

**Ежеквартальный научно-технический журнал издается с 2009 года**

Главный редактор – д.т.н.,  
профессор **Пичхадзе К.М.**

Заместитель главного  
редактора – д.т.н., профессор  
**Ефанов В.В.**

**Члены редакционной коллегии**

*Галич Н.В.*

*Костеренко Ю.В.*

*Коростина Т.М.*

к.т.н. *Мошисев А.А.*

д.т.н. *Назаров А.Е.*

к.э.н. *Романов В.М.*

*Савченко А.В.*

*Солодовников С.Н.*

*Трофимова Н.В.*

*Шевалев И.Л.*

**Редакционный совет**

д.т.н. *Хартов В.В.* – председатель  
чл.-корр. РАН *Аким Э.Л.*

чл.-корр. РАН *Алифанов О.М.*

д.ф.м.н. *Асмус В.В.*

академик РАН *Боярчук А.А.*

д.т.н. *Глазов Б.И.*

академик РАН *Зеленый Л.М.*

д.т.н. *Любомудров А.А.*

академик РАН *Маров М.Я.*

д.т.н. *Матвеев Ю.А.*

д.т.н. *Мелешко В.Ю.*

д.т.н., профессор *Полищук Г.М.*

академик РАН *Попов Г.А.*

д.т.н. *Усачев В.Е.*

д.т.н. *Финченко В.С.*

д.т.н. *Хохлачев Е.Н.*

чл.-корр. РАН *Шустов Б.М.*

**Учредитель**

ФГУП «НПО им. С.А. ЛАВОЧКИНА»

Журнал зарегистрирован в Федеральной  
службе по надзору в сфере связи и  
массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № ФС77-35385 от  
18 февраля 2009 г.

## Содержание

<b>Потехин С.Г.</b> Калужскому филиалу НПО им. С.А. Лавочкина – 20 лет	3
<b>Добросовестнов К.Б., Афонин С.А.</b> Особенности проектирования и математического моделирования отдельных силовых элементов КА, разрабатываемых Филиалом НПО им. С.А. Лавочкина.....	10
<b>Симонов А. В.</b> Использование орбиты ожидания у Марса для полета к Главному поясу астероидов.....	14
<b>Котомин А.А., Душенок С.А., Ефанов В.В., Трапезников М.А., Козлов А.С., Горовцов В.В.</b> Критические диаметры детонации взрывчатых материалов, используемых в системах разделения космических аппаратов .....	24
<b>Давыдов А.Н.</b> Оценка среднего срока службы радиоэлектронной аппаратуры при учете ресурсных ограничений.....	32
<b>Хохлачев Е.Н.</b> Оптимизация затрат при обеспечении живучести наземных объектов системы управления спутниками.....	36
<b>Пригода Б.А.</b> Конструкционный синтез спиральных антенн.....	42
<b>Петросян Л.В., Мнацаканов А.М.</b> Математическая модель движения опоры посадочного аппарата по поверхности кратера планеты ...	50
<b>Ловцов Д.А., Карпов Д.С.</b> Динамическое планирование навигационных определений объектов ракетно-космической техники в АСУ лётными испытаниями .....	53

**Журнал является рецензируемым изданием**

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей  
Рукописи не возвращаются.

При перепечатке материалов ссылка на «Вестник ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина» обязательна.

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

Аннотации статей журнала и требования к оформлению представленных авторами рукописей приведены на сайте журнала.

**Адрес редакции:** 141400 Московская обл., г. Химки, ул. Ленинградская, д. 24

**Телефоны:** (495) 573 23 61, (495) 575 55 69

**Факс:** (495) 573 95 35, (495) 575 55 63

**Адрес электронной почты:** Vestnik@Laspacе.ru

**Адрес в интернете:** <http://vestnik.laspacе.ru>



# Калужскому филиалу НПО им. С.А. Лавочкина – 20 лет

**С.Г. Потехин**

*Статья посвящена 20-летию филиала ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина, его истории, достижениям, перспективам.*

*Ключевые слова: Калуга; филиал; космический аппарат; Ковтуненко.*

***Kaluga branch of Lavochkin Association is celebrating its 20<sup>th</sup> Anniversary. S.G. Potechin***

*The article refers to the 20<sup>th</sup> Anniversary of Kaluga branch – its history, progress and prospects.*

*Key words: Kaluga; branch; spacecraft; Kovtunencko.*

## **Особенности проектирования и математического моделирования отдельных силовых элементов КА, разрабатываемых Филиалом НПО им. С.А. Лавочкина**

**К.Б. Добросовестнов, С.А. Афонин**

*На примере последних работ Филиала ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина представлены основные задачи, решаемые в процессе проектирования КА. Основное внимание уделено проблемам прочности и жесткости создаваемых вновь конструкций.*

*Ключевые слова: Калуга; проектировочные расчеты; наземная отработка.*

***Special features of designing and mathematical simulating of some SC force elements, developed by the Lavochkin Association affiliate. K.B. Dobrosovestnov, S.A. Afonin***

*The article describes main tasks solving in the SC designing process in the Kaluga branch of FSUE “Lavochkin Association” by example of last projects. The problems of strength and rigidity of new constructions are devoted much attention.*

*Key words: Kaluga; projecting calculations; earth-based tryout.*

## **Использование орбиты ожидания у Марса для полета к Главному поясу астероидов**

**А. В. Симонов**

*В статье рассматривается схема полета к Главному поясу астероидов с применением орбиты искусственного спутника Марса в качестве орбиты ожидания. Рассматриваются достоинства и недостатки этого варианта по сравнению со схемой прямого перелета.*

*Ключевые слова: орбита ожидания; межпланетный перелет; астероиды.*

***Using the orbits of Mars artificial satellite for flight to Main Belt Asteroids. A. V. Simonov***

*In the work is examined the schematic of the flight trajectory with the use of orbit of artificial satellite of Mars as the parking orbit. The advantages and disadvantages in this version in comparison with the direct transfer trajectories are examined.*

*Keywords: parking orbit; interplanetary flight; asteroids.*

# **Критические диаметры детонации взрывчатых материалов, используемых в системах разделения космических аппаратов**

**А.А. Котомин**

*профессор, доктор технических наук, начальник отдела ФГУП «СКТБ «Технолог»*

**С.А. Душенок**

*доктор технических наук, заместитель главного конструктора ФГУП «СКТБ «Технолог»*

**В.В. Ефанов**

*профессор, доктор технических наук, заместитель руководителя ОКБ по науке ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», E-mail: vladimir\_efanov@laspace.ru*

**М.А. Трапезников**

*инженер ФГУП «СКТБ «Технолог»*

**А.С. Козлов**

*кандидат технических наук, ведущий инженер ФГУП «СКТБ «Технолог»*

**В.В. Горовцов**

*начальник отдела ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина»*

*В статье представлены результаты систематических исследований детонационной способности перспективных индивидуальных взрывчатых веществ, их смесей и материалов, используемых в системах разделения космических аппаратов. Разработан метод расчета и прогнозирования их критических диаметров детонации.*

*Ключевые слова: системы разделения КА; взрывчатые вещества; детонационная способность; критические диаметры детонации.*

**CRITICAL DIAMETERS OF DETONATION OF EXPLOSIVE MATERIALS, USED IN SC SEPARATION SYSTEMS. A.A. Kotomin, S.A. Dushenok, V.V. Efanov, M.A. Trapeznikov, A.S. Kozlov, V.V. Gorovtsov**

*The article presents results of systematic studies of individual explosive substances detonating capability, their mixtures and materials, used in SC separation systems. Method of critical detonation diameters calculation and forecast is elaborated.*

*Key words: SC separation system; explosive substance; detonating capability; critical detonation diameters.*

# Оценка среднего срока службы радиоэлектронной аппаратуры при учете ресурсных ограничений

*А.Н. Давыдов*

*К показателям надежности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) относятся показатели безотказности, среди которых имеет место показатель «средний срок службы». Поток случайных отказов элементной компонентной базы (ЭКБ), входящей в РЭА, подчиняется экспоненциальному распределению. В общем виде средний срок службы для экспоненциального распределения имеет величину  $T_{ср} = 1/\lambda$ , где  $\lambda$  – интенсивность отказов ЭКБ отказов/час. Но это в предположении, что рассматривается период жизни РЭА от 0 до бесконечности. Реальная ЭКБ и, соответственно, РЭА, имеют ресурсные ограничения, вызванные свойствами примененных материалов и технологии производства. При этом средний срок службы РЭА будет отличаться от идеального. Вычислению среднего срока службы радиоэлектронной аппаратуры при учете наличия ресурсных ограничений у примененной электронной компонентной базы посвящена настоящая статья.*

*Ключевые слова: радиоэлектронная аппаратура; надежность; срок службы; закон распределения отказов; космический аппарат.*

***Estimation of mean life time of radio-electronic equipment with resources limitation account A.N. Davydov***

*For reliability indices of Radio-electronic equipment (REE) concerning indices of faultless among of mean life time index. Flow of accidental refusals Elements Components Base (ECB) incoming to REE submission to exponential distribution. In general view mean life time for exponential distribution have a value  $T_{mean} = 1/\lambda$ , where  $\lambda$  – refusal ECB intensity (refusal/per hour). Supposed to that life time of REE is from 0 till endlessness infinity. Real ECB and REE have resources limitation in connection with using materials and factory technology. Mean life time REE will be difference with ideal mean life time. The present article dedicate to calculation of mean life time of REE with connection of resources limitation in using ECB.*

*Key words: Radio-electronic equipment; reliability; life time; statute of refusal distribution; space craft.*

# Оптимизация затрат при обеспечении живучести наземных объектов системы управления спутниками

*Е.Н. Хохлачев*

*Предлагается методический подход к определению оптимальных затрат при обеспечении требуемой живучести наземных объектов системы управления спутниками. Затраты определяются с учетом их распределения между силами и средствами, обеспечивающими уменьшение вероятности поражения объекта, и силами и средствами его восстановления после поражения. Для определения затрат формулируется и решается задача нелинейного программирования с ограничениями.*

*Ключевые слова: поражение; восстановление; функция живучести; затраты; нелинейное программирование.*

## ***COST OPTIMISATION WHILE PROVIDING SURVIVABILITY OF GROUND OBJECTS OF SATELLITE CONTROL SYSTEM. E.N. Khokhlachev.***

*A technical approach is proposed for optimal costs definition while providing required survivability of ground objects of satellite control system. The costs are defined subject to their sharing between the power and means, providing decrease of object's injury probability, and power and means providing its renewal after the injury. For cost definition a nonlinear programming problem is solved with some contingencies.*

*Key words: injury; renewal; survivability; costs; nonlinear programming.*

## **Конструкционный синтез спиральных антенн**

*Б.А. Пригода*

*В данной статье рассмотрены некоторые варианты конструкций спиральных антенн, используемых на космических аппаратах. Показана зависимость формы диаграммы направленности от количества заходов и способа возбуждения спиральных антенн.*

*Ключевые слова: слабонаправленная антенна; коэффициент направленного действия антенны; цилиндрическая антенна; активная часть; лента.*

### ***Construction sintes of spiral antennas. B.A. Prigoda***

*In this article some variants of designs of the spiral antennas used on space vehicles are considered. Dependence of the form of the directional pattern on quantity of calls and way of excitation of spiral antennas is shown.*

*Key words: how directional Antenna; Antenna directivity Factor; cylinder antenna; active par; tape.*

# Математическая модель движения опоры посадочного аппарата по поверхности кратера планеты

*Л.В. Петросян, А.М. Мнацаканов*

*В работе рассматривается движение опоры как по гладкой поверхности, так и по негладкой (шероховатой) поверхности кратера под воздействием нагружения его ног (амортизатора и упругих стержней – подкосов). Данная модель предназначена для включения ее в обобщенную математическую модель посадки посадочного аппарата (ПА) на поверхность планеты.*

*Ключевые слова: посадочный аппарат; посадочное устройство; поверхность кратера; опора; уравнение движения опоры; уравнения Лагранжа 1-го рода (реакция связей).*

## **MATHEMATICAL MODEL OF LANDER'S SUPPORT LEG MOTION ON SURFACE OF A PLANETARY CRATER. L.V. Petrosyan, A.M. Mnatsakanov**

*The article considers of lander's support motion both on smooth surface and rough (uneven) surface of a crater under loading of lander's legs (shock absorber and elastic bars – knee braces). The model is to be included in general mathematical model for lander's landing on the planetary surface.*

*Key words: lander; landing device; crater's surface; support; support motion equation; Lagrange equations (constraint reaction).*

# Динамическое планирование навигационных определений объектов ракетно-космической техники в АСУ лётными испытаниями

*Д. А. Ловцов, Д. С. Карпов*

*Рассматривается подход к планированию навигационных определений объектов ракетно-космической техники в ходе подготовки и проведения активного лётного эксперимента в АСУ лётными испытаниями, основанный на применении специального информационно-математического обеспечения. Исследуются показатели эффективности подсистемы навигационных определений. Приводятся результаты имитационного моделирования.*

*Ключевые слова: динамическое планирование; навигационные определения; активный лётный эксперимент; лётные испытания; точность навигационных определений; отработка качества; экстремальный эксперимент.*

## **Dynamic planning of navigation definitions of missile and space technology objects in the Computer flight testing system. D.A. Lovtsov, D. S. Karpov**

*Approach to the planning of navigational definitions of missile and space technology objects in the preparation and conduct of active flight experiment in the Computer flight testing system based on the special information and mathematic software is considered. The navigation definitions subsystem performance is examined. The results of the computer simulation are present.*

*Key words: dynamic planning; navigation definitions; active flight experiment; flight testing; precision of navigation definitions; quality perfect; thrill experiment.*