



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2014»
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
IX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS
of the IX International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2014»**

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014».
– Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр.
(қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университеті, 2014

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Ахметова Гульжанат

TAD62@ya.ru

Студент 3-го курса кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – А.Д. Тулегулов

Введение

В Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана отмечена необходимость создания условий для развития конкуренции в сфере ракетно-космических услуг, повышение качества и безопасности, а также снижение стоимости запусков космических ракет. Решение этих задач в настоящее время рассматриваются как одно из важнейших направлений государственной политики, направленной на управление ростом и устойчивостью экономики Казахстана через диверсификацию, инфраструктурное развитие и создание основ высокотехнологичной дальнейшей индустриализации.

Казахстан обладает огромным ракетно-космическим потенциалом, но для его эффективного использования нужно обеспечить подготовку национальных кадров для ракетно-космической отрасли с целью дальнейшей интеграции с мировой космической отраслью.

Задача высокоэффективного использования новой сложной, энергонасыщенной ракетно-космической техники обуславливает требование обеспечения безопасности запусков космических ракет, одним из основных аспектов которого является надежность космических аппаратов.

Надежность ракетно-космической техники

Впервые количественная оценка надежности баллистических ракет была проведена немецкими специалистами в конце Великой Отечественной войны. В декабре 1944 г. Каммлер выпустил обзор надежности ракет А-4 (V-2). В войсковые части за рассмотренный им период было доставлено 625 ракет. Из них 87, или 12,3%, были сразу возвращены заводу («Миттельверк») из-за дефектов в системе управления. Из оставшихся 538 ракет были пущены 495. Из этого числа 44 пуска зарегистрированы как неудачные. При этом на отказы системы управления приходилось 41%, двигательной установки - 13%, на пожары в хвостовой части - 13%, взорвались на старте 2,9% ракет. Таким образом, из 625 ракет явно непригодными к пуску были 131. То есть надежность составила 79%. Однако по уточнениям немцы не располагали данными об авариях и разрушении ракет на нисходящем атмосферном участке. По последующему опыту пусков ракет А-4 в Капустином Яре в 1947 году аварии на этом последнем участке траектории у немцев должны были составлять не менее 15-20%. Следовательно, надо уточнить данные немцев и считать, что до цели дошло не более 400 ракет. То есть надежность ракет была не более 64%.

При производстве и пусках Р-1 в Советском Союзе проблемы надежности решались интуитивно. Но, начиная с ракеты Р-2, проблеме надежности стали уделять особое внимание. Ниже приведены некоторые сокращенные выдержки из монографии Б.Е.Чертока, который был одним из заместителей С.П.Королева.

Прежде чем перейти к пускам ракет Р-2 первой опытной серии, проверяли надежность новых идей на экспериментальных ракетах Р-2Э. Их было изготовлено шесть и пущено в 1949 году пять. Из всех пяти пусков успешными можно было считать только два. В течение 1950—1951 годов пустили 30 ракет Р-2, из которых уже 24 были удачными. При пусках в

1952 году серийных ракет Р-2 из 14 ракет две не достигли цели. Ракета Р-2 была принята на вооружение несмотря на то, что по объективной оценке ее надежность не превышала 86%.

При создании ракеты Р-5 при летных испытаниях, проводившихся в 1953 году, было пущено в два этапа 15 ракет. Из них только две не достигли цели - надежность, наконец-то, начала медленно подтягиваться к уровню 90%.

Такая надежность была недостаточна для установки на ракете атомной бомбы. Создатели ракетно-ядерного оружия задумывались, что будет, если при подготовке ракета с атомной бомбой свалится у старта по причине недостаточной надежности? Поэтому оснащение атомной бомбой ракет Р-5 было отложено примерно на полтора года и разработаны специальные мероприятия по повышению надежности будущих ракет Р-5М - носителей ядерного оружия.

Во-первых, чтобы исключить «непредумышленное разгильдяйство», решили частично использовать опыт обеспечения надежности «атомщиков». Для ракеты Р-5М пересмотрели все инструкции по подготовке на технической и стартовой позициях и тоже, как у «атомщиков», ввели тройной контроль: основной исполнитель - воинская часть (офицер или солдат), контролируют офицер (специалист соответствующего управления полигона) и обязательно - представитель промышленности.

Были внедрены конструкторские мероприятия по повышению надежности ракет Р-5М:

- дублирование в системе управления;
- двигатель на многочисленных огневых стендовых пусках проходил испытания на крайних режимах, существенно превосходящих штатный;
- все бортовые приборы и агрегаты предварительно трясли, "жарили и парили", отсеивая все, внушавшее сомнения в процессе лабораторных и заводских испытаний.

Испытания ракеты Р-5М, предназначенной для установки на ней атомного оружия, начались с января 1955 года. Они предусматривали два этапа: летно-конструкторские и зачетные.

На этап летно-конструкторских испытаний (первый этап) было представлено 14 ракет Р-5М. На этом этапе отрабатывалась надежность носителя со всеми его бортовыми и наземными системами, проверялась документация, обеспечивающая надежную эксплуатацию. Из 17 ракет 15 достигли цели. Две ракеты отклонились более чем на семь разрешенных градусов, и двигатель был выключен системой автоматического подрыва ракеты.

К зачетным испытаниям (второй этап) были представлены пять ракет Р-5М. Пуски начались в январе 1956 года. Четыре пуска прошли нормально. Последний пятый пуск ракеты Р-5М состоялся 2 февраля с атомным зарядом. Пролетев 1200 км, головка без разрушения дошла до Земли в районе Аральских Каракумов, и был осуществлен ядерный взрыв.

Чтобы обеспечить необходимую надежность, от каждого главного конструктора каждой системы требовали жестко выдержать принцип: один любой отказ в любом месте любого прибора не должен приводить к отказу системы.

Впервые кроме простого дублирования в наиболее критичных местах были использованы методы "голосования" (мажоритарное резервирование). Интеграторов продольных ускорений, например, устанавливалось три. Команда на выключение двигателя от интегратора подавалась только после получения двух подтверждений. Допускался отказ одного из трех приборов. Принцип "два из трех" существенно повышал надежность, но усложнял подготовку и испытания. Необходимо было убедиться, что отправляется в полет ракета, у которой все три голосующих прибора или системы в полном порядке.

Уже тогда создатели ракетной техники поняли необходимость самой тщательной, многоступенчатой и всеобъемлющей наземной отработки.

Кроме наземной отработки предусмотрели и экспериментальные ракетные пуски. Например, на экспериментальной ракете М-5РД (на базе ракеты Р-5) проверялись принципы

и аппаратура регулирования двигателей для ракеты Р-7 и новые приборы инерциальной навигации. Ракета М-5РД была оснащена новым автоматом стабилизации, в который вводилась коррекция положения центра масс ракеты от датчиков поперечного ускорения. Для оптимизации траектории и увеличения точности по дальности испытывалась система регулирования кажущейся скорости. На этой же ракете были проверены принципы системы регулирования опорожнения баков, успокоения уровней жидкости в баках топлива и кислорода и принципы системы измерения амплитуд колебаний жидкости. Всего было изготовлено и пущено пять ракет М-5РД.

Значительно позднее появились десятки руководств, сотни нормативных документов и всякого рода стандартов, регламентирующих процесс создания всех средств ракетной техники от изначальных технических предложений до процедуры сдачи на вооружение.

За недоработки в обеспечении надежности ракет-носителей приходилось платить очень дорогой ценой – человеческими жертвами. Например, в 1960 году на Байконуре при проверках на стартовой позиции стратегической ракеты 8К64 конструкции М. К. Янгеля произошло самопроизвольное включение рулевого двигателя второй ступени ракеты, что привело к возгоранию ракеты с многочисленными человеческими жертвами, среди которых был маршал М. И. Неделин.

Несмотря на бесценный опыт прошлых лет, отказы ракет-носителей продолжают иметь место. На рисунке 1 показано распределение отказов на одной серии ракет-носителей за период с 1990 по 2001 гг.

По оси абсцисс отложены относительные значения количества отказов. Видно, что отказы, связанные с производством ракет, превышают отказы, связанные с несовершенством конструкции и ошибками при эксплуатации. Следует заметить, что большая часть отказов выявляется и устраняется до запуска ракет. К авариям приводят, как правило, не выявленные до полета причины отказов.

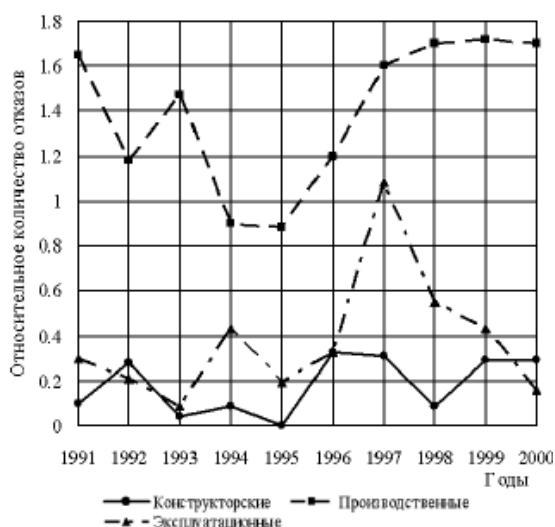


Рис. 1. Распределение отказов серии ракет-носителей по различным причинам

В качестве аварийных пусков ракет последнего времени можно привести примеры пусков летом 2013 г. ракеты-носителя Протон с космодрома Байконур, когда по причине неправильного подключения датчиков произошло падение ракетоносителя.

НАСА приступило к выполнению ряда крупных научно-исследовательских работ, целью которых являлось:

- 1) подтверждение надежности путем испытаний на нагрузки;
- 2) исследование надежности систем и элементов, подвергаемых случайным динамическим нагрузкам;

3) проектирование механических элементов с учетом заданных показателей надежности в случае зависящих от времени распределений параметров напряжения и прочности.

Аналогичные проблемы возникали при создании космических аппаратов в Советском Союзе. Особенно актуальными стали вопросы обеспечения надежности при осуществлении пилотируемых космических полетов. Этим вопросам уделялось много внимания, тем не менее не удалось избежать многих аварий и катастроф. Осуществление пилотируемых полетов с выходом в открытый космос сопровождалось следующими отказами:

- отказ системы автоматической ориентации (после того, как космонавт при выходе в открытый космос оттолкнулся от корпуса шлюзовой камеры);

- отказ системы терморегулирования скафандра (температура тела космонавта поднялась до 40 градусов);

- раздутие скафандра (вследствие чего при возвращении в корабль космонавт не мог протиснуться в шлюзовую камеру ногами вперед, как это было предусмотрено в штатном режиме, и пришлось ему с применением больших физических усилий протиснуться в шлюзовую камеру головой вперед, затем развернуться внутри этой камеры, благо она была выполнена из эластичного прорезиненного материала);

- отказ системы герметизации люка после возвращения космонавта в корабль (утечку воздуха автоматика идентифицировала как недостаток кислорода и была включена система подпитки кислородом атмосферы корабля, поэтому было достаточно небольшой искры от контактов работающих приборов, чтобы возник пожар на борту);

- отказ системы отделения шлюзовой камеры (она потом сгорела в плотных слоях атмосферы);

- отказ системы включения тормозного двигателя в автоматическом режиме (был осуществлен переход на ручное управление);

- отказ системы отделения спускаемого аппарата от приборного отсека (он также отделился в плотных слоях атмосферы вследствие воздействия высоких температур и скоростного напора).

На рисунке 2 приведено распределение отказов одной серии космических аппаратов за период 1991 - 2000 гг.

По оси абсцисс отложены относительные значения количества отказов. Видно, что характер распределения отказов такой же, как и у ракет-носителей (см. рис. 1).

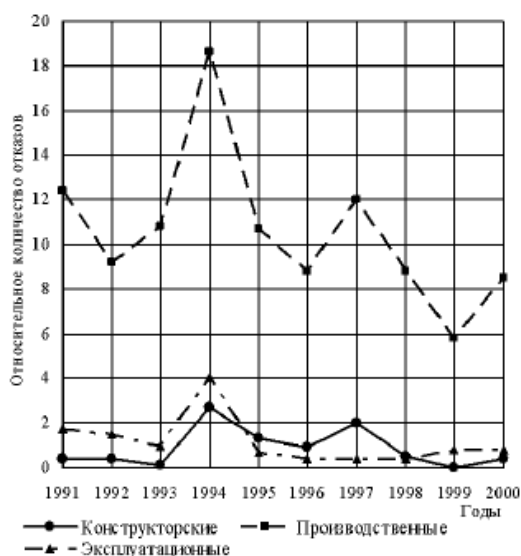


Рис. 2. Распределение отказов космических аппаратов по различным причинам

Проблема обеспечения надежности ракетно-космической техники является комплексной, включающей в себя организационные, информационные, технические

проблемы, решаемые на всех стадиях разработки, производства и эксплуатации техники. Но эти проблемы должны рассматриваться взаимосвязано. Так, в процессе эксплуатации необходимо учитывать особенности техники, обусловленные ее созданием, в то же время на этапах разработки и производства необходимо полнее использовать информацию, полученную при эксплуатации техники с целью дальнейшего ее совершенствования.

При создании ракетно-космических систем большое внимание уделяется их надежности, тем не менее отказов ракетно-космической техники избежать не удается и они приводят к огромным потерям средств, сил и времени, а иногда и к человеческим жертвам. Поэтому проблема создания надежных изделий ракетно-космической техники не только не снимается с повестки дня, но становится еще более актуальной. Это связано с усложнением техники, возрастанием сложности решаемых задач, особыми условиями эксплуатации. В этой связи встает задача подготовки специалистов, способных ориентироваться в вопросах надежности ракетно-космической техники, владеющих методами теории надежности и умеющих их использовать при решении инженерных задач.

Список литературы

1. Новый Казахстан в новом мире. 30 важнейших направлений нашей внутренней и внешней политики: Послание Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева народу Казахстана от 28 февраля 2007 года г. Астана.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения.- М.: Изд. Стандартов, 1989. – 30с.
3. ГОСТ 15467-2002. Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения. – М.: ИПК изд. Стандартов, 2002. – 26с.
4. Акимов В.М. Основы надежности газотурбинных двигателей: Учебник для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. – М.: Машиностроение, 1981. – 207с.
5. Эксплуатационная надежность, безопасность полетов, эксплуатация и ремонт авиационной техники №26 (308).- в/ч 75360, 1976. – 32с

УДК 532.593:541.24

ОРИЕНТАЦИЯ МАЛОГО СПУТНИКА ПО ВИДИМОМУ ГОРИЗОНТУ ЗЕМЛИ

Беликов Владимир Викторович

vybel@ukr.net

Старший преподаватель кафедры САУ ФТФ Днепропетровского национального университета им. О. ГончараGutenev Alexander, PhD, director of Retarius Pty. LTD, Australia

Научный руководитель: А. М. Кулабухов, к.т.н., доцент, зав. каф. САУ ФТФ

Днепропетровского национального университета им. О. Гончара

Введение. Создание университетских спутников практикуется некоторым европейскими и американскими университетами, как способ вовлечения студентов в работу над реальными инженерными проектами, позволяющими им на практике применять и закреплять теоретические знания, а также приобретать опыт проектирования и внедрения инженерных разработок.

Для подобных проектов некоторые решения, используемые в научных, коммерческих и военных спутниках, чрезмерно дороги, поскольку финансирование подобных проектов ограничено. Поэтому нужно находить достаточно дешевые способы приборной реализации..

Одной из задач, решаемых на борту спутника, является определение его углового положения по отношению к осям полускоростной системы координат [1], или по отношению к направлению в надири.