



# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАДЁЖНЫХ СПУТНИКОВ СВЯЗИ**

Под редакцией академика М.Ф.Решетнева

Томск, МГП «РАСКО»  
1993

**ББК 32.841.1**  
**П 79**  
**УДК 521.61.93**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА  
КНИГОИЗДАНИЯ РОССИИ**

**В.Г.Афанасьев, В.И.Верхотуров, В.А.Заславский, В.А.Зеленцов,  
Ш.Н.Исляев, В.Б.Копелев, А.Я.Маслов, А.Н.Миронов, О.В.Франчук**

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. К.Г.Смирнов-Васильев**

**П79 Проектирование надёжных спутников связи. Афанасьев В.Г.,  
Верхотуров В.И., Заславский В.А. и др. / Под редакцией академи-  
ка М.Ф.Решетнева.– Томск: МГП «РАСКО», 1993. 221 с.: ил.  
(Библиотечка «Космическая связь»)**

**ISBN 5 – 88276 – 025 – 7**

Впервые рассматриваются основные методы реализации принципа равноправного (в смысле надёжности) проектирования спутников связи, заключающегося в выявлении «слабых» звеньев в структуре спутников и принятии мер по повышению надёжности. Обосновываются целесообразность и эффективность данного принципа.

Описывается итерационная процедура проектирования надёжных спутников связи и об- щий для разнородных подсистем методологический аппарат для его осуществления. Приводится описание комплексов программ анализа надёжности, критичности отказов и оптимального резервирования, ориентированных на применение в составе систем автоматизированного проектирования спутников связи. Материал книги оригинален и получен авторским коллек- тивом.

Для научных сотрудников аэрокосмического комплекса; может быть полезна преподава- телям и студентам соответствующих специальностей вузов.

**П 2303040501-089 без объявл.**  
**046(01)–93**

**ББК 32.884.1**

**ISBN 5 – 88276 – 025 – 7**

**Малое государственное редакционно-издательское предприятие «РАСКО»  
Мининформпечати РФ**

**© Афанасьев В.Г., Верхотуров В.И., Заславский В.А. и др., 1993**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Сокращения.....	5
Введение.....	7
<b>Глава 1. Методологические основы проектирования надёжных спутников связи.....</b>	<b>12</b>
1.1. Анализ особенностей построения и функционирования спутников связи и задач обеспечения их надёжности при проектировании.....	12
1.2. Принцип равнопрочного проектирования.....	18
1.3. Задача анализа надёжности и оптимального резервирования элементов спутников связи.....	21
<b>Глава 2. Методы анализа условий работоспособности спутников связи.....</b>	<b>26</b>
2.1. Способы описания условий работоспособности. Понятие сложной структуры.....	26
2.2. Понятие монотонной структуры.....	31
2.3. Представление монотонных структур в терминах путей и сечений.....	32
2.4. Деревья отказов.....	35
<b>Глава 3. Методы анализа надёжности спутников связи.....</b>	<b>54</b>
3.1. Методы точного расчёта и приближённого оценивания показателей надёжности структурно-сложных систем.....	54
3.2. Математическая модель и методики для оценивания надёжности многорежимных систем с изменяющейся структурой.....	73
3.3. Оценивание надёжности систем при отсутствии статистической информации об отказах составляющих элементов.....	79
<b>Глава 4. Методы анализа критичности отказов элементов спутников связи.....</b>	<b>90</b>
4.1. Понятие критичности отказов.....	90
4.2. Структурная важность элементов.....	90
4.3. Важность элементов в смысле надёжности.....	92
4.4. Анализ критичности по вектору показателей.....	95
4.5. Алгоритм ранжирования элементов по степени критичности их отказов.....	98
<b>Глава 5. Методы оптимального резервирования элементов спутников связи.....</b>	<b>103</b>
5.1. Постановки и методы решения задач оптимального резервирования спутников связи.....	103
5.2. Алгоритм выбора оптимальной структуры спутника связи на заданном множестве его элементов.....	117
5.3. Оптимальное разнотипное резервирование элементов спутников связи.....	126
5.4. Использование минимальных сечений в задаче оптимального резервирования элементов спутников связи.....	148
5.5. Эвристический алгоритм оптимального резервирования.....	160
5.6. Задачи оптимального резервирования при двух типах отказов элементов.....	163

5.7. Многокритериальные задачи выбора структуры спутниковой связи.....	171
<b>Глава 6.</b> Пути практической реализации методов проектирования надёжных спутников связи.....	179
6.1. Автоматизация проектирования спутников связи.....	179
6.2. Комплекс программ анализа надёжности сложных систем.....	186
6.3. Диалоговая система оптимального резервирования сложных систем по критерию надёжности (ДИСОН).....	188
6.4. Пример анализа надёжности и критичности отказов системы единого питания спутника связи «Горизонт».....	190
<b>Приложения</b> .....	202
<b>Литература</b> .....	211