

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 __ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Технология подготовки современного космического аппарата к запуску»
тема

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
код и наименование направления

15.04.05.02 Технология космических аппаратов
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	доцент МБК ПФКТ канд. техн. наук	_____	В.Н. Наговицин
	дата, подпись	должность, ученая степень		
Рецензент	_____	начальник сектора	_____	Т.И. Соловьева
	дата, подпись	должность, ученая степень		
Выпускник			_____	Е.А. Маслова
			дата, подпись	
Нормоконтролёр			_____	Е.С. Сидорова
			дата, подпись	

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студентке Масловой Е.А.

Группа МТ14-04М

Направление 15.04.05.02 Технология космических аппаратов

Тема выпускной квалификационной работы «Технология подготовки современного космического аппарата к запуску»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР Наговицин Василий Николаевич, доцент МБК ПФКТ кандидат технических наук.

Исходные данные, представленные в ВКР: программы и методики испытаний космического аппарата на статические и динамические нагружения.

Перечень разделов ВКР: Введение, 1 Обзор современных космических аппаратов 2 Общее построение космического аппарата, 3 Работа с космическим аппаратом на заводе изготовителя, 4 Испытания космического аппарата на технической, стартовой позициях и в полете, Заключение, Список сокращений, Список используемой литературы.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: 16 слайдов по презентации ВКР.

Руководитель ВКР

подпись

В.Н. Наговицин

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Е.А. Маслова

инициалы и подпись студента

« _____ » _____ 20 ____ г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Технология подготовки современного космического аппарата к запуску» на 93 страниц, включает в себя 20 рисунков, 12 таблиц, 16 использованных источников.

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ, ПОДГОТОВКА К ЗАПУСКУ, СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ.

Целью работы является анализ организации технологии подготовки космического аппарата к запуску. В связи с поставленной целью решаются следующие задачи:

- изучить построение и создание современного космического аппарата;
- исследовать работу с современными космическими аппаратами на заводе изготовителе АО «ИСС»;
- разработать и улучшить процесс испытаний современных космических аппаратов на заводе изготовителе при подготовке к запуску;

Данная работа показывает полную картину технологии подготовки современного космического аппарата к запуску. В диссертации были представлены:

- обзор зарубежных и отечественных современных космических аппаратов;
- структура построения космических аппаратов;
- работа с космическим аппаратом на заводе изготовителе, которая включает в себя: проектирование, сборку и испытания космического аппарата;
- работа с космическим аппаратом на техническом комплексе, которые включают в себя: транспортирование на технический комплекс, испытания

на технической позиции, испытания на стартовой позиции, пуск и летные испытания.

ABSTRACT

The Magistersky dissertation on a theme «Technology of preparation of the modern space vehicle to start» on 93 pages, includes 20 drawings, 12 tables, 16 used sources.

THE SPACE VEHICLE, DYNAMIC TESTS, PREPARATION FOR START, STATIC TESTS.

The work purpose is the analysis of the organization of technology of preparation of the space vehicle to start. In connection with an object in view following problems are solved:

- To study construction and creation of the modern space vehicle;
- To investigate work with modern space vehicles at factory the manufacturer of joint-stock company "ИСС";
- To develop and improve process of tests of modern space vehicles at factory will make by preparation for start;

The given work shows a full picture of technology of preparation of the modern space vehicle to start. To dissertations have been presented:

- The review of foreign and domestic modern space vehicles;
- Structure of construction of space vehicles;
- Work with the space vehicle at factory the manufacturer which includes: designing, assemblage and space vehicle tests;

Work with the space vehicle on a technical complex which include: transportation on a technical complex, tests for a technical position, tests for a launching site, start-up and flight tests.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Обзор современных космических аппаратов .	Error! Bookmark not defined.
1.1 Космические аппараты, выпускаемые Францией	Error! Bookmark not defined.
1.1.1 Космические аппараты SPOT6, 7	Error! Bookmark not defined.
1.1.2 Космический аппарат MICROSCOPE.	Error! Bookmark not defined.
1.2 Космические аппараты, выпускаемые Японией	Error! Bookmark not defined.
1.2.1 Космический аппарат JCSAT-16	Error! Bookmark not defined.
1.2.2 Космические аппараты QZS 1, 2, 3, 4 .	Error! Bookmark not defined.
1.3 Космические аппараты, выпускаемые Российской Федерацией	Error! Bookmark not defined.
1.3.1 Космические аппараты, выпускаемые ФГУП «Научное производственное объединение им. С.А. Лавочкина»	Error! Bookmark not defined.
1.3.2 Космические аппараты, выпускаемые РКЦ «Прогресс»	Error! Bookmark not defined.
1.3.3 Космические аппараты, выпускаемые Акционерным обществом «Информационные спутниковые системы» им М.Ф. Решетнева»	Error! Bookmark not defined.
2 Общее построение космического аппарата	Error! Bookmark not defined.
2.1 Модуль служебных систем	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Состав конструкции модуля служебных систем	Error! Bookmark not defined.

2.1.2 Основные характеристики и технические решения	Error! Bookmark not defined.
2.2 Модуль полезной нагрузки	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Состав конструкции модуля полезной нагрузки	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Основные характеристики и технические решения	Error! Bookmark not defined.
3 Работа с космическим аппаратом на заводе изготовителе	Error! Bookmark not defined.
3.1 Проектирование космического аппарата..	Error! Bookmark not defined.
3.2 Сборка космического аппарата	Error! Bookmark not defined.
3.3 Испытания космического аппарата.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Статические нагрузки.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Динамические нагрузки	Error! Bookmark not defined.
4 Испытания космического аппарата на технической, стартовой позициях и в полете	Error! Bookmark not defined.
4.1 Предполетные испытания и подготовка к запуску	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Транспортирование космического аппарата на космодром и подготовка к испытаниям	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Испытания на технической позиции...	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Испытания ракетной космической системы на стартовой позиции и её пуск	Error! Bookmark not defined.
4.2 Летные испытания	Error! Bookmark not defined.
Заключение	89
Список сокращений	91
Список использованных источников	93

ВВЕДЕНИЕ

В состав современных космических аппаратов входит множество механических систем (МС).

Характеристики космического аппарата (КА) непосредственно зависят от характеристик МС.

Механическая система – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов конструкции, предназначенная для обеспечения функционирования КА.

МС состоят из механических устройств.

Механическое устройство – это составная часть конструкции, представляющая собой сборочную единицу, которая состоит из деталей и обеспечивает функционирование МС.

Неотъемлемой частью современного КА являются раскрывающиеся конструкции (РК). К РК относятся: раскрываемые солнечные батареи, поворотные штанги приборов, устройства отделения КА, трансформируемые крупногабаритные рефлекторы и др.

Ответственным этапом подготовки к работе бортовых систем КА является приведение РК в рабочую конфигурацию. Поэтому необходимо предельно ответственно решать вопросы обеспечения надежности РК.

Составной частью РК являются механические устройства одноразового срабатывания, безотказное функционирование которых напрямую влияет на способность КА выполнять свои функции.

Заданный уровень безотказной работы механических устройств обеспечивается высоким качеством их проектирования, конструирования и производства.

Сегодня основой гарантии безотказности МУ одноразового срабатывания считается успешное проведение наземной экспериментальной отработки. Однако, тенденции к увеличению габаритных размеров современных раскрывающихся конструкций, а также условия космического

пространства кардинально отличающиеся от земных, ведут к невозможности всесторонней отработки механических устройств, при испытаниях в наземных условиях.

Вследствие чего актуальной является задача разработки методов прогнозирования и предотвращения причин отказов на ранних стадиях разработки механических устройств разового срабатывания.

Цель данной работы изучить технологию подготовки современного космического аппарата к запуску; рассмотреть все виды испытаний, на которые подвергается космический аппарат при подготовке к запуску

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- - исследование структуры и последовательности испытаний космического аппарата при подготовке к запуску
- - ознакомление с документами предприятия регламентирующими процессы испытаний космических аппаратов;

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и списка используемой литературы.

[изъято 1-4 главы]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе представлены результаты по анализу надежности функционирования механических устройств космических аппаратов.

Выявлены основные задачи обеспечения надежности механических устройств КА:

- выбор номенклатуры показателей для характеристики надежности по осуществлению требуемых функций, или опасности возникновения аварийных ситуаций;

- формулировка требований к надежности путем установления количественных значений выбранных показателей надежности;

- проведение анализов и оценки надежности с использованием аналитических методов, методов вероятностного моделирования, экспертных и экспериментальных методов для сравнения требуемых значений показателей надежности с достигнутыми;

- выработка мер по физическому обеспечению надежности с целью обоснованного подтверждения достигнутых показателей надежности.

Исследованы методы физического обеспечения надежности организационного и прикладного направлений.

Выявлен ряд мероприятий направленных на повышение надежности.

Приведены виды исследований механизмов и звеньев конструкций:

- кинематический анализ;
- динамический анализ;
- кинетостатический анализ;
- функциональный анализ;
- анализ прочности и жесткости конструкций МУ РС в стартовой конфигурации;

- анализ на применение конструкционных способов повышения надежности;

- анализ прочности и жесткости конструкций МУ РС в рабочей конфигурации;
- синтез структурной модели надежности МУ РС;
- анализ надежности функционирования МУ РС;
- выдача заключения о соответствии полученного в результате проведенных анализов показателя надежности с заданным требованием.

Выполнен анализ (расчет) надежности устройства отделения космического аппарата.

Разработана модель замка устройства отделения в программе ADAMS позволяющая верифицировать расчет надежности функционирования замка.

Материалы данной диссертации представляют интерес для подобных настоящих и будущих проектов, будут использоваться, и развиваться в ходе дальнейшей работы магистранта в АО «ИСС».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БРТК	– бортовой ретрансляционный комплекс
БС	– батарея солнечная
БХК	– блок хранения ксенона
БХП	– блок хранения ксенона
БЦВК	– бортовой вычислительный комплекс
ГГКС	– геостационарная гидрометеорологическая космическая система
ГОСТ	– Государственный стандарт
ДБ	– двигательный блок
ДЗЗ	– дистанционное зондирование земли
ДНС	– датчик наличия солнца
ЗИ	– завод изготовитель
ИД	– исходные данные
КА	– космический аппарат
КО	– контакт отделения
КС	– космическая система
МПН	– модуль полезной нагрузки
МС	– механические системы
МСС	– модуль служебных систем
МУ	– механические устройства
МУ БС	– механические устройства батареи солнечной
НКУ	– наземный комплекс управления
ПЗВ	– прибор звездный
ПОЗ	– прибор ориентации на землю
ПОН	– программа обеспечения надежности
ПОС	– прибор ориентации на солнце
РК	– радиокоманда
РКН	– ракета космического назначения

РКС	– ракетно-космическая система
РН	– ракета-носитель
СИ	– статические испытания
СК	– система коррекции
СК	– стартовый комплекс
СКК	– силовая конструкция корпуса
СОС	– система ориентации и стабилизации
СТР	– система терморегулирования
СЧ	– составные части
СЭП	– система электропитания

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Экспериментальная отработка космических летательных аппаратов / В.А.Афанасьев, В.С. Барсуков, М.Я. Гофин, Ю.В.Захаров, А.Н.Стрельченко, Н.П.Шалунов; Под редакцией Н.В.Холодкова. – М.: Изд - во МАИ, 1994. - 412с.
- 2 Андрейчук, О.Б., Тепловые испытания космических аппаратов: учеб.пособие /О. Б. Андрейчук, Н.Н Малахов Н.Н. - М.: Машиностроение, 1982 - 143 с.
- 3 Бегларян, В.Х. Механические испытания приборов и аппаратов: учебное пособие/ В.Х. Бегларян – М. :Машиностроение, 1980 – 223с.
- 4 Чеботарёв, В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учебное пособие/ В. Е. Чеботарев, В. Е. Косенко Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. – 448с.
- 5 Вольсикй. А.П. Космодром/ А.П. Вольский. М.: Мир, 1977 – 234с.
- 6 Гэтланд, К.Космическая техника/К. Гэтланд. М.: Мир, 1986–295с.
- 7 Семенов.Ю.П. Многоразовый космический корабль «Буран»/Ю.П. Семенов и др. М.: Машиностроение, 1995–347 с.
- 8 Сапожников, В.М. Монтаж и истытания гидравлических и пневматических систем летательных аппаратов/ В.М.Сапожников. М: Машиностроение, 1979–218с.
- 9 Кринецкий Е.И. Летные испытания ракет и космических аппаратов/ Е.И. Кринецкий и др. М.: Машиностроение, 1979–163с.
- 10 Кринецкий Е.И. Основы испытаний летательных аппаратов/ Е.И. Кринецкий и др. М.: Машиностроение, 1989–571 с.
- 11 Малинский В.Д. Испытания аппаратуры и средств измерений на воздействие внешних факторов: спав./В.Д. Малинский, В.Х. Бегларян, Л.Г.Дубицкий; под ред. В.Д. Малинского. М.: Машиностроение, 1993–374с.
- 12 Романов, А.В. Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов: учебник / А.В.

Романов, Н.А. Тестоедов. – Санкт-Петербург, ЛА Профессионал, 2015. – 236с.

13 Композиционные материалы: справочник/ В. В. Васильев, В.Д Протасов, В. В. Болотин и др. – Москва: Машиностроение, 1990. –365с.

14 Орлов П.И. Основы конструирования : Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1 / Под ред. П.Н. Учаева. – Изд. 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.

15 Тестоедов Н.А./ Технология производства космических аппаратов: учебник. – Красноярск, СибГАУ, 2009. – 352 с.

16 Конструирование автоматических космических аппаратов / Д.И. Козлов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1996. – 448 с.