

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

# Автоматические планетные станции



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» МОСКВА 1973

## АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

Андреев В. В., Артамонов В. В., Атнапов И. Т., Березин В. И.,  
Жукин В. М., Трошин В. С., Черенков В. Б.  
М., «Наука», 1973, стр. 280

Книга посвящена проблемам космических исследований с помощью автоматических станций, размещаемых на поверхности планет. Приводятся примеры научных и технических задач станций. Рассматриваются вопросы, касающиеся методов доставки станций на поверхность планет, особенности их конструкции, передачи информации на Землю. Анализируются условия обеспечения длительных сроков их работы: энергопитания, поддержания необходимого теплового режима и защиты от внешних факторов. Наиболее подробно указанные вопросы рассмотрены применительно к лунным автоматическим станциям. Издание представляет интерес для специалистов, работающих в области космической техники.

Илл. 166, табл. 23, библи. 106 назв.

Ответственный редактор  
доктор технических наук  
Ю. К. Ходарев

УДК 629.786

А  $\frac{20606-0022}{042(01)-73}$  БЗ-55-41-73

© Издательство «Наука», 1973 г.

# Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	3
ВВЕДЕНИЕ . . . . .	5

## Часть первая

### ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАНЕТНЫХ СТАНЦИЙ

11

<b>Глава 1. Изучение Луны и планет . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1. Изучение сейсмической активности . . . . .	13
1.2. Уточнение фигуры и законов движения Луны . . . . .	13
1.3. Опыты по обнаружению ионосферы . . . . .	14
1.4. Определение электрических и акустических характеристик Луны . . . . .	15
1.5. Определение теплофизических характеристик грунта и измерение тепловых потоков . . . . .	15
<b>Глава 2. Астрофизические исследования . . . . .</b>	<b>17</b>
2.1. Наблюдения за Землей . . . . .	17
2.2. Наблюдения за Солнцем . . . . .	18
2.3. Обнаружение и изучение космических тел малых размеров . . . . .	19

<b>Глава 3. Научно-технические и технологические задачи планетных станций</b>	<b>20</b>
3.1. Навигация и связь . . . . .	20
3.2. Испытание материалов и механизмов	21
3.3. Изыскание природных ресурсов для работы планетных станций . . . . .	22
3.4. Проверка условий жизни и поиск ее форм . . . . .	22
<b>Глава 4. Краткие сведения об условиях на поверхности планет . . . . .</b>	<b>24</b>
4.1. Общие характеристики . . . . .	24
4.2. Тепловые и оптические характеристики . . . . .	25
4.3. Условия радиосвязи и ориентации	26
4.4. Сравнение условий на поверхности планет . . . . .	27
Литература к введению и первой части	28

## Часть вторая

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОГО ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАНЕТНЫХ СТАНЦИЙ

29

<b>Глава 5. Основные сведения о лучистом теплообмене тел . . . . .</b>	<b>34</b>
5.1. Характеристики излучения . . . . .	34
5.2. Определение понятий собственного, падающего, эффективного и результирующего излучений тел . . . . .	36
5.3. Основные закономерности собственного излучения абсолютно черных и серых тел . . . . .	37

5.4. Лучистый теплообмен двух тел, произвольно расположенных в пространстве. Коэффициенты облученности . . . . .	40
5.5. Свойства лучистых потоков . . . . .	42
5.6. Лучистый теплообмен двух плоских тел, разделенных экранами . . . . .	45
Приложение . . . . .	48

<b>Глава 6. Статический расчет теплового режима автоматических планетных станций</b> . . . . .	57	<b>Глава 10. Методика наземных тепловых испытаний автоматических планетных станций</b> . . . . .	120
6.1. Вывод основного уравнения, определяющего тепловое состояние космических аппаратов . . . . .	57	10.1. Методика определения допустимой погрешности имитации теплофизических свойств окружающей космической среды . . . . .	123
6.2. Методика расчета теплофизических характеристик системы обеспечения теплового режима . . . . .	62	10.2. Допустимое давление остаточного газа в вакуумных камерах . . . . .	123
6.3. Определение понятий пассивной и активной систем обеспечения теплового режима . . . . .	66	10.3. Допустимая погрешность степени черноты имитатора излучения окружающей космической среды . . . . .	125
6.4. Определение мощности активной системы обеспечения теплового режима	68	10.4. Допустимая погрешность температуры имитатора излучения окружающей космической среды . . . . .	127
<b>Глава 7. Основные элементы систем обеспечения теплового режима</b> . . . . .	70	10.5. Допустимая погрешность коэффициента облученности наружной поверхности КА с имитатором излучения окружающей космической среды . . . . .	130
7.1. Экрано-вакуумная тепловая изоляция . . . . .	70	10.6. Допустимые погрешности величины, спектрального состава и однородности лучистого потока, имитирующего солнечное излучение . . . . .	132
7.2. Терморегулирующие покрытия . . . . .	73	10.7. Допустимый угол расхождения лучистого потока, имитирующего солнечное излучение . . . . .	133
7.3. Тепловые аккумуляторы . . . . .	81	10.8. Имитаторы космического вакуума . . . . .	136
7.4. Испарители . . . . .	88	10.9. Имитаторы излучения свободного космоса . . . . .	138
7.5. Радиационные теплообменники . . . . .	92	10.10. Имитаторы излучения поверхности небесного тела . . . . .	140
<b>Глава 8. Теплопроводы</b> . . . . .	97	10.11. Имитаторы солнечного излучения . . . . .	146
8.1. Жидкостные и газовые теплопроводы . . . . .	97	10.12. Продолжительность тепловых испытаний $\tau_{\Delta T_a}$ . . . . .	153
8.2. Паровые теплопроводы . . . . .	101	Литература ко второй части . . . . .	156
8.3. Лучистые теплопроводы . . . . .	105		
8.4. Выбор оптимальной толщины изоляции теплопроводов . . . . .	106		
<b>Глава 9. Динамический тепловой расчет автоматических планетных станций</b>	113		
9.1. Суммарная и эффективная теплоемкости космического аппарата . . . . .	113		
9.2. Экспериментальное определение эффективной и суммарной теплоемкости и проникающего теплового потока . . . . .	114		
9.3. Примеры динамического теплового расчета космического аппарата	116		

### Часть третья

## КОНСТРУКЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЛАНЕТНЫХ СТАНЦИЙ И СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ИХ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПЛАНЕТ

157

<b>Глава 11. Требования к конструкции</b> . . . . .	158	11.5. Действие линейных и вибрационных перегрузок . . . . .	166
11.1. Вес и размеры . . . . .	158	11.6. Специальные требования, предъявляемые к конструкции планетной станции . . . . .	166
11.2. Надежность . . . . .	158		
11.3. Работа в вакууме . . . . .	159		
11.4. Работа в условиях радиационного облучения и воздействия метеорных частиц . . . . .	163		

<b>Глава 12. Доставка автоматических планетных станций на поверхность планет . . . . .</b>	<b>167</b>	<b>Глава 13. Конструирование радиоэлектронного оборудования автоматических планетных станций . . . . .</b>	<b>188</b>
12.1. Способы доставки станций . . . . .	167	13.1. Размещение радиоэлектронной аппаратуры и некоторые вопросы ее конструирования . . . . .	188
12.2. Спуск на планету, имеющую атмосферу, и требования к конструкции . . . . .	170	13.2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры . . . . .	193
12.3. Амортизация удара при посадке станции . . . . .	172	13.3. Влияние ионизирующего излучения на работу радиоэлектронной аппаратуры . . . . .	196
12.4. Ориентация станции на поверхности . . . . .	176	13.4. Механические воздействия на радиоэлектронную аппаратуру . . . . .	204
12.5. Передвижение станции по поверхности . . . . .	179	13.5. Тепловой режим радиоэлектронной аппаратуры . . . . .	208
12.6. Средства отделения . . . . .	179	Литература к третьей части . . . . .	215
12.7. Материалы . . . . .	183		
12.8. Испытания конструкций . . . . .	187		

#### Часть четвертая

### СРЕДСТВА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМЫ ЭНЕРГОПИТАНИЯ

216

<b>Глава 14. Система связи автоматической планетной станции . . . . .</b>	<b>217</b>	<b>Глава 15. Аппаратурные особенности автоматических планетных станций</b>	<b>249</b>
14.1. Характеристики источников информации . . . . .	217	<b>Глава 16. Системы энергопитания . . . . .</b>	<b>256</b>
14.2. Выбор метода кодирования . . . . .	220	16.1. Химические источники тока . . . . .	256
14.3. Скорость опроса датчиков и количество уровней квантования аналогового сигнала . . . . .	226	16.2. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии . . . . .	258
14.4. Накопление и воспроизведение информации . . . . .	231	16.3. Термоэлектрические генераторы . . . . .	261
14.5. Эффективность системы связи . . . . .	233	16.4. Топливные элементы (электрохимические генераторы) . . . . .	267
14.6. Параметры радиолинии . . . . .	245	16.5. Термоэмиссионные преобразователи . . . . .	272
		Литература к четвертой части . . . . .	275