

УДК 629.73.064.5(075.8)

ББК 39.52

Г20

**Гарганеев А.Г.**

Г20      Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование: учебное пособие / А.Г. Гарганеев, Л.К. Бурулько, В.П. Петрович; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 220 с.

В пособии изложены вопросы функционирования электрических и электронных систем на летательных аппаратах различного назначения. Рассмотрено общее устройство летательных аппаратов, особенности их эксплуатации в атмосфере и космическом пространстве. Отражены принципы управления аэродинамическими и космическими летательными аппаратами. Показаны место, назначение и структурное построение отдельных функциональных систем. Также рассмотрены вопросы реализации современной концепции летательных аппаратов с полностью электрифицированным оборудованием.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям 140400 «Электроэнергетика и электротехника», 161101 «Системы управления летательными аппаратами» и 220200 «Автоматизация и управление».

УДК 629.73.064.5(075.8)

ББК 39.52

### *Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор  
заведующий кафедрой электротехники и электроники НГТУ  
*С.А. Харитонов*

Доктор технических наук, профессор  
заместитель главного конструктора ОАО «НПЦ “Полюс”»  
*Ю.М. Казанцев*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013

© Гарганеев А.Г., Бурулько Л.К.,  
Петрович В.П., 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	7
1.1. Основные сведения о летательных аппаратах .....	7
1.2. Атмосфера и космическое пространство как среды функционирования летательных аппаратов .....	16
1.3. Общее устройство летательных аппаратов .....	20
1.4. Режимы и динамика полета летательного аппарата .....	27
<b>ГЛАВА 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ</b> .....	45
2.1. Системы управления полетом аэродинамических ЛА .....	45
2.1.2. Системы управления вертолетов .....	55
2.2. Системы электроснабжения аэродинамических ЛА.....	57
2.2.1. Классификация систем электроснабжения ЛА и режимы их работы .....	57
2.2.2. Типовые структуры авиационных СЭС .....	60
2.2.3. Авиационные генераторы.....	66
2.2.4. Регуляторы напряжения авиационных генераторов .....	67
2.2.5. Системы защиты электроэнергетических установок ЛА .....	69
2.2.6. Статические преобразователи электрической энергии на ЛА.....	71
2.2.7. Системы передачи и распределения электрической энергии на ЛА.....	72
2.2.8. Резервные источники электрической энергии на ЛА .....	79
2.2.8.1. Кислотные аккумуляторы.....	80
2.2.8.2. Щелочные аккумуляторы .....	83
2.3. Светотехническое оборудование ЛА .....	84
2.4. Системы вооружения ЛА.....	92
2.5. Системы жизнеобеспечения ЛА .....	99
2.5.1. Особенности систем жизнеобеспечения пассажирских ЛА .....	99
2.5.2. Особенности СЖО маневренных ЛА .....	101
2.5.3. Индивидуальные системы обеспечения жизнедеятельности.....	102
2.5.4. Направления развития систем жизнеобеспечения .....	104
<b>ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ</b> .....	107
3.1. Задачи систем управления полетом КА .....	107
3.2. Функциональные схемы систем управления полетом КА .....	115
3.3. Системы ориентации КА .....	120
3.3.1. Общие задачи системы ориентации .....	120
3.3.2. Система ориентации и роль исполнительных органов.....	124
3.3.3. Классификация систем ориентации.....	132
3.4. Системы электроснабжения КА.....	135
3.4.1. Основные сведения о системах электроснабжения КА.....	135
3.4.2. Первичные источники электроэнергии на КА .....	137
3.4.2.1. Аккумуляторные батареи для СЭС КА .....	137
3.4.2.2. Электрохимические генераторы .....	139
3.4.2.3. Фотоэлектрические преобразователи.....	140

3.4.2.4. Термоэлектрические преобразователи .....	143
3.4.2.5. Термоэмиссионные преобразователи .....	145
3.4.2.6. Тепловые энергетические установки с непрямым преобразованием тепловой энергии в электрическую .....	146
3.4.3. Первичные системы электроснабжения КА .....	148
3.4.4. Вторичные системы электроснабжения КА .....	150
3.5. Информационно-телеметрические системы КА .....	152
3.6. Использование КА для повышения эффективности ведения наземных боевых действий .....	154
3.7. Система жизнеобеспечения КА .....	157
<b>Глава 4. СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ САМОЛЕТА С ПОЛНОСТЬЮ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ .....</b>	<b>160</b>
4.1. Основное содержание и история развития концепции самолета с полностью электрифицированным оборудованием .....	160
4.2. Обоснование концепции СПЭО .....	165
4.3. Пути реализации концепции СПЭО .....	176
4.3.1. Общий технический анализ .....	176
4.3.2. Перспективные системы электроснабжения .....	180
4.3.2.1. Общие сведения о системах электроснабжения .....	180
4.3.2.2. Системы генерирования с полупроводниковыми преобразователями .....	181
4.3.2.3. Бортовые вторичные источники генерирования электроэнергии ....	188
4.3.3. Полупроводниковые элементы и источники вторичного электропитания нового поколения для бортовых систем электрооборудования .....	192
4.3.3.1. Тенденции развития полупроводниковых элементов для авиационно- космического применения .....	192
4.3.3.2. Источники вторичного электропитания .....	195
4.3.3.3. Магнитные компоненты .....	198
4.3.4. Бортовые информационные системы .....	199
4.3.4.1. Общие сведения о развитии архитектур бортовых информационных систем .....	199
4.3.4.2. Распределенная аналоговая архитектура .....	201
4.3.4.3. Распределенная цифровая архитектура .....	202
4.3.4.4. Федеративная цифровая архитектура .....	204
4.3.4.5. Интегрированная модульная архитектура .....	207
4.3.4.6. Примеры реализации бортовых информационных систем .....	207
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>215</b>