

ФАКУЛЬТЕТ Машиностроительный

КАФЕДРА Интеллектуальные и мехатронные системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

А.В. Гулай

« 46 » 01 2021 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Группировка мини-спутников, космического мониторинга : надёжность функционирования

Специальность 1–55 01 02 Интегральные сенсорные системы

Обучающийся  
группы 10307116

И.В. Тимошкевич 27.12.2020 И.В. Тимошкевич  
(подпись, дата)

Руководитель проекта

В.М. Зайцев 21.12.2020 В.М. Зайцев  
(подпись, дата)

Консультанты  
по разделу экономики

Н.В. Комина 22.12.2020 Н.В. Комина  
(подпись, дата)

по разделу охраны труда

Е.Ф. Пантелеенко 20.12.2020 Е.Ф. Пантелеенко  
(подпись, дата)

по переводу научно-  
технической литературы,

Ю.В. Безнис 23.12.2020 Ю.В. Безнис  
(подпись, дата)

по электронной презентации

Е.В. Польшкова 11.01.21 Е.В. Польшкова  
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

З.Н. Волкова 06.01.2021 З.Н. Волкова  
(подпись, дата)

Объем дипломного проекта:  
расчетно–пояснительная записка – 67 страниц;  
графическая часть – 8 листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 75 с., 7 ил., 14 табл., 17 источников.

**ГРУППИРОВКА МИНИ-СПУТНИКОВ, УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СПУТНИКОМ ЛИДЕРОМ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, МНОГОДИАПАЗОННАЯ СЪЕМКА, СЕНСОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.**

Объектом разработки является группировка мини-спутников с лидером и резервом.

Целью диплома является разработка рационально подобранной группировки мини-спутников с лидером и ведомыми. Кроме того разработка алгоритмов действия программного обеспечения и надежности группировки с резервом.

В дипломном проекте выполнен анализ группировок «строй» и «рой», построена схема работы группировки мини-спутников, каждому спутнику заданы определенные функции которые в ходе миссии он выполняет, указана сенсорная аппаратура необходимая для четкого функционирования группировки мини-спутников.

В соответствии с поставленной целью решены следующие задачи:

- Оценена перспективность мини-спутников при дистанционном зондировании земли, (обнаружения пожара стихийные бедствия) и многодиапазонной съемке;

- Подобрана сенсорная аппаратура, для обеспечения функционирования спутников;

- Разработан алгоритм работы группировки мини-спутника;

- Построены эпюры функционирования лидера

- Сконструирована структура интерфейсных блоков данных;

- Создана Вероятностно-статистическая модель

- Выполнена оценка надежности функционирования.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	11
1.1 Выбор группировки основные задачи и методы .....	11
1.2 Мини-спутник .....	13
1.3 Надежность функционирование на системах GPS и ГЛОНАСС .....	14
1.4 Сравнение на уровне функционирования .....	15
2. РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ГРУППИРОВКИ МИНИ-СПУТНИКОВ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА: НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ .....	17
2.1 Цели и задачи группировки мини-спутников.....	17
2.2 Структурно-морфологические, функциональные и процессуальные требования .....	17
2.3 Функциональная схема работы группировки мини-спутников.....	19
2.4 Структура мини-спутника .....	19
2.5 Функции выполняемые в комплексе с группировкой мини-спутников .....	21
2.6 Сенсорная аппаратур, встроенная в мини-спутник .....	22
2.7 Алгоритм работы группировки мини-спутника.....	25
2.8 Программное обеспечения для выполнения миссии .....	25
2.9 Эпюры работы лидера.....	34
2.10. Построение Вероятностно-статистической модели Расчет надежности функционирования. ....	34
3. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА .....	39
3.1 Оценка конкурентоспособности объекта проектирования .....	39
3.2 Определение единовременных затрат на создание программного продукта....	41
3.3. Определение ожидаемого прироста прибыли в результате внедрения ПП .....	48
3.4 Расчет показателей эффективности использования программного продукта ..	51
4. ОХРАНА ТРУДА.....	54
4.1 Требования к ПЭВМ в центре приема информации.....	55
4.2 Описание рабочего места центра приема информации.....	56
4.3 Микроклимат.....	56
4.4 Вредные вещества и пыль.....	57
4.5 Освещение в центре приема информации .....	58
4.6 Электромагнитные и электростатические поля .....	59
4.7 Инфракрасное и ультрафиолетовое излучение .....	60
4.8 Электробезопасность в центре приема информации.....	60
4.9 Пожарная безопасность.....	61
4.10 Организация и оборудование рабочего места оператора в центре приема информации.....	62
4.11 Требования к оператору ЭВМ при работе с компьютерами.....	63
4.12 Техника безопасности при работе с ПЭВМ.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Овчинников, М. Ю. Малые мира сего [Текст] / М. Ю. Овчинников // Компьютерра – 2007. — № 15. — С. 37 - 43.
2. Палкин, М. В. Концептуальные вопросы создания и применения космических аппаратов группового полета [Электронный ресурс] / М. В. Палкин. – Режим доступа <http://scimgtu.elpub.ru/jour/article/view/211/213>. — 02.01.2017.
3. Dan Ward. Faster, Better, Cheaper Revisited. Program Management Lessons from NASA / Defense AT&L. – 2010. – P. 48 — 52.
4. Черный И. Н. Мечтатели из DARPA [Электронный ресурс] / И. Н. Черный – режим доступа <http://novosti-kosmonavtiki.ru/mag/2013/869/>. - 02.01.2017
5. Палкин, М. В. Повышение эффективности летательных аппаратов путем перераспределения ресурсов штатных подсистем [Электронный ресурс] / М. В. Палкин. – режим доступа <http://technomag.edu.ru/doc/325917.html>. - 02.01.2017
6. Макриденко, Л. А. Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов [Текст] / Л. А. Макриденко, С. Н. Волков, В. П. Ходненко // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. [Текст] 2010. — Т. 114. — С. 15 — 26.
7. Лисов, И. Наноспутники полетят [Текст] / И. Лисов // Новости космонавтики. – 2015. - №3.- С. 59. 8. Лысенко, Л. Н. Теоретические основы баллистико- навигационного обеспечения космических полетов [Текст] // Л. Н. Лысенко, В. В. Бетанов, Ф. В. Звягин // Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. [Текст] 2014.— С. 518 - 522.
8. Gill E. Autonomous Formation Flying for the PRISMA Mission / E Gill, O. Montenbruck, S. D'Amico // Journal of Spacecraft and Rockets. — 2007. — Vol. 44. — P. 671 — 681. — 02.01.2017
9. Khromov A. Sputniki DZZ Sky Sat [Earth remote sensing satellites Sky Sat] / A. Khromov // [http : //www. Dauria.ru blog/ Sky Sat](http://www.Dauria.ru/blog/Sky%20Sat). [in Russian]
10. МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - <https://research-journal.org/earth/malye-kosmicheskie-apparaty-novoe-napravlenie-kosmicheskoy-deyatelnosti/>
- 11.Мини-спутник для группового и попутного запусков - <https://findpatent.ru/patent/229/2293688.html>
12. МНОГОЗОНАЛЬНАЯ СЪЁМКА - <https://bigenc.ru/geography/text/2220441>
13. Ерофеев В. А., Шаловский Ю. В., Кияев В. И. Управление роем динамических объектов на базе мультиагентного подхода // Компьютерные инструменты в образовании. 2015. № 6. С. 34–42.
14. Воробьев В. В. Алгоритм выбора лидера и кластеризации в статистическом рое роботов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2017. № 18. С. 166–172.
15. Зайцев В. М. Цепная организация буферной памяти // Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая. 1982. Вып. 10. С. 33–40.
- 16.Зайцев В.М. Организация распределенной обработки данных на вычислительных комплексах АСУ // Вопросы радиоэлектроники . Серия общетехническая .Вып.10 - 1982 . С. 26-32.
17. Гулай А. В., Зайцев В. М. Архитектура интеллектуальных систем. - Минск : ИВЦ Минфина , 2018 - 365 с .