

Г. Н. Кресснер, Дж. В. Михаелс

# ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО ПОД РЕДАКЦИЕЙ

М. Г. Крошкина и В. В. Маркова



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«СВЯЗЬ»  
МОСКВА 1967

Переводчики:

*И. А. Минасян (гл. 1, 2, 8, 9, 10);*

*И. А. Сватиков (гл. 3, 4, 12);*

*Л. Л. Москвитин (гл. 5, 11);*

*А. П. Шпаков (гл. 6, 7)*

**Г. Н. Крэсснер**

**Дж. В. Михаелс**

**ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Редактор *Г. И. Вейцман*

Техн. редактор *К. Г. Маркоц*  
Корректор *Т. А. Васильева*

Сдано в набор 16/II 1967 г.

Форм. бум. 60×90/16  
Тираж 8000 экз.

24,5 печ. л.

24,5 усл.-п. л.

Заказ изд. 13047

Подписано в печ. 10/V 1967 г.

25,12 уч.-изд. л.

Цена 1 р. 91 к

Издательство «Связь», Москва-центр, Чистопрудный бульвар, 2.  
Типография издательства «Связь» Комитета по печати при Совете Министров СССР.  
Москва-центр, ул. Кирова, 40. Зак. тип. 76

## О г л а в л е н и е

Стр.

Предисловие к русскому изданию . . . . .	3
Из предисловия к английскому изданию . . . . .	5

### **Глава I. РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

1.1. Введение . . . . .	7
1.2. Наземные системы связи . . . . .	7
1.3. Космическая связь для наземных объектов . . . . .	11
1.4. Космическая связь для внеземных объектов . . . . .	11
1.5. Экономические соображения . . . . .	12
Цитированная литература . . . . .	15
Библиография . . . . .	15

### **Глава 2. СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

2.1. Введение . . . . .	16
2.2. Требования к пропускной способности систем связи . . . . .	16
2.3. Распределение частот . . . . .	18
2.4. Характеристики орбит . . . . .	22
2.5. Стационарная орбита, синхронная с вращением Земли . . . . .	26
2.6. Несинхронные орбиты и траектории ИСЗ . . . . .	28
2.7. Пассивные системы космической связи . . . . .	30
2.8. Активные системы космической связи . . . . .	34
2.9. Связь при помощи неорбитального космического аппарата . . . . .	40
Цитированная литература . . . . .	45
Библиография . . . . .	45

### **Глава 3. КОСМИЧЕСКАЯ СРЕДА**

3.1. Введение . . . . .	47
3.2. Атмосфера Земли . . . . .	47
3.3. Высокий вакуум . . . . .	53
3.4. Температура радиационного равновесия . . . . .	57
3.5. Электромагнитное излучение в космической среде . . . . .	61
3.6. Корпускулярное излучение в космическом пространстве . . . . .	67
3.7. Магнитные поля . . . . .	71
3.8. Гравитационные поля . . . . .	73
3.9. Метеоритное вещество в космосе . . . . .	75
3.10. Другие миры . . . . .	80
Цитированная литература . . . . .	80
Библиография . . . . .	80

### **Глава 4. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

4.1. Введение . . . . .	82
4.2. Основные сведения . . . . .	82
4.3. Источники внешних шумов . . . . .	86
4.4. Потери при распространении радиоволн в атмосфере . . . . .	93
4.5. Рефракция радиоволн . . . . .	98
4.6. Эффект Фарадея и фазовая дисперсия . . . . .	100

4.7. Влияние относительного движения . . . . .	101
4.8. Выбор частот . . . . .	105
4.9. Выбор местоположения антенны . . . . .	106
4.10. Атмосферы других планет . . . . .	107
Цитированная литература . . . . .	108
Библиография . . . . .	108

## **Глава 5. ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

5.1. Введение . . . . .	109
5.2. Ограничения, связанные с орбитой . . . . .	109
5.3. Ограничения, связанные с параметрами аппаратуры . . . . .	116
5.4. Влияние помех . . . . .	123
5.5. Передача сигналов через плазменную оболочку . . . . .	126
Цитированная литература . . . . .	129
Библиография . . . . .	129

## **Глава 6. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

6.1. Введение . . . . .	130
6.2. Виды модуляции . . . . .	130
6.3. Требования к каналу связи . . . . .	142
6.4. Уравнения радиопередачи . . . . .	145
6.5. Оптимизация систем . . . . .	153
6.6. Синтез систем . . . . .	154
Цитированная литература . . . . .	168
Библиография . . . . .	169

## **Глава 7. КОСМИЧЕСКАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ**

7.1. Введение . . . . .	170
7.2. Получение телеизмеряемых данных . . . . .	171
7.3. Обработка телеметрических сигналов . . . . .	175
7.4. Уплотнение каналов . . . . .	178
7.5. Радиопередача и радиоприем . . . . .	183
7.6. Накопление космической телеизмерительной информации . . . . .	186
7.7. Космические системы телеизмерения . . . . .	190
7.8. Стандартизация систем телеизмерения . . . . .	197
Цитированная литература . . . . .	197
Библиография . . . . .	198

## **Глава 8. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

8.1. Введение . . . . .	199
8.2. Основные электронные устройства . . . . .	200
8.3. Компоновка устройств . . . . .	210
8.4. Подсистемы электропитания . . . . .	213
8.5. Основная связная подсистема . . . . .	229
8.6. Телеметрическая подсистема . . . . .	240
8.7. Командная подсистема . . . . .	242
8.8. Подсистема траекторных измерений . . . . .	247
8.9. Антенная подсистема . . . . .	249
8.10. Стандартизация узлов и междузловой монтаж . . . . .	255
Цитированная литература . . . . .	257
Библиография . . . . .	258

## Глава 9 ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

	9.1. Введение . . . . .	259
	9.2. Условия для космического корабля . . . . .	259
	9.3. Ограничения, накладываемые на конструкцию систем . . . . .	260
	9.4. Методы конструирования . . . . .	262
	9.5. Конструкция . . . . .	263
Пр	9.6. Стандартизированные узлы конструкции . . . . .	264
Из	9.7. Аналитическое представление действующих механических величин . . . . .	274
	9.8. Тепловой баланс космического аппарата . . . . .	277
Г	9.9. Аналитическое представление термических величин . . . . .	284
	9.10. Системы термического регулирования . . . . .	285
1.1	9.11. Материалы, используемые в космосе . . . . .	287
1.2	9.12. Типовые формы космических аппаратов . . . . .	288
1.3	Цитированная литература . . . . .	290
1.4	Библиография . . . . .	290
1.5		

## Глава 10. НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

	10.1. Введение . . . . .	291
Г	10.2. Причины и интенсивность отказов . . . . .	291
2.1	10.3. Математическая теория надежности . . . . .	298
2.2	10.4. Обеспечение надежности . . . . .	302
2.3	10.5. Планы испытаний . . . . .	305
2.4	Цитированная литература . . . . .	314
2.5	Библиография . . . . .	314
2.6		

## Глава 11. КОМПЛЕКС НАЗЕМНОЙ АППАРАТУРЫ

2.7		
2.8	11.1. Введение . . . . .	315
2.9	11.2. Управление наземным комплексом . . . . .	317
	11.3. Связная подсистема . . . . .	318
	11.4. Телеметрические подсистемы . . . . .	329
	11.5. Командная подсистема . . . . .	335
Г	11.6. Подсистемы захвата и сопровождения . . . . .	337
	11.7. Антенные подсистемы . . . . .	352
3.1	11.8. Вспомогательное наземное оборудование . . . . .	359
3.2	Цитированная литература . . . . .	360
3.3	Библиография . . . . .	361
3.4		

## Глава 12. К ЗВЕЗДАМ!

3.5		
3.6		
3.7	12.1. Введение . . . . .	362
3.8	12.2. Новые методы конструирования . . . . .	362
3.9	12.3. Перспективные методы генерирования и преобразования энергии . . . . .	365
3.1	12.4. Перспективные компоненты и материалы . . . . .	369
	12.5. Перспективные методы связи . . . . .	371
	12.6. Станции связи вне Земли . . . . .	380
	12.7. Релятивистский космический корабль . . . . .	382
Г	Цитированная литература . . . . .	383
	Библиография . . . . .	383
	Дополнительная литература . . . . .	384
4.1	Дополнительная литература к русскому изданию . . . . .	385
4.2	Приложения . . . . .	387
4.3		
4.4		
4.5		
4.6		