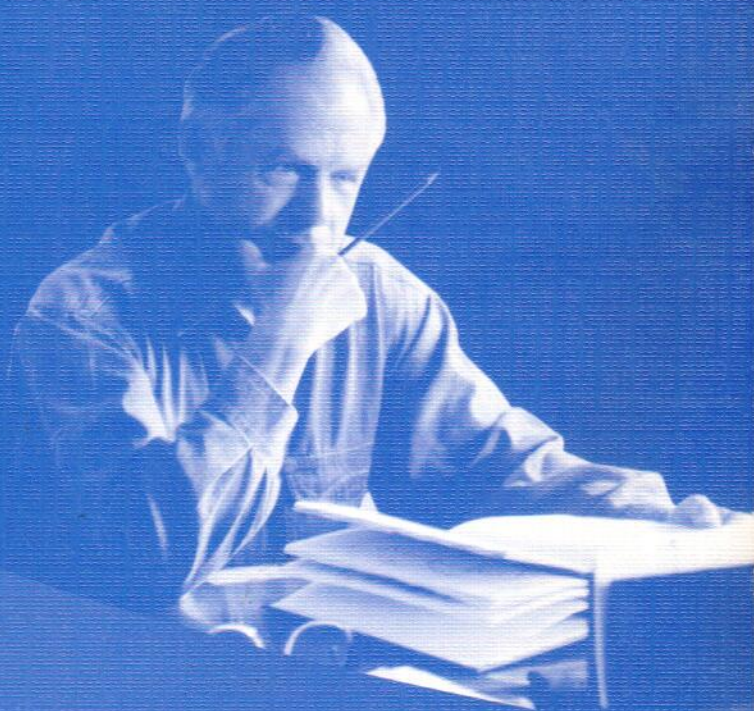


Дизайн-ЭШЕТЕВСКИЕ ТЕНИЯ

ISSN 1990-7702



Красноярск · 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное космическое агентство
Правительство Красноярского края
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева»
ОАО «Красноярский машиностроительный завод»
ФГУП «Центральное конструкторское бюро «Геофизика»
Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
Совет ректоров вузов Красноярского края
Федерация космонавтики России
Ассоциация вузов России «Национальный объединенный аэрокосмический университет»
Краевое государственное автономное учреждение «Красноярский краевой фонд
поддержки научной и научно-технической деятельности»
Технологическая платформа «Национальная информационная спутниковая система»

ЛАБОРАТОРИЯ
ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

РЕШЕТНЕВСКИЕ ТЕНИЯ

*Материалы XVIII Международной научной конференции,
посвященной 90-летию со дня рождения генерального конструктора
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева
(11–14 ноября 2014, г. Красноярск)*

В 3 частях. Часть 1

Красноярск 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОЕКТЫ»

Алякрецкий Р. В., Раводина Д. В., Трушкина Т. В., Михеев А. Е., Гирн А. В. Исследование коррозионной стойкости защитных покрытий на титановых сплавах, полученных методом микродугового оксидирования	7
Андреев С. В., Ключников А. В., Михайлов Е. Ф. Перспективы применения метода динамической балансировки для определения параметров асимметрии масс летательного аппарата	8
Васильцов А. А., Липовцев А. А. Амортизатор для исполнительных органов системы стабилизации космического аппарата	11
Вшивков Ю. Ф., Галушко Е. А., Гусельников Д. А., Кривель С. М., Шелков Н. А. Методика исследования устойчивости экраноплана на основе полнофакторной математической модели динамики его движения и системы управления	13
Евтифьев М. Д., Соловьев И. И. Проектирование космического разгонного блока с двигательной установкой, работающей на жидких кислороде и природном газе	15
Евтифьев М. Д., Тимофеев В. В. Проектирование сборщика космического мусора на базе отечественного разгонного блока	17
Ерашов Г. Ф. Нормальная сила острого конуса без учета вязкости	19
Климовский Д. А., Смирнов Н. А. Проектирование формы и размеров маховика для наноспутника	21
Москвичев В. В., Лепихин А. М. Задачи обеспечения прочности и ресурса композитных конструкций космических аппаратов	22
Мусабаев Т. А., Молдабеков М. М., Нургужин М. Р., Тен В. В., Альбазаров Б. Ш. Космический аппарат дистанционного зондирования Земли Kazeosat-1. Первые результаты испытаний на орбите	23
Надараина Ц. Г., Шестаков И. Я., Бабкина Л. А. Электрический водородный прямоточный воздушно-реактивный двигатель	25
Оськин А. В., Хоменко И. И., Гирн А. В. Нанесение токопроводящего покрытия на внутреннюю поверхность волновода малого сечения	27
Сабилов Р. А. Продольно-поперечный изгиб стержня при его вращении в центрифуге	29
Сабилов Р. А. Расчет устойчивости пластины вариационно-разностным методом от действия сил инерции	31
Сорокатый Р. Э., Яковлев А. Ю. Анализ нелинейных искажений сигналов в усилителях мощности на лампах бегущей волны	34
Фаворский В. С., Савин А. В. Модель потери симметрии структуры взаимодействия встречных сверхзвуковых струй	36
Фаворский В. С. Приведенный критерий перехода к турбулентному режиму	38
Шестаков И. Я., Раева О. В. Особенности очистки воды от ионов металлов электрохимическим способом при барботировании воздухом	39

Секция

«КРУПНОГАБАРИТНЫЕ ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

Антонов Ф. К., Макаровская А. В., Папченко В. В., Шаенко А. Ю. Экспериментальное и численное моделирование космического рефлектора на основе композитных стержней	45
Багрянцев Д. Ю., Балановский А. В., Оберемок Ю. А., Овчинников Д. А., Усольцев А. В. Силовая крупногабаритная конструкция для крепления исполнительных механизмов оптических систем	46
Белов С. В., Бельков А. В., Жуков А. П., Павлов М. С., Пономарев С. В. Орбитальная юстировка крупногабаритного трансформируемого антенного рефлектора космического аппарата	48
Белоглазов А. П., Габов А. В., Елистратов В. И. Перспективы конструирования оправок с малым КЛТР для изготовления рефлекторов	49

Белоглазов А. П., Габов А. В., Елистратов В. И., Сорокин В. Н. Опыт изготовления пластиковых конструкционных элементов систем энергоснабжения КА	51
Бердникова Н. А. Влияние схемы армирования материала на жесткость композитного рефлектора космического аппарата	53
Бурова О. В., Романьков Е. В., Цивилев И. Н., Крылова Е. П. Анализ возможности обеспечения минимального градиента температурного поля рефлектора при экстремальной температуре	55
Величко А. И., Шендалев Д. О. Модификация подхода к сборке и настройке сетчатого рефлектора с учетом упрощения технологического оборудования	57
Верхогляд А. Г., Макаров С. Н., Маринин Д. А., Чураков Д. В. Система активной компенсации веса и возбуждения колебаний КТС при модальных испытаниях	58
Верхогляд А. Г., Михалкин В. М., Куклин В. А., Халиманович В. И., Чугуй Ю. В. Система контроля геометрических параметров центрального зеркала космического телескопа «Миллиметр»	61
Вечтомов В. А. Межспутниковая линия связи ММВ диапазона	63
Вялов А. И., Гладких С. Н., Шестаков А. С., Дворецкий А. Э. Новые конструкционные клеи для КА, работоспособные в диапазоне от криогенных до повышенных температур	66
Герасимов А. В., Жуков А. П., Пономарев С. В., Пономарев В. С., Халиманович В. И. Моделирование крупногабаритного трансформируемого рефлектора с гибкими спицами	68
Гладких С. Н., Векшин Н. Н., Вялов А. И., Ткаченко И. В. Теплопроводящие клеящие материалы для системы терморегулирования на КА	69
Голдобин Н. Н., Шендалев Д. О. Аналитическая оценка начальных напряжений для повышения качества конечно-элементной модели космического сетчатого рефлектора	71
Двирный В. В., Голованова В. В., Двирный Г. В., Елфимова М. В. Возможности применения материала с «памятью формы» при аварийно-спасательных работах и в системах отделения космических аппаратов	73
Двирный В. В., Голованова В. В., Двирный Г. В., Туркенич Р. П. Регуляторы расхода теплоносителя космических аппаратов с длительным сроком активного существования	76
Демкович Н. А., Додонов П. А., Кожеватов И. Е., Руденчик Е. А. Применение численных методов моделирования в разработке прецизионных размеростабильных конструкций телескопов космического базирования	77
Евдокимов А. С., Шендалев Д. О. Повышение достоверности конечно-элементной модели сетчатого рефлектора по результатам макетирования	79
Егоров Д. В. Влияние низких температур на композиционные материалы	81
Завьялов П. С., Сенченко Е. С., Чугуй Ю. В., Михалкин В. М., Халиманович В. И. Измерение термодформаций элементов космических аппаратов методом лазерной спекл-интерферометрии	82
Зимин В. Н., Неровный Н. А. К расчету теплового состояния космической тонкопленочной конструкции с учетом зависимости оптических характеристик от механических напряжений в материале	84
Кравченко И. А., Бородин Л. М., Похабов Ю. П., Лепихин А. М. Анализ неразрушающих методов контроля металлокомпозитных баков высокого давления для КА	85
Крылов А. В., Чурилин С. А. Особенности процесса раскрытия крупногабаритных трансформируемых замкнутых космических конструкций	86
Леонов В. В. Особенности проектирования крупногабаритных надувных отверждаемых концентраторов солнечной энергии	87
Логанов А. А. Снижение массы гидротракта системы терморегулирования космических аппаратов за счёт применения расширенного ряда электронасосных агрегатов	88
Майданик Ю. Ф., Пастухов В. Г., Вершинин С. В. Разработка и применение миниатюрных контурных тепловых труб	90
Немчанинов С. И. Механическое устройство многоразового раскрытия/ складывания батареи солнечной	92
Пономарев С. В., Шипилов С. Э., Якубов В. П., Величко А. И., Халиманович В. И. Анализ возможностей электронной дофокусировки крупногабаритных антенных систем космических аппаратов	94
Похабов Ю. П. Обеспечение надежности крупногабаритных трансформируемых механических систем	95

Романенко И. В. Совершенствование методики испытаний трансформируемых механических систем КА введением анализа динамики раскрытия	97
Серяков А. В., Павлов А. А., Михайлов Ю. Е. Исследование коротких низкотемпературных тепловых труб с паровым каналом в виде сопла Лавалья. Часть 1	99
Серяков А. В., Павлов А. А., Михайлов Ю. Е. Исследование коротких низкотемпературных тепловых труб с паровым каналом в виде сопла Лавалья. Часть 2	102
Тайгин В. Б., Болгов В. В., Чичурин В. Е., Гоцелюк О. Б., Лопатин А. В. Разработка офсетной антенны с интегральным коническим корпусом для космического аппарата	104
Титаренко С. А., Двирный В. В. Применение оптических маркеров для измерения профиля крупногабаритных рефлекторов	106
Троицкая О. Л., Гладких С. Н., Башарина Е. Н. Новые полимерные материалы для герметизации электрорадиоизделий бортовой аппаратуры	108
Улитин В. В., Ананьев В. В., Шамин Г. П. Моделирование теплофизических процессов в мерзлых грунтах методом элементарных объемов	110
Шевляков А. В., Куклин В. А., Холодов В. В. Многоканальная автоматическая система обезвешивания крупногабаритных трансформируемых систем	113
Широкова Н. Н., Старицын А. В., Назаренко Ю. С. Силовая конструкция КА негерметичного исполнения из углепластикового волокна методом намотки с утолщенной стенкой	115
Юртаев Е. В., Убиенных А. В., Колесников А. П. Упрощенная тепловая математическая модель многослойной экранно-вакуумной тепловой изоляции	117

Секция

**«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
И СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

Ахметжанов Р. В., Богатый А. В., Дьяконов Г. А., Иванов А. В., Дронов П. А. Высокочастотный ионный двигатель малой мощности	121
Бакулин Я. Ю., Журавлев В. Ю. Виброиспытания изделий ракетно-космической техники	123
Виноградов К. Н., Шестаков И. Я., Фадеев А. А., Надарая Ц. Г. Особенности работы химико-кинетического накопителя энергии	125
Володин А. Ю., Назаров В. П., Бочерикова Я. В. Влияние геометрических размеров бесконтактных уплотнений на КПД центробежных насосов	127
Гайнутдинов А. В., Каменюк О. В., Останина Н. Г. Анализ методик измерения мощности при испытаниях центробежных насосов ЖРД	129
Головкин Д. Н., Устюгов А. В., Кубриков М. В. Двигательная установка беспилотных летательных аппаратов	130
Делков А. В., Кишкин А. А., Шевченко Ю. Н. Разработка автономного электрогенератора для космических аппаратов	131
Делков А. В., Танасиенко Ф. В., Ходенков А. А. Расчет параметров жидкостного контура системы терморегулирования	132
Делков А. В., Ходенков А. А. Проблемы расчета течения хладагентов в профилированных каналах	134
Зуев А. А., Блинков Е. В. Программный комплекс расчетов гидродинамических и теплофизических параметров расчета элементов проточных частей энергетических установок	135
Зуев А. А., Павлыш А. А. Исследование течения с теплоотдачей в стенку в граничных условиях агрегатов подачи энергетических установок летательных аппаратов	137
Зуев А. А., Павлыш А. А. Трение и теплоотдача при течении в полостях вращения	138
Зуев А. А., Шишаев А. М. Толщина потери энергии температурного пространственного пограничного слоя при $Pr > 1$	140
Зуев Н. И., Бредихин С. Г. Обеспечение показателя надежности ракетного двигателя при серийном изготовлении	141
Исаев А. И., Сафарбаков А. М., Майрович Ю. И. Оптимизация управляющего воздействия на вихревую структуру в импульсной камере сгорания	142
Казьмин Б. Н., Трифанов И. В., Рыжов Д. Р. Электрические двигатели космических летательных аппаратов	145
Каменюк О. В., Гайнутдинов А. В., Останина Н. Г. Разработка методики и программы расчета отклонений гидродинамических параметров центробежных насосов ЖРД	146

Краева Е. М. Нестационарные течения в полостях вращения высокооборотных гидромашин	148
Крушенко Г. Г., Голованова В. В. Повышение надежности некоторых узлов космических аппаратов	149
Кукушкин И. В., Крушенко Г. Г. Технология изготовления штифтов из проволоочной заготовки	151
Ляшенко А. Н., Жуйков Д. А. Имитационное моделирование при проектировании ракетных двигателей	152
Мошняков А. А., Михайлов М. В. Электропитание нагревательных элементов двигательной установки стабилизированным переменным током	154
Резанова М. В., Крушенко Г. Г. Повышение качества литых корпусных деталей турбонасосного агрегата ЖРД	156
Танасиенко Ф. В., Замятина Э. В. Тепловой расчет электронных приборов космического аппарата	158
Титенков С. В., Журавлев В. Ю., Запорожский А. С. Методы неразрушающего контроля герметичности пневмогидравлических систем	160
Толстомятов М. И., Зуев А. А. К расчету параметров потока с учетом теплоотдачи в полостях газовых турбин	162
Укачиков А. И., Назаров В. П. Повышение энергоэффективности жидкостного ракетного двигателя	163
Череватенко М. К., Мошенец М. В., Черненко Е. В. Система очистки и обеззараживания воздуха в кондиционерах	165
Черненко Е. В., Ходенков А. А., Замятина Э. В. Методы и задачи разработки математических моделей теплоэнергетических установок	167
Чернов А. А., Жуйков Д. А., Тележенко Д. Р. Численные исследования влияния режимов работы турбонасосного агрегата на осевую силу	168

Секция

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, КОСМИЧЕСКАЯ НАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ»

Бессмертная Ю. С., Кузовников А. В., Выгонский Ю. Г., Вирясов М. М. Система ретрансляции «Луч»	173
Волочаев М. Н., Квеглис Л. И., Логинов Ю. Ю. Наблюдение магнитной доменной структуры тонких пленок сплава $Fe_{86}Mn_{14}C$ методами Лоренцевой электронной микроскопии	174
Громаков А. И., Михнев М. М., Усков И. В., Виноградов О. О. Разработка технологии изготовления литых уголков для тонкостенных волноводов	177
Додорин И. С., Темляков А. В., Матлак И. В., Смирнов Н. А. Прецизионная настройка антенн космического аппарата с применением систем автоматизированного проектирования	179
Клыков А. О., Кашкин В. Б. Зенитная тропосферная задержка сигналов ГЛОНАСС/GPS по спутниковым данным ATOVS	181
Копичек А., Миш В., Лаевский В. Е. (Geringer V.) Проверка методики коммутации лито-полимерных аккумуляторов	183
Красненко С. С., Пичкалев А. В., Гребенников А. В. Проблемы создания имитаторов сигналов для космических угломерных радионавигационных приемников	185
Крылов Ю. В., Лапин А. Ю. Использование частотно-селективных поверхностей в антенно-фидерном тракте	188
Лапин А. Ю., Крылов Ю. В. Волноводные фильтры на основе частотно-селективной поверхности	190
Лобанов Д. К., Мизрах Е. А. Определение устойчивости вторичных источников питания по импедансным частотным характеристикам	192
Лосев А. А. Оценка нелинейных искажений из-за неидентичности трактов при усилении стационарных сигналов по методу дефазирования	193
Нагорный В. О., Аристов А. В. Асинхронный электропривод антенны радиолокатора секторного обзора в режиме пульсирующего движения	196
Патюков В. Г., Силантьев А. А., Шатров В. А. Оптимизация структуры бортовой аппаратуры спутниковой командно-измерительной системы	198
Рябов А. А., Дранишников В. В., Мишанов В. В. Организация информационно-вычислительного комплекса главного конструктора ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева	200

Халиманович В. И., Кузовников А. В., Единосыяк С. В., Охоткин К. Г., Кузнецов С. А. Разработка системы персональной подвижной спутниковой связи для Шанхайской организации сотрудничества	202
Черноусов А. В., Кузовников А. В., Сомов В. Г. Выбор метода формирования широкополосного сигнала с целью организации помехоустойчивой связи	203
Щербаков С. А., Игнатовский В. В., Филонова С. Ю., Лянзбург В. П. Модуль мультиплексного канала информационного обмена	205
Владимиров В. М., Реушев М. Ю., Кузнецов Д. А., Зандер О. Е., Носырева Н. В. Аналоговая волоконно-оптическая линия связи для измерительных систем ГЛОНАСС/GPS	206
Владимиров В. М., Реушев М. Ю., Кузнецов Д. А., Казаков А. А., Маликов Р. Д. Волоконно-оптическая линия связи для применения в навигационной аппаратуре ГЛОНАСС/GPS	209

Секция

«КОСМИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ»

Аржанов К. В. Двухкоординатный шаговый электропривод солнечной установки	215
Беляев Б. А., Ходенков С. А., Бутиков А. С., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Использование активной среды в микрополосковом фильтре для защиты от мощного радиопульса	217
Вергазов М. Ю. Разработка анализатора линка SpaceWire	220
Габбасова С. Б. Анализ динамики электрических процессов системы электропитания низкоорбитальных спутников	222
Голубев Е. Н., Тимофеев А. С. Проблемы и методы испытаний бортовых комплексов управления с сетевой архитектурой	224
Гончаров С. В. Создание сети SpaceWire для сбора статистики сбоев оборудования и ошибок приема и передачи сетевых пакетов	227
Горбунов С. Ф., Гришин В. Ю., Еремеев П. М. Тенденции развития перспективных бортовых накопителей информации для КА ДЗЗ	228
Дрозд О. В., Капулин Д. В. Модернизация методики проектирования электронных устройств с использованием ПЛИС	230
Елубаев С. А., Алипбаев К. А., Бопеев Т. М., Сухенко А. С. Разработка основных компонентов системы ориентации и стабилизации микроспутника	232
Елубаев С. А., Алипбаев К. А., Шамро А. В., Бопеев Т. М., Сухенко А. С. Разработка лабораторного стенда для тестирования звездного датчика	234
Капустин А. Н. Способ повышения достоверности передачи через параллельную магистраль в бортовой аппаратуре управления космических аппаратов	235
Малыгин Д. В., Сидорова Ю. В. О надежности межплатных соединений для сверхмалых космических аппаратов	237
Ощенко Д. Г., Долганов Е. С., Горностаев А. И. Проектирование унифицированных модулей приборов бортового комплекса управления космических аппаратов с применением микроконтроллеров	238
Пичкалев А. В. Аппаратура долговременного прогона для отработки узлов бортовой аппаратуры	240
Сыров А. С., Соколов В. Н., Добрынин Д. А., Рябогин Н. В., Ковалев А. Ю. Результаты летных испытаний и эксплуатации БКУ КА «Спектр-Р» – проекта «Радиоастрон»	242
Сырымкин В. И., Буреин А. Ш., Куцов М. С., Осипов А. В., Клестов С. А., Сунцов С. Б., Селолустьев А. В. Цифровой рентгеновский микротомограф для диагностики материалов и элементов бортовой радиоэлектронной аппаратуры	244
Сырымкин В. И., Буреин А. Ш., Куцов М. С., Осипов А. В., Сунцов С. Б., Селолустьев А. В. Программное обеспечение цифрового рентгеновского микротомографа для диагностики материалов и элементов бортовой радиоэлектронной аппаратуры	246
Удалов Д. В. Бортовая микропроцессорная система управления с повышенной сбоеустойчивостью	248
Ханов В. Х., Шахматов А. В. Разработка аппаратуры для бортовой сети малого космического аппарата	250
Ходенков С. А., Беляев Б. А., Борисенков Д. В., Литау К. В. Двухполосные фильтры на шпильковом нерегулярном резонаторе	251

Чекмарёв С. А., Ханов В. Х. Проектирование системы инъекции ошибок для отработки сбоеустойчивых процессоров бортовых систем малого космического аппарата	254
Шахматов А. В. Способ подключения удалённого устройства к шине AMBA по интерфейсу SpaceWire	256

Секция

**«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ»**

Борисов Д. В. Дешифрирование нефтезагрязнённых территорий при помощи данных дистанционного зондирования	261
Васенина А. А., Сидоренко К. А. Адаптация ионосферной модели по данным глобальных навигационных спутниковых систем	263
Инчин П. А., Шпади М. Ю., Аязбаев Г. М. Радиозатменный мониторинг ионосферы и атмосферы с помощью наноспутников	264

Секция

«МЕХАНИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ»

Артюнин А. И., Елисеев С. В. Возможности обобщения задач динамических взаимодействий в неуравновешенных вращениях твердых тел	269
Богданов А. А., Иксанов М. Р., Панфилова О. Р., Файзуллин И. А. Построение и исследование модуля «локтевого» узла антропоморфного манипулятора	271
Богданов А. А., Горбанева А. С., Кутлубаев И. М., Кутлубаева Ю. И. Принципы построения антропоморфных захватов с групповым приводом звеньев	273
Буданов В. В., Ереско С. П., Ереско Т. Т., Шевцов С. М. Вибрационные измерения специальных механических систем	275
Вавилов Д. В. Выбор варианта профилирования зубьев колёс передаточных механизмов различного назначения исходя из возможностей их технологической реализации	279
Вавилов Д. В., Лукин Р. С., Усаков В. И. Методика проектирования зубчатых передач механизмов приводов различного назначения	280
Воробьев А. А., Спицын И. Н., Юносов А. Н., Егоров К. В. Прикладная программа для исследования компоновок шпиндельных сборочных единиц	282
Елисеев А. В. Динамика вибрационного подбрасывания: неудерживающие связи, параметры и особенности траекторий	284
Ереско В. С. Совершенствование конструкторско-технологического обеспечения производства пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений	286
Богданов А. А., Жиденко И. Г., Колашевский А. В., Мацко Е. Ю. Математическая модель задающего устройства антропоморфного манипулятора	289
Иванов Ю. Ф., Тересов А. Д., Громов В. Е., Будовских Е. А., Клопотов А. А. Структурно-фазовые состояния наноструктурированных поверхностных слоев титана VT1-0 после комбинированной электронно-ионно-плазменной обработки	291
Кашуба В. Б., Каимов Е. В., Кинаш Н. Ж. Динамические свойства рычажных связей в схемах подвесок и приборов	293
Клименов В. А., Потекаев А. И., Табаченко А. Н., Морзой М. Р., Клопотов А. А. Особенности изменения механических свойств в зоне сварного шва в субмикрористаллическом титановом сплаве VT1-0	296
Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Ереско Т. Т. Конструкция карданного шарнира со сменными шипами крестовины	298
Лукин Р. С., Козлова Н. И. Выбор инструментария для реализации методики проектирования волновых зубчатых передач с заданными выходными характеристиками	300
Пикалов И. Ю., Смирнов А. П. О проблемах автоматизированного проектирования малогабаритной лебедки на основе передачи внутреннего зацепления с малой разностью чисел зубьев	302
Пономарев С. И., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Использование атрибутивной базы данных для определения параметров диффузионной сварки разнородных материалов	304

Попов В. Ю., Янюшкин А. С. Формирование поверхностного слоя режущего инструмента при алмазной обработке кругами на металлической связке	306
Сидоров С. В. О гидродинамике элементов гидроприводов и определении параметров газосодержания	309
Стручков А. В., Ереско С. П., Ереско Т. Т., Климов А. А. Результаты экспериментальных исследований крутильной податливости трансмиссии трактора	311
Трофимов А. А., Жмуров В. В. Стенд и методика ресурсных испытаний гидроцилиндров	313
Фадеев А. А., Шестаков И. Я., Ереско Т. Т. Математическая модель работы ударного устройства на основе линейного электродинамического привода	315
Хахалин М. Н., Жубрин В. Г. Динамический анализ гидромеханического привода	317
Чулкин С. Г. Износостойкость как свойство материалов трибосопряжения и условий эксплуатации	319
Чулкин С. Г. Эффективность инвестиций в инновации аэрокосмического производства	321

Секция

«КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Вшивков А. Ю., Головенкин Е. Н., Шилкин О. В., Бакуров Е. Ю. Теплофизический макет пассивной системы терморегулирования космической обсерватории «Миллиметр».	
Некоторые аспекты термовакуумных испытаний с жидким гелием	327
Евтушенко Б. А. Зазор в разделительных днищах	329
Евтушенко Б. А. Ультразвуковой контроль сварных швов со смещением кромок	330
Недорезов Д. А., Пичкалев А. В., Красненко С. С. Лабораторно-отрабочный комплекс внутриприборного интерфейса перспективных космических аппаратов	332
Сайботалов Г. М., Баранов М. Е. Использование броневой керамики для защиты агрегатов ракетных комплексов	333
Юдинцев А. Г. Автоматизированный энергосберегающий имитатор постоянного тока нагрузки	335

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

Акарачкин С. А. Самовосстанавливающиеся материалы	339
Акзигитов А. Р., Антипин В. А. Повышение эффективности системы организации управления воздушным движением	341
Акзигитов А. Р., Смирнов А. С., Ходарев С. В. Повышение эффективности системы посадки для пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов	342
Акзигитов Р. А., Леонтьева К. А. Совершенствование методов наземного контроля бортовых АЭС и ПНК-воздушного судна для повышения безопасности полетов	344
Бобарика И. О., Молокова С. В. Влияние пульсаций давления в гидросистемах на трубопроводы тупиковых линий	346
Болотова О. В. Классификация радионавигационных систем и их характеристики	348
Гареев А. М., Злобина Ю. П., Коптев А. Н., Гареева Л. Р. Модель предупреждающего обслуживания авиационной техники	349
Герасев И. В., Золкина Е. С. Система предупреждения столкновений самолетов в воздухе TCAS	350
Григорьевская А. О., Иванов Н. В., Вишнёв А. В. Анализ использования авиации для тушения лесных пожаров	351
Железников О. Н., Кравченко А. В. Противообледенительное оборудование как средство повышения безопасности полетов на самолетах, базирующихся на аэродромах с малой интенсивностью полетов	353
Кацура А. В. Параметры коррозионного повреждения фюзеляжа летательного аппарата	355
Кацура А. В., Строков Д. Е. Влияние коррозионных повреждений на усталостную долговечность алюминиевых сплавов	356
Машенков С. Е., Юрковец Н. В. Влияние конструкции синхронных машин на характеристики	358
Степина Е. А., Максименко Е. А. Повышение эффективности мониторинга воздушных судов	359
Туговиков Е. А. Курсовая система «Гребень-1»	361

Фирер П. О., Шинкевич С. М. Анализ и повышение эффективности спутниковых навигационных систем и вычислительных систем самолетовождения посредством своевременного обновления аэронавигационных баз данных	362
Фурманова Е. А., Герасимова Д. С., Бойко О. Г. Об исследовании процесса отказов-восстановлений в резервированных системах методом Монте-Карло	364
Шаймарданов Л. Г., Фурманова Е. А. Численное имитационное моделирование безотказности невосстанавливаемых систем с последовательным соединением элементов	366
Шаймарданов Л. Г., Бойко О. Г. Численное имитационное моделирование безотказности невосстанавливаемых систем с резервированием замещением	368
Алешечкин А. М., Гейман В. Н. Определение параметров движения воздушных объектов средствами импульсно-фазовых радионавигационных систем	369
Гапенко П. С., Майнашева С. О., Горбунов Э. В. Сигналы канала VOR	371
Строков Д. Е., Зандер Ф. В. Исследование зависимости вида диаграмм направленности от конфигурации радиолокационного излучателя	373

Секция

«ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАТРОНИКА В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Азингареев В. В. Применение концентрированных потоков энергии для модифицирования поверхностного слоя материалов	379
Арефьев А. А. Применение процессов моделирования изготовления заготовок из алюминиевых сплавов для герметичных деталей пневмогидросистем в условиях сверхпластичности	380
Банщикова М. Н., Жирнова Е. А. Совершенствование технологии изготовления изделий из полимерных композиционных материалов на основе анализа кинетики процессов	382
Бондаренко П. В., Лозовенко С. Н., Писарев Д. А., Голублев В. И., Бабанов А. А. О разработке мобильной платформы	384
Васильева Е. А., Сысоев С. К., Васильев А. К., Чумакова А. В. Выбор состава рабочих смесей при роторно-абразивном полировании образцов-имитаторов улиток турбонасосных агрегатов	386
Гришин А. А., Смирнов Н. А., Харитонов А. И. Анализ причин «сбегания» контактных колец кольцевого токосъемного устройства в процессе его функционирования	387
Груздев А. А., Селивёрстов А. В., Королев А. Н., Демидов Д. В., Кушваренко С. В. Разработка отечественного пятикоординатного электроэрозионного прошивочного станка	389
Дектярева М. А., Жирнова Е. А. Анализ методов формования композитных конструкций	391
Елисеев А. В., Артюнин А. И., Елисеев С. В., Ситов И. С. Научно-методологическое обоснование технологии процессов вибрационного упрочнения в динамических взаимодействиях сыпучей среды и вибрирующей поверхности с учетом неударяющих связей	394
Ермошенко Ю. В., Большаков Р. С., Паршута Е. А. Определение статических реакций в системах с твердым телом на упругих опорах с дополнительной массой	396
Зверинцев В. В., Зверинцева Л. В., Сысоев С. К., Чураков Д. В. Устройство для абразивно-экструзионной обработки коротких волноводов сантиметрового диапазона	398
Кириллов В. И., Богданов В. В., Цыганков Н. М., Клипов Е. А. Радиационно-акустический метод толщинометрии материалов и изделий	400
Кочкина Г. В., Зверинцев В. В., Зверинцева Л. В. Обзор зарубежных установок для абразивно-экструзионной обработки	403
Кочкина Г. В., Зверинцева Л. В. Минимальная толщина недеформированной стружки при нанообработке	405
Лекарев А. В., Буркин А. Е., Жуковский В. Б. Исследование трещинообразования на поверхности отливок из жаропрочных сплавов	407
Лозовенко С. Н., Цайтлер А. В., Писарев Д. А., Голублев В. И., Головёнкин Е. Н. Способ изготовления тросового амортизатора	409
Лукьянов А. С., Пузырева Н. И., Тимошенко Е. М., Филиппов Ю. А. Синтез затылка фасонных фрез	411
Малахова Ю. Г., Малько Л. С. Методика экспериментального исследования главной составляющей силы резания при ротационном точении цилиндрической винтовой поверхности многолезвийным инструментом	413

Марьясов А. Н., Андреева И. А., Тарасов Г. Ф. Принципиальные особенности контакта материалов с абразивом при низких температурах	414
Мозгов С. А., Саушкин Б. П., Исаченко В. А. Технологический метод повышения эффективности работы турбонасосных агрегатов	417
Николаева Н. В., Рогожкин А. В., Вдовин Р. А. Разработка методики процессов литья по выплавляемым моделям с использованием программного продукта ProCAST	419
Николаева Н. В., Рогожкин А. В., Смелов В. Г. Аддитивные технологии как один из методов совершенствования технологических процессов	420
Опальницкий А. И., Демидов Д. В. Экспериментальное обоснование создания высокоэффективного ультразвукового станка для обработки композиционных и хрупких материалов изделия РКТ	422
Орешенко Т. Г., Морозов М. Ю. Автоматизация управления электронно-лучевой сваркой разнородных металлов	424
Орешенко Т. Г., Селиванов А. Б., Панфилов М. А. Повышение качества сварных соединений путем высокотемпературного отжига	425
Панов Д. В., Кочергин С. А., Саушкин Б. П. Экспериментальное изучение механизма формирования единичной лунки при воздействии импульсного лазерного излучения	426
Панфилов М. А., Орешенко Т. Г., Селиванов А. Б. Технологические приемы сварки дисперсионных жаропрочных сплавов типа ХН67МВТЮ	429
Рябченко А. В. Конструктивно-технологические особенности создания ракетно-космической техники	430
Сабенин В. В., Резяпов В. Ш., Галичина М. А. Применение цифровых технологий при изготовлении выжигаемых моделей деталей ответственного назначения без использования оснастки	431
Сергеева Е. В., Коренев О. Г., Ивасев С. С. Применение ультразвуковых колебаний в технологии порошковых изделий	433
Сергеева Е. В., Малько Л. С. Методика экспериментального исследования влияния технологических факторов на шероховатость винтовой поверхности при ротационном точении многолезвийным инструментом	435
Сутягин А. В., Загуменных А. А., Малько Л. С., Трифанов И. В. Технологическое оснащение для обработки винтовой поверхности глобоидных червяков ротационным точением многолезвийным инструментом с применением круговой подачи	436
Сутягин А. В., Малько Л. С., Трифанов И. В. Основы разработки методики экспериментального исследования температуры в зоне резания при ротационном точении винтовой поверхности многолезвийным инструментом	438
Сысоева Л. П., Сысоев С. К., Савин Д. И., Саклакова А. Е., Сысоев А. С. Исследование зависимости эффективности резания от геометрии абразивного зерна и режимов абразивно-экструзионной обработки алюминиевых сплавов	440
Трушкина Т. В., Гирн А. В., Раводина Д. В., Алякрецкий Р. В. Влияние технологических параметров на пористость МДО-покрытий	446
Цайтлер А. В., Лозовенко С. Н., Антипов А. И., Головенкин Е. Н. Обеспечение требуемого класса чистоты воздуха внутри транспортных контейнеров в процессе транспортирования и хранения космических аппаратов	448
Цугленок М. Н., Янковская Н. Ф., Тимошенко Е. М., Скрипка А. В., Раменская Е. В. Акустическая прозрачность кожухов технологических машин	449
Шипунов Д. Г., Марьясов А. Н., Исаков Е. В., Раменская Е. В., Филиппов Ю. А. Алгоритм формирования прецизионности в механике технологических процессов	449

Секция

«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ
В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ»

Аплеснин С. С., Ситников М. Н. Транспортные свойства твердых растворов $\text{Ce}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$	450
Артемов Е. М., Якимов Л. Е. Магнитная анизотропия тонких плёнок сплава CoPd	451
Волочасов М. Н., Квеглис Л. И., Логинов Ю. Ю. Наблюдение магнитной доменной структуры тонких пленок сплава $\text{Fe}_{86}\text{Mn}_{13}\text{C}$ методами Лоренцевой электронной микроскопии	451

Воронин А. С., Иванченко Ф. С., Хартов С. В. Создание оптически прозрачного проводящего покрытия на основе самоорганизованного шаблона	459
Галяс А. И., Демиденко О. Ф., Панасевич А. М., Янушкевич К. И. Влияние катионного замещения на магнитные свойства в системе твердых растворов $Mn_{1-x}Gd_xSe$	462
Дубинин П. С., Залого А. Н., Пиксин О. Е., Якимов И. С. Рентгенодифракционный структурно-фазовый анализ нанокмпозитов	464
Захарова Е. В., Лесков М. Б., Квеглис Л. И., Носков Ф. М. Исследование соединения композитного материала Ti-Al, полученного сваркой взрывом	465
Иванченко Ф. С., Воронин А. С., Хартов С. В. Формирование прозрачных проводящих покрытий на основе пленок однослойных углеродных нанотрубок модифицированным spray-методом	467
Игуменов А. Ю., Паршин А. С., Михлин Ю. Л., Пчеляков О. П., Никифоров А. И., Тимофеев В. А. Новый метод оценки влияния поверхностных возбуждений в спектроскопии сечения неупругого рассеяния электронов	469
Карцан Р. В., Карцан И. Н. Темнее черного	471
Константинова Т. А., Мамаев А. И., Мамаева В. А. Конструирование слоистого неметаллического неорганического термически стойкого покрытия, сформированного при наноразмерной локализации высокоэнергетических потоков, предназначенного для деталей космических аппаратов	473
Логинов Ю. Ю., Мозжерин А. В. Особенности дефектообразования в сульфиде цинка при использовании его в космической технике	475
Мамаев А. И., Мамаева В. А., Белецкая Е. Ю., Чубенко А. К. Функциональные наноструктурные неметаллические неорганические покрытия и слоистые материалы для космической техники. Материалы, теория, технология, оборудование	477
Подкопаев О. И., Копыткова С. А., Балакчина Е. С., Грачёва М. А., Шиманский А. Ф. Определение содержания германия в минеральном сырье	479
Пчеляков О. П., Преображенский В. В., Путятю М. А., Дерябин А. С., Соколов Л. В., Никифоров А. И., Гутаковский А. К., Труханов Е. М., Паханов Н. А., Василенко А. П., Лошкарёв И. Д., Феклин Д. И., Владимиров В. М., Паршин А. С. Молекулярная эпикасия гетероструктур для высокоэффективных солнечных батарей космических аппаратов	481
Соколович В. В., Великанов Д. А., Молокеев М. С. Структура и магнитные свойства твёрдых растворов системы FeS-CrS	483
Федоров Л. Ю., Карпов И. В., Ушаков А. В., Лепешев А. А., Шайхудинов А. А. ИК-спектральный анализ нанодисперсного оксида титана, полученного плазмохимическим методом	485
Харьков А. М. Температурные аномалии магнетизма в твердых растворах $Yb_xMn_{1-x}S$	486
Чубенко А. К., Сунцов С. Б., Мутасов Д. А., Мамаев А. И. Тепло- и электрофизические характеристики наноструктурных покрытий, сформированных на поверхности несущих конструкций бортовой радиоэлектронной аппаратуры методом микродугового окисления	488
Эльберг М. С., Жереб В. П. Метастабильные состояния в системе PbO-GeO ₂ , реализованные с помощью механохимической активации	490

Секция

«МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ: ПРОИЗВОДСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ»

Бабич С. А., Костюков А. С. Обзор и сравнение систем ориентации наноспутников класса CubeSAT	495
Давыдов А. С. Устройство дистанционного управления освещением на базе ОС Android	497
Ермаков Д. В., Бобриков А. Н., Алексанов П. А. Электродвигатель-маховик с магнитогидравлическими опорами вращения	498
Зуев Д. М., Пятков А. Г., Мовчан П. В. Преимущества масштабируемой модульной архитектуры малых и сверхмалых космических аппаратов	500
Костюков А. С., Зуев Д. М., Бабич С. А. Разработка исполнительных органов активной магнитной системы ориентации для студенческого наноспутника SibCube класса CubeSAT	502
Малыгин Д. В. Методика проектирования сверхмалых космических аппаратов	504
Поляков М. В., Гладышев Г. Н., Лянзбург В. П. Устройство арретирования ротора электродвигателя-маховика с магнитным подвесом	505
Прохоров М. Е., Абубекеров А. К., Захаров А. И. Звездный датчик для наноспутников	507
Ханов В. Х. Дорожная карта разработки сверхмалого космического аппарата	509

УДК 629.78

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКА

С. А. Елубаев, К. А. Алипбаев, Т. М. Бопеев, А. С. Сухенко

ДТОО «Институт космической техники и технологий»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Республика Казахстан, 050061, г. Алматы, ул. Кисловодская, 34
E-mail: alipbayev_k@mail.ru

Рассматривается разработка основных компонентов экспериментального образца системы ориентации и стабилизации микроспутника: магнитного датчика, солнечного датчика, маховика.

Ключевые слова: микроспутник, экспериментальный образец, система ориентации и стабилизации.

DEVELOPMENT OF MAIN COMPONENTS OF ATTITUDE CONTROL AND STABILIZATION SYSTEM OF MICROSATELLITE

S. Yelubayev, K. Alipbayev, T. Bopayev, A. Sukhenko

AALR «Institute of space technique and technologies»
CA «National center of space research and technologies»
34, Kislodvskaya str., Almaty, 050061, Republic of Kazakhstan
E-mail: alipbayev_k@mail.ru

Development of main components of attitude control and stabilization system of microsatellite -magnetic sensor, solar sensor, reaction wheel – is considered in this paper.

Keywords: microsatellite, experimental model, attitude control and stabilization system.

С развитием вычислительной и космической техники появилась возможность создавать микроспутники, обладающие полноценными функциональными возможностями. Разрабатываются специальные служебные платформы для малых спутников, позволяющие реализовывать экономически-эффективные миссии, например платформа SSTL-100, на базе которой разработаны и запущены микроспутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), микроспутники мониторинга стихийных бедствий, микроспутники научного назначения [1; 2], платформа CubeSat, на базе которой запущено огромное количество микроспутников различного назначения [3]. Разработка и запуск таких спутников обходятся гораздо дешевле, и они позволяют с меньшими затратами проводить различные исследовательские работы. В связи с этим в последние годы во всех космических странах уделяется большое внимание разработке микроспутников, их компонентов и служебных подсистем.

На данный момент разработка микроспутников становится одной из основных задач в процессе развития космической индустрии в Казахстане. В частности, в Институте космической техники и технологий в рамках проекта разрабатываются компоненты экспериментального образца системы ориентации и стабилизации (СОС) микроспутника.

СОС микроспутника является одной из ключевых подсистем, влияющих на его функциональность и обеспечивающих выполнение определенных для него целей. Современные микроспутники позволяют ис-

пользовать на борту весь спектр приборов СОС: солнечные и магнитные датчики, постоянные магнитные гистерезисные стержни (спутник Delfi-4)), звездные датчики, маховики, магнитные исполнительные органы (спутники BIRD [5], PROBA-2 [6]).

Разрабатываемая СОС микроспутника состоит из следующих компонентов: трехосный магнитный датчик, солнечные датчики, аппаратура системы навигации, маховики, электромагнитные исполнительные органы (ЭМИО). На текущий момент проводятся проектирование и разработка экспериментальных образцов некоторых компонентов СУДН микроспутника.

Разработан экспериментальный образец магнитного датчика на базе трехосного цифрового датчика MICROMAG 3-AXIS, который дает в качестве выходных параметров компоненты вектора магнитной индукции Земли (рис. 1). Для отработки экспериментального образца магнитного датчика разработано программное обеспечение, с помощью которого производится обработка и визуализация данных, полученных с магнитного датчика через микроконтроллер и беспроводной передатчик.

Разработан экспериментальный образец солнечного датчика, который дает в качестве выходного параметра угловые координаты Солнца и представляет собой щелевой солнечный датчик на базе треугольных фотодиодов. Общая схема солнечного датчика приведена на рис. 2.



Рис. 1. Обработка экспериментального образца магнитного датчика

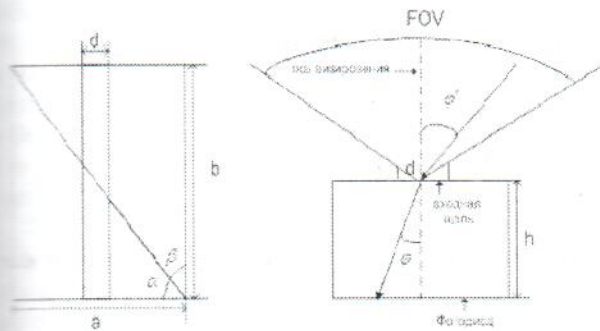


Рис. 2. Схема экспериментального образца солнечного датчика

Падающий под углом φ' луч проходит через тонкую щель и попадает на фотодиоды датчика (рис. 2), которые генерируют различные значения силы тока I_1, I_2 в зависимости угла падения луча. Значение угла φ (или одна из угловых координат Солнца) определяется на основе отношения полученных сил тока и геометрических характеристик солнечного датчика. Для определения второй угловой координаты Солнца θ используется второй датчик, установленный перпендикулярно к первому. Для разработки экспериментального образца солнечного датчика использовались два подобных датчика, объединенных в одном корпусе.

Разработан экспериментальный образец маховика, который состоит из тела маховика и электродвигателя. Для управления электродвигателем используется пропорционально-интегральный закон управления.

Для тестирования работы маховика изготовлен макет, общий вид которого приведен на рис. 3. Макет состоит из следующих основных частей: подвижной платформы, маховика как исполнительного органа, гироскопического датчика и модуля управления (ПК). Кроме того, для передачи информации в модуль управления на платформе установлен беспроводной приемопередатчик. Макет позволяет управлять угловым положением платформы с помощью прикладного программного обеспечения модуля управления.

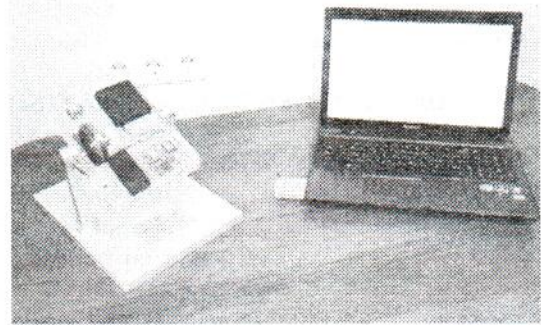


Рис. 3. Макет для обработки маховика

Предложенные экспериментальные образцы компонентов СОС войдут в основу разработки опытного образца СОС, который планируется использовать для разработки казахстанских микроспутников.

References

1. URL: <http://www.sstl.co.uk/Downloads/Datasheets/SSTL-100> (date of visit: 1.09.2014).
2. URL: http://space.skyrocket.de/doc_sat/sstl_microsat-100.htm (date of visit: 1.09.2014).
3. URL: http://space.skyrocket.de/doc_sat/cubesat.htm (date of visit: 1.09.2014).
4. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/d/delfi-c3> (date of visit: 1.09.2014).
5. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/b/bird> (date of visit: 1.09.2014).
6. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/p/proba-1> (date of visit: 1.09.2014).

© Елубаев С. А., Алипбаев К. А.,
Бопеев Т. М., Сухенко А. С., 2014