

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Список сокращений.....	4
Глава 1. Системность и системный подход	7
1.1. Общие положения и понятия	7
1.2. Системный подход к проектированию сложных технических систем	12
1.3. Последовательность разработки сложных технических систем.....	14
1.4. Внешнее и внутреннее проектирование	23
1.5. Уровни и этапы системного проектирования.....	24
1.6. Процедуры системного проектирования	28
1.7. Характеристика жизненного цикла сложной технической системы	30
1.8. Сущность системного проектирования.....	31
Глава 2. Математическое моделирование как основной метод исследования сложных технических систем на начальном этапе проектирования	34
2.1. Понятие о моделировании	34
2.2. Математические модели и их классификация	36
2.3. Некоторые математические модели оптимизации	42
Глава 3. Общая характеристика информационно-управляющих систем повышенной опасности	46
3.1. Назначение и состав информационно-управляющих систем повышенной опасности	46
3.2. Классификация информационно-управляющих систем.....	48
3.3. Стадии и этапы жизненного цикла информационно-управляющих систем	49
3.4. Принципы проектирования и архитектура информационно- управляющих систем	59
3.5. Основные проблемы при создании информационно-управляющих систем и способы их решения	64
Глава 4. Стратегия оценивания и контроля надежности и безопасности	68
4.1. Основные понятия надежности и безопасности.....	68
4.2. Показатели надежности и безопасности.....	76
4.3. Концепция оценивания надежности и безопасности	81
4.4. Классификация методов оценивания	83
4.5. Методы объединения информации.....	88
4.5.1. Линейные методы	88

4.5.2. Нелинейные методы.....	92
4.5.3. Байесовский метод.....	92
4.5.4. Эмпирическое байесовское оценивание.....	95
Глава 5. Классификация, состав и общая схема функционирования космического аппарата и его бортовых систем.....	98
5.1. Основные определения и понятия, используемые в космонавтике.....	98
5.2. Задачи, решаемые космическими аппаратами.....	100
5.3. Классификация космических аппаратов.....	100
5.4. Общий состав бортовых систем космического аппарата.....	101
5.5. Общая схема функционирования космического аппарата и характеристика основных этапов его эксплуатации.....	105
5.6. Основы системного подхода к проектированию космических аппаратов.....	107
5.7. Основные этапы проектирования космического аппарата.....	109
Глава 6. Условия функционирования космических аппаратов.....	112
6.1. Космический вакуум.....	112
6.2. Невесомость.....	114
6.3. Метеорная опасность.....	118
6.4. Радиационная опасность.....	119
6.4.1. Корпускулярное излучение.....	119
6.4.2. Электромагнитное излучение.....	122
6.4.3. Воздействие радиации на человека.....	122
6.4.4. Воздействие корпускулярной радиации на материалы.....	126
6.4.5. Воздействие электромагнитного излучения на материалы.....	127
6.4.6. Электризация космического аппарата.....	127
Глава 7. Система обеспечения теплового режима космического аппарата.....	129
7.1. Теплообмен космического аппарата.....	129
7.1.1. Тепловой режим космического аппарата.....	129
7.1.2. Теплообмен космического аппарата с внешней средой.....	130
7.1.3. Характеристика внешних тепловых потоков.....	131
7.1.4. Теплообмен излучением.....	136
7.1.5. Внешний теплообмен космического аппарата.....	139
7.1.6. Внутренний теплообмен космического аппарата.....	142
7.2. Принципы построения систем обеспечения теплового режима космических аппаратов.....	144
7.2.1. Назначение и состав системы обеспечения теплового режима космического аппарата.....	144
7.2.2. Характеристика средств пассивного терморегулирования.....	145
7.2.3. Принципы построения систем терморегулирования.....	146
Глава 8. Расчет характеристик систем обеспечения теплового режима космических аппаратов.....	153
8.1. Расчет характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.....	153
8.2. Расчет характеристик системы терморегулирования.....	156
8.2.1. Расчет характеристик газожидкостного теплообменника.....	158

8.2.2. Расчет характеристик вентилятора.....	159
8.2.3. Расчет характеристик гидроблока	160
8.2.4. Расчет характеристик радиатора	161
8.2.5. Расчет массовых характеристик системы терморегулирования.....	163
8.3. Конструкция и инженерные методы расчета тепловых труб.....	164
8.3.1. Принципы работы и конструкция тепловых труб.....	165
8.3.2. Особенности теплопереноса и массопереноса в низкотемпературных тепловых трубах	167
8.3.3. Выбор типа капиллярной структуры	169
8.3.4. Методика расчета тепловых труб.....	174
8.4. Расчет тепловых труб с помощью номограмм Андела	176
8.5. Предельные характеристики тепловых труб	178
Глава 9. Системы управления движением космических аппаратов	180
9.1. Задачи систем управления движением космических аппаратов	180
9.2. Принципы функционирования системы управления движением космического аппарата	183
9.3. Классификация исполнительных органов системы маневрирования космического аппарата.....	188
9.4. Классификация исполнительных органов систем ориентации и стабилизации	189
9.5. Принципы функционирования маршевых ракетных двигательных установок	192
9.5.1. Основные сведения о маршевых ракетных двигательных установках	192
9.5.2. Условия функционирования маршевых ракетных двигательных установок.....	194
9.5.3. Требования к маршевым ракетным двигательным установкам.....	197
9.5.4. Классификация маршевых ракетных двигательных установок	199
9.5.5. Жидкостные маршевые ракетные двигательные установки.....	199
9.5.6. Твердотопливные маршевые ракетные двигательные установки	214
9.5.7. Ядерные маршевые ракетные двигательные установки.....	219
9.5.8. Электроракетные маршевые двигательные установки	223
9.5.9. Особенности запуска маршевых ракетных двигательных установок в невесомости	231
9.6. Принципы функционирования исполнительных органов систем ориентации космических аппаратов.....	235
9.6.1. Гравитационные исполнительные органы	235
9.6.2. Магнитные исполнительные органы	239
9.6.3. Аэродинамические исполнительные органы	242
9.6.4. Солнечные исполнительные органы.....	245
9.6.5. Ориентация вращением.....	248
9.6.6. Силовые гироскопы	251
9.6.7. Двигатели-маховики	254
9.6.8. Ракетные двигательные установки.....	257

Глава 10. Расчет характеристик исполнительных органов системы управления движением	263
10.1. Расчет характеристик исполнительных органов системы маневрирования.....	263
10.1.1. Основные характеристики маршевых ракетных двигательных установок.....	263
10.1.2. Постановка задачи расчета.....	265
10.1.3. Баллистический расчет.....	266
10.1.4. Энергомассовый расчет.....	268
10.2. Расчет характеристик управляющей ракетной двигательной установки.....	269
10.2.1. Постановка задачи расчета.....	269
10.2.2. Расчет тяги управляющих ракетных двигателей и затрат рабочего тела в режиме гашения начальных угловых скоростей.....	271
10.2.3. Расчет тяги управляющих ракетных двигателей и затрат рабочего тела в режимах приведения и поддержания заданной ориентации.....	274
10.2.4. Расчет тяги управляющих ракетных двигателей и затрат рабочего тела в режиме программного поворота.....	280
10.2.5. Определение состава управляющего ракетного двигателя и расчет массы управляющей ракетной двигательной установки.....	284
Глава 11. Система спуска и посадки космического аппарата	287
11.1. Принципы функционирования и состав системы спуска и посадки космического аппарата.....	287
11.1.1. Назначение и требования к системе спуска и посадки космического аппарата.....	287
11.1.2. Принципы функционирования и состав системы спуска и посадки на планету с атмосферой.....	288
11.1.3. Спуск и посадка на планету без атмосферы.....	290
11.1.4. Спуск в атмосфере.....	291
11.2. Комплекс средств предпосадочного маневра и торможения спускаемого аппарата.....	296
11.2.1. Классификация средств предпосадочного маневра и торможения спускаемого аппарата.....	296
11.2.2. Парашюты.....	296
11.2.3. Роторы.....	298
11.2.4. Несущие поверхности спускаемого аппарата.....	299
11.2.5. Парашютно-двигательная система.....	301
11.2.6. Реактивные роторы и несущие поверхности с винтовыми ракетными двигателями.....	303
Глава 12. Система обеспечения жизнедеятельности экипажа	304
12.1. Назначение и состав системы обеспечения жизнедеятельности экипажа.....	304
12.2. Система обеспечения газового состава космического аппарата.....	308
12.2.1. Назначение, состав и классификация системы обеспечения газового состава.....	308

12.2.2. Системы обеспечения газового состава, основанные на запасах кислорода и поглотителей.....	311
12.2.3. Подсистема осушки атмосферы кабины космического аппарата	317
12.2.4. Система очистки атмосферы от углекислого газа	318
12.2.5. Системы обеспечения газового состава, основанные на физико-химических способах регенерации кислорода из продуктов жизнедеятельности космонавтов	318
12.3. Автономная система обеспечения жизнедеятельности космонавтов	319
ПРИЛОЖЕНИЯ	325
Приложение 1. Расчет характеристик дугового термоэмиссионного преобразователя	325
П.1.1. Математическая модель процессов переноса токов и энергии в межэлектродном зазоре термоэмиссионного преобразователя.....	325
П.1.2. Расчет граничных условий для плазменного промежутка энергетического диода	330
Приложение 2. Современное состояние работ по космическим аппаратам с ядерными энергетическими установками	337
П.2.1. Перспективы развития ядерных энергетических установок	337
П.2.2. Правовое регулирование деятельности в области создания и эксплуатации космических ядерных энергетических установок.....	341
П.2.3. Вероятные последствия аварий при эксплуатации космических аппаратов с ядерными энергетическими установками	343
П.2.4. Кинетика ядерных процессов в ядерных энергетических установках на орбитах длительного существования.....	346
Приложение 3. Приближенный расчет параметров ядерной энергетической установки с встроенным в активную зону термоэмиссионным преобразователем одноэлементной конструкции	347
П.3.1. Физические основы функционирования систем энергоснабжения космического аппарата	347
П.3.2. Устройство ядерных энергетических установок с термоэмиссионными преобразователями	352
П.3.3. Основные задачи и этапы разработки энергетической установки космического аппарата	356
П.3.4. Определение основных параметров ядерной термоэмиссионной энергетической установки в зависимости от ресурса работы	357
Приложение 4. Методика проектирования ядерной энергетической установки с многорежимным плазменным термоэмиссионным преобразователем	367
П.4.1. Математическая модель динамических процессов в ядерных термоэмиссионных энергетических установках.....	367
П.4.2. Алгоритм расчета	375

П.4.3. Результаты расчета стационарных характеристик дуговых цезиевых электрогенерирующих каналов и каналов холодильника-излучателя.....	379
П.4.4. Расчет массогабаритных характеристик многорежимных ядерных термоэмиссионных энергетических установок с дуговыми цезиевыми электрогенерирующими каналами	390
П.4.5. Расчет динамических характеристик электрогенерирующего канала и канала холодильника-излучателя	395
П.4.6. Результаты расчета стационарных характеристик электрогенерирующих элементов в кнудсеновском режиме и расчет массогабаритных характеристик ядерных термоэмиссионных энергетических установок	400

Приложение 5. Бортовой комплекс управления

П.5.1. Назначение, состав и работа бортового комплекса управления.....	406
П.5.2. Особенности анализа состава бортового комплекса управления	409
П.5.3. Исполнительные органы	410
П.5.4. Массовое уравнение бортового комплекса управления.....	411
П.5.5. Размещение элементов и возможные технические решения	412

Приложение 6. Теория стойкости ядерной термоэмиссионной энергетической установки в условиях воздействия высокоскоростного потока мелкодисперсных частиц.....

П.6.1. Факторы воздействия на космический аппарат с ядерной энергетической установкой при интенсивной бомбардировке высокоскоростными мелкодисперсными частицами.....	415
П.6.2. Теоретические аспекты процессов взаимодействия высокоскоростных потоков мелкодисперсных частиц с радиационными поверхностями холодильника-излучателя	422
П.6.2.1. Лучистый теплообмен космического аппарата	422
П.6.2.2. Математическое описание процессов поглощения лучистой энергии монослойным облаком мелкодисперсных частиц.....	422
П.6.2.3. Математическая модель теплового режима радиационного излучателя космического аппарата в условиях многослойного облака мелкодисперсных частиц	425
П.6.2.4. Математическая модель теплообмена радиационного излучателя космического аппарата, покрытого пленкой вещества с низкой теплопроводностью	429
П.6.2.5. Теория нестационарных теплофизических процессов в электрогенерирующей сборке ядерной энергетической установки космического аппарата в условиях воздействия мелкодисперсных частиц	437

Приложение 7. Лидары космического базирования для решения задач дистанционного зондирования Земли

П.7.1. Теоретические основы лидара	445
П.7.1.1. Состав лидарной системы	446
П.7.1.2. Уравнение лазерного зондирования.....	449
П.7.1.3. Методы лазерного детектирования	450

П.7.1.4. Классификация лидаров	455
П.7.1.5. Источники лазерного зондирования	457
П.7.2. Существующие и перспективные области использования лидаров....	458
П.7.2.1. Исследование атмосферы	460
П.7.2.2. Исследование земной поверхности.....	460
П.7.2.3. Исследование океана	461
П.7.2.4. Мониторинг чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий	462
П.7.2.5. Безопасность	462
П.7.3. Опыт использования лидаров и перспективы их развития	463
П.7.3.1. Лидары наземного базирования	463
П.7.3.2. Лидары авиационного базирования	467
П.7.3.3. Лидары космического базирования.....	469
П.7.4. Анализ требований к перспективному лидару космического базирования и космическому комплексу на его основе.....	473
П.7.4.1. Требования к спектрам зондирования космического лидарного комплекса	473
П.7.4.2. Требования к размеру следа сканирующего излучения.....	476
П.7.4.3. Требования к параметрам съемки и углам наведения бортового целевого комплекса.....	476
П.7.4.4. Требования к орбите функционирования	478
П.7.5. Предполагаемый состав и основные характеристики перспективного бортового целевого комплекса лидарного зондирования.....	480
П.7.6. Выводы	483

Приложение 8. Математическая модель углового движения космического аппарата с упругими элементами конструкции	485
П.8.1. Особенности динамических схем космических аппаратов с упругими элементами конструкции	485
П.8.2. Основные подходы к моделированию динамики космического аппарата с упругими элементами конструкции	489
П.8.3. Перспективные направления исследований в области математического моделирования систем гашения колебаний упругих элементов конструкции космического аппарата.....	494
П.8.4. Моделирование влияния механических связей упругих элементов конструкции с корпусом космического аппарата на динамические характеристики упругих элементов конструкции	498
П.8.5. Оценка точности формул дискретизации уравнения колебаний упругого элемента конструкции	501
П.8.6. Модель взаимодействия приводного устройства с упругими элементами конструкции космического аппарата	503
П.8.7. Методика расчета силового взаимодействия упругих элементов конструкции с приводными устройствами.....	510
П.8.7.1. Определение обобщенных сил, действующих на упругий элемент конструкции со стороны приводных устройств	510
П.8.7.2. Выбор расчетной схемы космического аппарата информационного обеспечения с локальной системой гашения колебаний упругих элементов конструкции на основе приводных устройств	512

П.8.7.3. Методика расчета динамического нагружения упругих элементов конструкции приводными устройствами	515
П.8.8. Математическая модель углового движения космического аппарата информационного обеспечения с локальными системами гашения колебаний на основе приводных устройств	517
П.8.9. Математические модели углового движения космического аппарата с упругими элементами конструкции в условиях воздействия мелкодисперсных частиц	519
П.8.9.1. Постановка задач моделирования динамики космического аппарата с упругими элементами конструкции в условиях воздействия мелкодисперсных частиц	519
П.8.9.2. Разработка методики моделирования динамики космического аппарата информационного обеспечения с локальными системами гашения колебаний упругих элементов конструкции	524
ЛИТЕРАТУРА	544