

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
« ____ » _____ 2019г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Рационализация комплексных испытаний бортовых систем и космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ»
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

подпись, дата

профессор МБК
ПФиКТ, д-р техн.наук

должность, ученая степень

В.Е. Патраев

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

К.О.Краснокутская

инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

начальник лаб.ц.038
АО «ИСС»

должность, ученая степень

С.О. Токтаров

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Е.С. Сидорова

инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Студенту Краснокутской Ксении Олеговне.

Группа МТ 17-04 М.

Направление (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Тема выпускной квалификационной работы: «Рационализация комплексных испытаний бортовых систем и космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ».

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР: В.Е. Патраев, д-р техн. наук, профессор МБК ПФиКТ.

Перечень разделов ВКР:

- 1 Обеспечение надежности космических аппаратов.
- 2 Отработка на уровне оборудования космического аппарата.
- 3 Комплексные испытания бортовых систем и космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ.
- 4 Рационализация объемов наземной экспериментальной отработки перспективных космических аппаратов.

Руководитель ВКР

подпись

В.Е.Патраев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

инициалы и фамилия студента

К. О. Краснокутская

« 22 » апреля 2019 г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Рационализация комплексных испытаний бортовых систем и космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ» содержит 86 страницы текстового документа и 10 использованных источников.

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ, КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ, КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ, НАЗЕМНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Целью работы является разработка методологии рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и оценка эффективности рационализированных объемов отработки.

Основные задачи:

- анализ методов обеспечения надежности на этапах наземной экспериментальной отработки;
- разработка методов назначения рационализированных объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ;
- оценка эффективности рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов.

В первой главе изучены методы обеспечения надежности на этапах наземной экспериментальной отработки, которые гарантируют то, что космический аппарат и его составные части разработаны, изготовлены, отработаны, хранятся, поставляются такими способами, при которых срок активного существования космического аппарата и вероятность его безотказной работы за требуемый срок будут не ниже значений, указанных в тактико-техническом задании. Также рассмотрены методы обеспечения качества изготовления продукции в Акционерном обществе «Информационные

спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (АО «ИСС»), контроля качества продукции, а также управления несоответствиями.

Во второй главе рассмотрен вопрос отработки составных частей КА на уровне оборудования. Определены виды, цели и задачи автономных испытаний оборудования. Приведены требования к нормам испытаний бортовой аппаратуры и к планированию ресурсных испытаний оборудования и испытаний на сохраняемость оборудования.

Во третьей главе изучена технология комплексных испытаний бортовых систем и космического аппарата, создаваемых на базе квалифицированных платформ. Испытательная база АО «ИСС» позволяет проводить все виды НЭОКА и их составных частей. В процессе создания спутники не выезжают за пределы завода-изготовителя, на территории которого и проходят полный цикл испытаний. Это сокращает как сроки создания КА, так и их конечную стоимость. Многоступенчатая НЭО, в ходе которой проверяется функционирование сначала отдельных приборов, деталей и узлов, затем систем, а в конечном итоге и собранных спутников, служит гарантией высокой надежности выпускаемой продукции и длительного срока ее эксплуатации.

В четвертой главе рассмотрены частные аспекты оптимизации НЭО КА, которые позволили разработать общие основные принципы оптимизации объемов НЭО КА и оборудования с использованием сокращенной материальной части, применением идеологии ускоренной отработки первого летного образца КА и алгоритма оптимизации объемов НЭО на основе выбора рационального варианта отработки по заданным критериям оптимизации.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	81

ВВЕДЕНИЕ

Тенденции развития рынка космических услуг связи, телевидения, навигации и геодезии обусловлены необходимостью разработки и изготовления космических аппаратов (КА) нового поколения с повышенными технико-экономическими показателями и орбитальным ресурсом до 10÷15 лет, сокращения сроков разработки КА и выхода на этап летных испытаний в течение трех лет.

Изготовление опытных образцов и наземная экспериментальная отработка (НЭО) узлов, агрегатов, приборов (оборудования), бортовых систем и КА в целом является одним из важнейших этапов жизненного цикла КА, а также основным элементом системы разработки и гарантирования качества КА. Положительные результаты НЭО обуславливаются нормативными объемами НЭО и являются необходимым условием успешной квалификации оборудования КА, бортовых систем и КА в целом на соответствие требованиям контракта (тактико-технического задания (ТТЗ)) на создание КА. Однако, учитывая повышение требований к надежности перспективных КА, ужесточение требований к срокам и стоимости их создания, необходимо оптимизировать объемы НЭО КА и развивать методы их рационализации[1].

Целью работы является разработка методологии рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и оценка эффективности рационализированных объемов отработки. В соответствии с целью исследования в магистерской работе решаются следующие задачи:

- анализ методов обеспечения надежности на этапах наземной экспериментальной отработки;

- разработка методов назначения рационализированных объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ;

- оценка эффективности рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов.

[Изъято 69 страниц]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной диссертационной работы стала разработка методологии рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и оценка эффективности рационализированных объемов отработки.

В ходе работы были решены следующие задачи:

1 Проанализированы методы обеспечения надежности на этапах наземной экспериментальной отработки, которые гарантируют то, что космический аппарат и его составные части разработаны, изготовлены, отработаны, хранятся, поставляются такими способами, при которых срок активного существования космического аппарата и вероятность его безотказной работы за требуемый срок будут не ниже значений, указанных в тактико-техническом задании.

2 Разработанная методология рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ, и внедренная на практике позволяет создавать конкурентоспособные космические аппараты путем обеспечения требуемой надежности космических аппаратов по результатам наземной экспериментальной отработки, сокращения в 2-3 раза сроков отработки, а также снижения стоимости наземной экспериментальной отработки.

3 Предложенный алгоритм оценки эффективности рационализации объемов наземной экспериментальной отработки космических аппаратов применим к любому отработочному изделию для комплексных испытаний систем и космических аппаратов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АБ – аккумуляторная батарея;
- АКИД – автоматизированная система контроля исполнения документов;
- АО «ИСС» – Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени ак. М.Ф. Решетнева»;
- АСКА – автоматизированная система контроля аппарата;
- АФУ – антенно-фидерное устройство;
- БА – бортовая аппаратура;
- БИАБ – блок имитации аккумуляторной батареи;
- БКУ – бортовой комплекс управления;
- БМ – блок механический;
- БС – батарея солнечная;
- БТК – бюро технического контроля;
- БЦВК – бортовой цифровой вычислительный комплекс;
- ВБР – вероятность безотказной работы;
- ВК – входной контроль;
- ВЧ – высокочастотный;
- ВЧИ – высокочастотные испытания;
- ИБС – имитатор батареи солнечной;
- ИП – иностранное производство;
- ИТЦ – испытательный технический центр;
- КА – космический аппарат;
- КД – конструкторская документация;
- КДИ – конструкторско-доводочные испытания;
- КК – космический комплекс;
- КМС – комплексно-моделирующий стенд;
- КПА – контрольно-проверочная аппаратура;
- КПЭО – комплексная программа экспериментальной отработки;
- КС – космическая система;

КЭМС – кондуктивная электромагнитная совместимость;
ЛОИ – лабораторно-отрабочные испытания;
ЛОК – лабораторно-отрабочный комплекс;
МБТ – межблочные трубопроводы;
МПН – модуль полезной нагрузки;
МСС – модуль служебных систем;
МУ – механическое устройство;
НКУ – наземный комплекс управления;
НОК – наземный отрабочный комплекс;
НТД – нормативно-техническая документация;
НЭО – наземная экспериментальная отработка;
ОИ – отбраковочные испытания;
ОП – отечественное производство;
ОТК – отдел контроля качества;
ПБС – привод батареи солнечной;
ПО – программное обеспечение;
ПОН – программа обеспечения надежности;
ПРИ – предварительные испытания;
ПСИ – приемо-сдаточные испытания;
РИ – ресурсные испытания;
САС – срок активного существования;
СК – система коррекции;
СМК – система менеджмента качества;
СНА – система наведения антенн;
СОС – система ориентации и стабилизации;
СТР – система терморегулирования;
СЭП – система электропитания;
ТБИ – термобалансные испытания;
ТБК – термобарокамера;
ТЗ – техническое задание;

ТТЗ – тактико-техническое задание;
ТУ – технические условия;
УО – устройство отделения;
ФКП – факторы космического пространства;
ФСС КТ – федеральная система сертификации космической техники;
ЦУП – центр управления полетом;
ЭВТИ – экрановакуумная теплоизоляция;
ЭИ – электрические испытания;
ЭМС – электромагнитная совместимость;
ЭРИ – электрорадиоизделия;
ЭРТИ – электрорадиотехнические испытания;
ЭСР – электростатический разряд;
ЭТВИ – электрические термовакуумные испытания;
ЭТТ – электротермотренировка.

[Изъято 4 страницы]

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

« 21 » 06 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Рационализация комплексных испытаний бортовых систем и космических аппаратов, создаваемых на базе квалифицированных платформ»

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

Г.Траф 13.06.19
подпись, дата

профессор МБК
ПФиКТ, д-р техн.наук
должность, ученая степень

В.Е. Патраев

инициалы, фамилия

Выпускник

Г.Траф 13.06.19.
подпись, дата

К.О.Краснокутская

инициалы, фамилия

Рецензент

Г.Траф 13.06.19
подпись, дата

начальник лаб. ц.038
АО «ИСС»

С.О. Токтаров

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Е.Сидорова 10.06.19.
подпись, дата

Е.С. Сидорова

инициалы, фамилия

Красноярск 2019