, тогда как, возможно, в проекте были заинтересованы и другие ведомства. В странах военного блока НАТО X-диапазон является рабочим диапазоном еще со времен Второй мировой войны. Однако содержание полноценного «аварийного кадра» стало известно российским специалистам только 24 ноября в 16:05 МСК (12:05 UTS), по данным специалистов Роскосмоса, в 15:05 ДМВ, после получения его на станции слежения на космодроме Байконур (Казахстан). Получение аварийного сигнала при отсутствии двусторонней связи ЦУПа со спутником не позволяло изменить ситуацию.

29 ноября произошла разгерметизация химического источника тока, которая сопровождалась разбросом кусков обшивки КА в космосе. В непосредственной близости от КА специалисты наблюдали куски диаметром до 15 см. От мощного взрыва и сотрясения корпуса раскрылись СБ, которые видны на снимках, сделанных в космосе после взрыва.

15 января 2012 г. КА «Фобос-Грунт» и китайский микроспутник «ИНХО-1» прекратили свое существование.

Таблица 2

**Результаты расчета числа витков КА «Фобос-Грунт»**

Период обращения		рассчитанный, мин	Число состоявшихся витков	Номер витка импульса
штатный				
сут	мин			
1,5 ч	90	89,88	0	1
24 ч	1 440	89,75	16	17
2	2 800	89,75	31	33
3	4 200	89,75	47	50
4	5 600	89,75	63	66
5	7 000	89,75	79	83
6	8 400	89,75	95	99
7	9 800	89,75	111	116
8	11 200	89,75	127	132
9	12 600	89,75	143	149
10	14 000	89,75	159	165
11	15 400	89,75	175	181
12	16 800	89,75	191	198
13	18 200	89,75	207	214
14	19 600	89,75	223	231

Примечание. Приращение скорости на втором витке 1,6 м/с.

В начале второго этапе в 2.56 МСК над Бразилией должно было быть осуществлено выведение КА на промежуточную орбиту «высокий эллипс» (высота апогея более 4 000 км, продолжительность 510 с). На втором витке перед первым активным участком строится ИНО.

«В момент начала реализации активного маневра для перевода КА на промежуточную орбиту (или с промежуточной на перелетную) БКУ (БВК — *Авт.*) ПМ функционирует в режиме выдачи корректирующего импульса (ВКИ). Режиму ВКИ всегда предшествует режим ИНО. Первый участок ИНО обеспечивает включение ДМТ для создания перегрузки с целью заполнения топливных магистралей компонентами топлива на время, определяемое в полетном задании. Активные участки на ДМТ проводятся для коррекции траектории на этапе перелета Земля – Марс, когда для коррекции траектории необходим набор характеристической скорости не более 10 м/с. Двигатели способны к многократным включениям длительностью 0,05...1000 с» [4]. Предположительно время работы ДМТ составляет 25 с.

«Постоянное воздействие на орбиту космического аппарата могло быть из-за работы двигателей ориентации в режиме ПСО» [1]. По-видимому, имелся ввиду режим ИНО.

При незапуске МДУ при построенной ИНО должен быть переход в аварийный (защитный) режим. «Запуск, работа и останов МДУ должен был производиться по командам БКУ ПМ в соответствии с циклограммой» [3]. В 1:56 МСК, когда КА находился над территорией РФ, запуск МДУ был отклонен в связи с отказом БКУ в реализации штатной циклограммы. Около 2.06 МСК «включение БРК ПМ предусматривалась на случай нарушений штатного функционирования систем КА» [3]. По-видимому, НШС потребовала вмешательства ЦУПа.

«В качестве резервного варианта работы на промежуточной орбите предусматривалась экстренная отмена второго импульса с дальнейшей перезакладкой на аппарат командно-программной информации в случае, если первый импульс отработан неточно и орбитальные параметры сильно отличаются от расчетных» [3].

Стратегическое командование США, отвечающее за контроль космического пространства, убрало со своего специализированного сайта все данные, касающиеся полета КА «Фобос-Грунт», что стало исключительным случаем в практике. Причины, по которым американские военные их засекретили, неизвестны. Информация, которая стала известна США и не разглашается, может представлять особый интерес.

Импульсы на 1, 17, 33 и 50-м витках, выдаваемые ДМТ, также были зафиксированы системой NORAD и преданы публичной оглас-

ке. Однако во всех перечисленных случаях речь шла о РБ КА или силуэте космического объекта. Представители НАСА выдвинули версию о бесконтрольном межпланетном полете КА «Фобос-Грунт».

10 ноября 2011 г. к работе с КА «Фобос-Грунт» были официально привлечены (переданы ключи шифрования) станции ESA на космодромах в Перте (Австралия), Кури (Французская Гвиана), Маспаломасе (Канарские острова) с антеннами в X-диапазоне.

Стратегическое командование США, по-видимому, выявило причины сбоя после того, как 14 ноября американские астронавты НАСА из модуля Cyrol с МКС зафиксировали на видео 10 мин полета КА «Фобос-Грунта». Однако для специалистов Роскосмоса было объявлено, что качество съемки плохое, и материалы не были предоставлены. Фото- и видеосъемки не удавалось сделать до 29 ноября. Однако 29 ноября, после взрыва, в руках исследователей окажется снимок НАСА станции, которую сопровождал объект размером около 15 см.

21 ноября в 20:26 UTC (00:26 МСК) сигнал несущей частоты был зафиксирован станцией из Перта, а через несколько часов — сигнал SOS с КА, о чем гражданский персонал ЕКА сообщил мировому сообществу. Сигнал «аварийного кадра» КА «Фобос-Грунт» передавал на Землю не менее 200 раз. Но анонсированные ЕКА сеансы связи, приходящиеся на момент передачи сигнала «аварийного кадра», начиная с 22 ноября, якобы, не проводились, и данные радиобмена не передавались российской стороне. А 24 ноября «неожиданно» выяснилось, что декодеры станций ЕКА данные «портили».

Прослеживается неукоснительное подчинение гражданских космических агентств ЕКА и НАСА стратегическому командованию США в вопросах взаимодействия и сотрудничества с российскими космическими структурами. Несмотря на то, что в топливных баках космического объекта находились десятки тонн топлива (весьма токсичной жидкости), стратегическое командование США, космические агентства НАСА и ЕКА в угоду политическим соображениям отказались сотрудничать с Россией. Прямая угроза падения неуправляемого КА с токсичным топливом была актуальна для Парижа, мегаполисов США, Китая и других стран. Однако первой в этом списке находилась территория России, о чем на Западе даже не упоминалось. К сожалению, с 1996 г. Россия отказалась от размещения в Южном полушарии системы надводных кораблей, осуществляющих слежение за своими спутниками, передоверив эту функцию НАСА и ЕКА — членам одного военного блока — НАТО.

**Заключение.** На основании проведенного анализа применительно к НШС на КА целесообразно исполнение следующих рекомендаций.

1. Ужесточить контроль на всем протяжении технологического процесса изготовления КА и особенно на стадии приемки военно-

космической техники. (Такой опыт был на всех предприятиях ВПК в СССР).

2. Полностью исключить использование электронных компонентов, произведенных на территории других стран.

3. Необходимо срочно начать производство всех комплектующих, особенно электронных компонентов, на российских предприятиях по программе импортозамещения.

4. Начать подготовку российских специалистов по безопасности, а также аналитиков и международных по космической деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Федеральное космическое агентство*. URL: <http://www.federspace.ru/>
- [2] Ильин А. «Фобос-Грунт»: несбывшиеся надежды. *Новости космонавтики*, 2012, № 1, с. 28–43.
- [3] Барзенков В.Н., Машков В.И. Антенно-фидерная система космического аппарата. В кн.: «Фобос-Грунт». *Проект космической экспедиции*. В 2 томах. Москва, Издательство ФГУП "НПО им. С. А. Лавочкина", 2011. Том 1, с. 199–205. URL: <http://www.iki.rssi.ru/books/2011f-g1.pdf>
- [4] Архангельский Р.Н., Зайко Ю.К. Организация управления космическим аппаратом. В кн.: «Фобос-Грунт». *Проект космической экспедиции*. В 2 томах. Москва, Издательство ФГУП "НПО им. С. А. Лавочкина", 2011. Том 1, с. 101–110. URL: <http://www.iki.rssi.ru/books/2011f-g1.pdf>

Статья поступила в редакцию 28.04.2016

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Кудрявцева А.В. О причине возникновения нештатной ситуации с российским космическим аппаратом «Фобос-Грунт». *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2016, вып. 8. <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2016-08-1512>

*Статья подготовлена по материалам доклада, представленного на XL Академических чтениях по космонавтике, посвященных памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства, Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 26–29 января 2016 г.*

**Кудрявцева Анастасия Викторовна** родилась в 1993 г., студентка магистратуры кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
e-mail: [anastasia.nnn2011@yandex.ru](mailto:anastasia.nnn2011@yandex.ru)

## About the cause of the emergency situation with the Russian spacecraft «Phobos-Grunt»

© A.V. Kudryavtseva

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Russia

*During the last decade there has been the significant increase of emergency situations when launching the Russian spacecraft. Finding the causes of emergency situations with Russian spacecraft is one of the most important tasks for the further development of the rocket and space industry. Based on the conclusion of the Interdepartmental Commission "Roscosmos" the causes of the emergency situation with the Russian spacecraft "Phobos-Grunt", delivered into the geocentric orbit by launch vehicle (LV) "Zenit-2SB" from Baikonur on November 9, 2011 were analyzed. The study showed that 1 hour mistiming between on-board time set in the spacecraft volatile clock, and the daylight saving time, according to which a part of the cyclorama was made, could be the cause of the emergency situation. This part of the cyclorama was not adapted to the changed calculation of time, as in accordance with the Federal Law "On the Calculation of Time" in the autumn of 2011 on the territory of the Russian transition to winter time was not carried out, and daylight saving time has been canceled. The study revealed that mistiming can be up to 60 minutes.*

**Keywords:** emergency situation, the satellite "Phobos-Grunt", spacecraft, daylight saving time.

### REFERENCES

- [1] *Federalnoe Kosmicheskoe Agentstvo* [Federal Space Agency]. Available at: <http://www.federspace.ru/>
- [2] Ilyin A. *Novosti kosmonavтики* — *Space News*, 2012, no. 1, pp. 28–43.
- [3] Barzenkov V.N., Mashkov V.I. Antenna-fidernaya sistema kosmicheskogo aparata [Spacecraft antenna-feeder system]. In: "Fobos-Grunt". *Proekt kosmicheskoy ekspeditsii. V 2 tomakh* ["Phobos-Grunt". The project of space mission. In 2 volumes]. Moscow, FSUE "NPO A.S. Lavochkin" Publ., 2011, vol. 1, pp. 199–205. Available at: <http://www.iki.rssi.ru/books/2011f-g1.pdf>
- [4] Arkhangelskiy R.N., Zayko Yu.K. Organizatsiya upravleniya kosmicheskim apparatom. [Spacecraft control organization]. In: "Fobos-Grunt". *Proekt kosmicheskoy ekspeditsii. V 2 tomakh* ["Phobos-Grunt". The project of space mission. In 2 volumes]. Moscow, FSUE "NPO A.S. Lavochkin" Publ., 2011, vol. 1, pp. 101–110. Available at: <http://www.iki.rssi.ru/books/2011f-g1.pdf>

**Kudryavtseva A.V. (b. 1993)**, M. Sc. Student, Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University.  
e-mail: [anastasia.nnn2011@yandex.ru](mailto:anastasia.nnn2011@yandex.ru)