

Рис. 5.10. Энергетические потребности КА:

1 – ракеты-носители; 2 – межпланетные КА; 3 – лунные и космические станции; 4 – ИСЗ; 5 – лунные КА

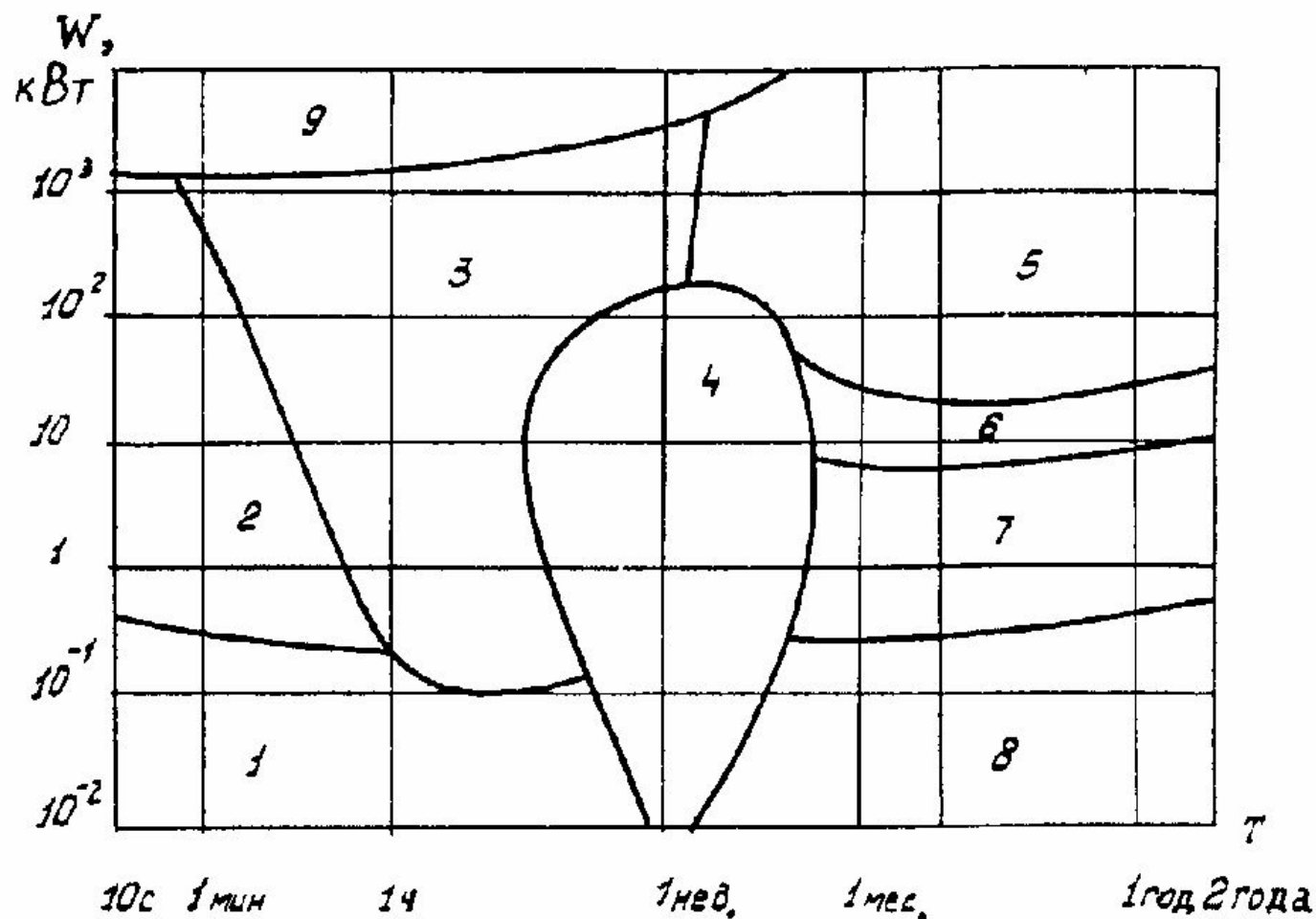


Рис. 5.12. Области рационального применения различных СЭП:

1 – аккумуляторы; 2 – химические динамические системы; 3 – криогенные динамические системы; 4 – топливные элементы; 5 – ядерная динамическая система; 6 – солнечная динамическая система; 7 – солнечная термоэлектрическая или термоионная системы; 8 – фотоэлектрические системы; 9 – радиоизотопные источники

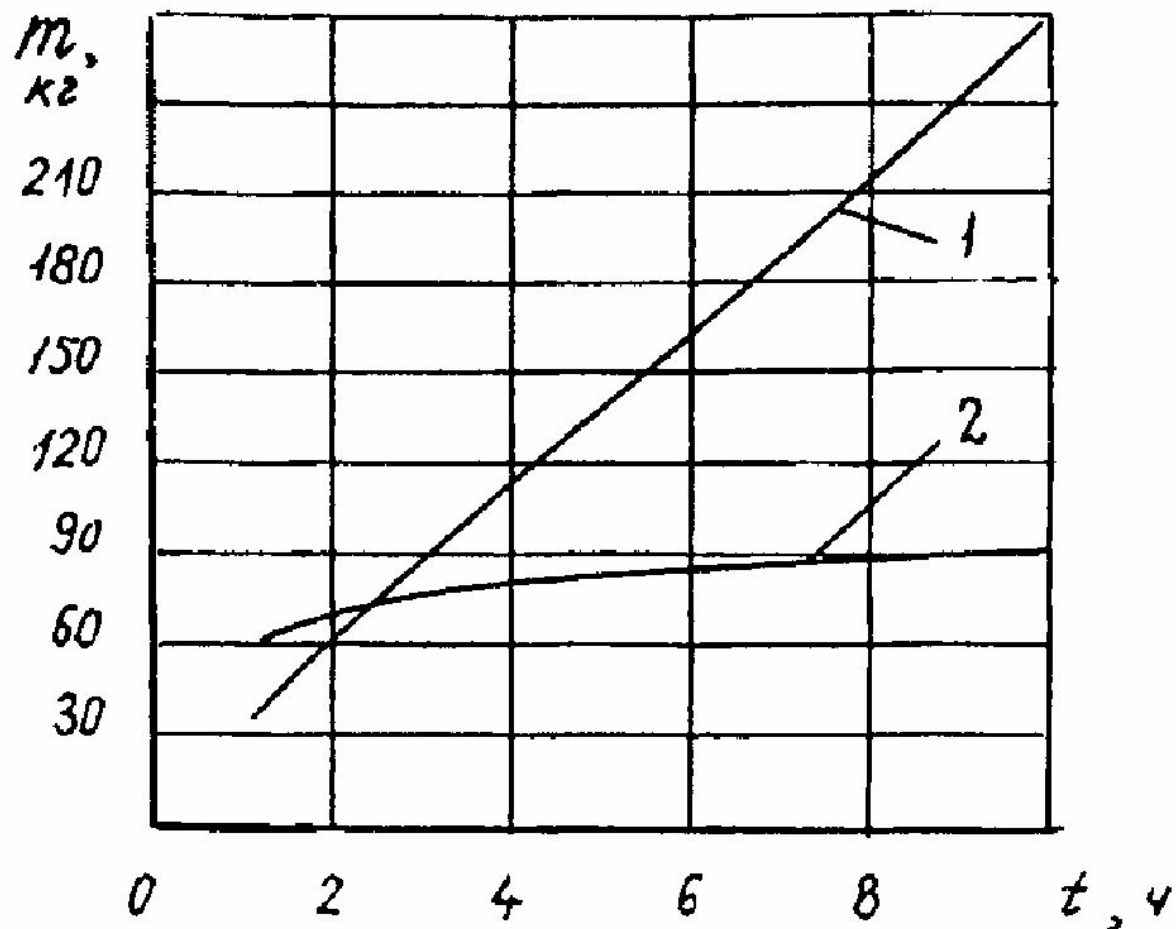


Рис. 5.13. Сравнительный анализ СЭП различных типов:

1 – серебряно-цинковый аккумулятор; 2 – топливный элемент с капиллярной мембраной

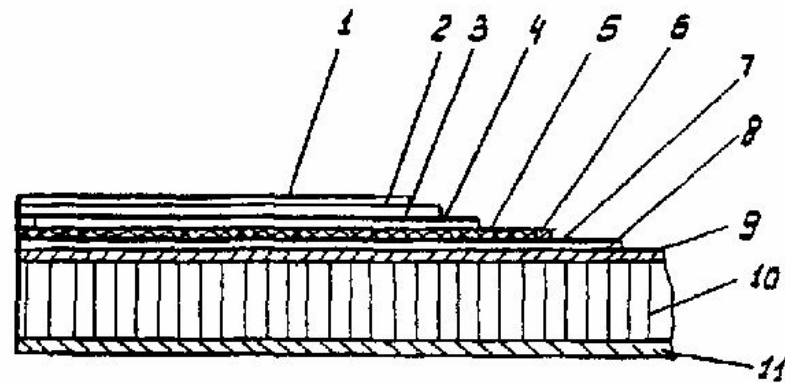


Рис. 5.14. Устройство кремниевого фотопреобразователя:

1 – противоотражающее покрытие; 2 – стекло; 3 – фильтр ультрафиолетовых лучей; 4 – слой эпоксидного клея; 5 – кремний *n*-типа; 6 – кремний *p*-типа; 7 – клей; 8 – эпоксидная изоляция; 9, 11 – пластины анодированного алюминия; 10 – алюминиевые соты

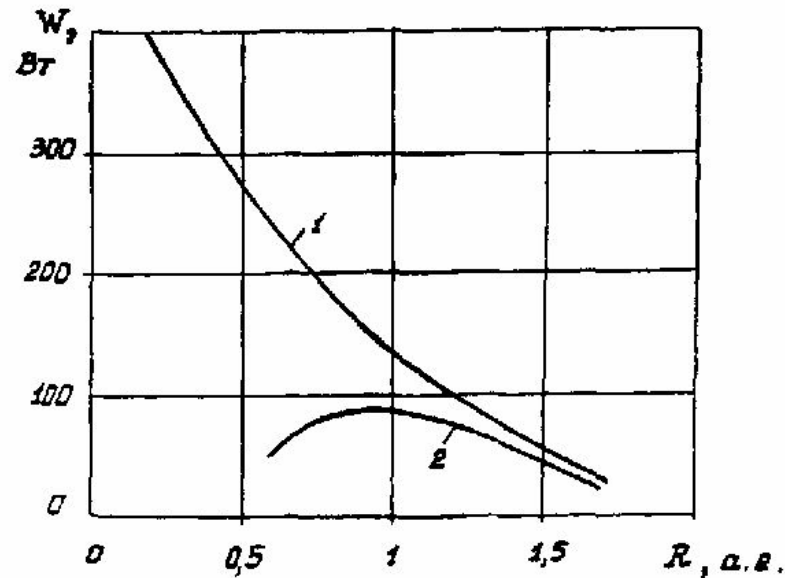
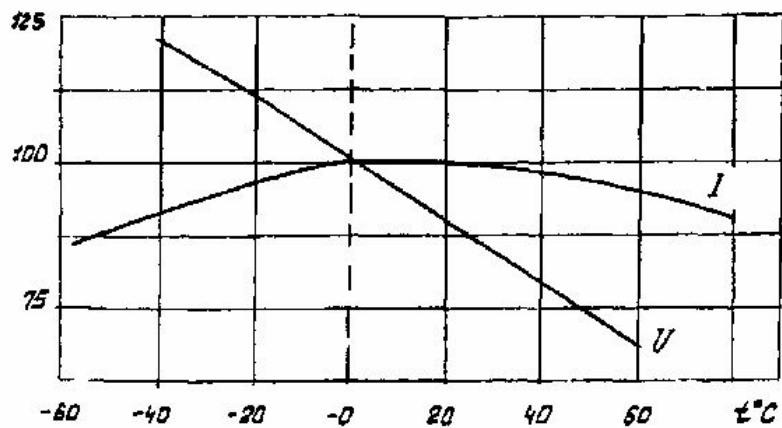


Рис. 5.15. Зависимость мощности фотопреобразователей от расстояния до Солнца:

1 – арсенид галлия; 2 – кремний

$I, U \%$ 

Влияние температуры на параметры солнечной батареи

Зависимость параметров СБ от времени работы в космическом пространстве

Тип ФЭП	$H = 770$ км, наклонение = 98° , 15 лет			ГСО, наклонение = 0° , 15 лет	
	Начальная мощность, Вт/м ²	Коэффициент деградации	Конечная мощность, Вт/м ²	Коэффициент деградации	Конечная мощность, Вт/м ²
Si:					
– монокристалл	223	0,96	214,1	0,82	182,9
– сверхтонкий	239	0,97	231,8	0,82	196,0
AlGa:					
– кристалл	215	0,96	206,4	0,83	178,4
– толщина 200 мк	159	0,85	135,6	0,69	110,1
– сверхтонкие 5 мк	160	0,90	144,0	0,76	121,6

Температурные характеристики солнечной батареи на орбитах планет

Планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Температура $T_{СБ}$, °С	230	130,5	60	-2

Температура поверхности солнечной батареи в зависимости от высоты околоземной орбиты

Высота околоземной орбиты, H , км	Температура поверхности СБ, $T_{СБ}$, °С
370	67
780	65
1 110	64
1 850	62
7 410	57
14 820	55
22 240	54
35 880	53

Принятые линейные зависимости для ФЭП

$T_{CB}, ^\circ C$	КПД, %	
	Фотоэлементы	
	AgGa	Si
20	10	10
144	7,3	2
180	5	0

Характеристики ФЭП в стадии развития

Тип ФЭП	AgGa		Si	
	1996	2010	1996	2010
Развитие ФЭП, годы				
КПД %	6,2...8,0	12,5	9,8...13,0	16,5
Удельная поверхностная мощность, Вт/м ²	55...100	145	85...145	190
Относительная масса, кг/м ²	0,8...1,0	0,3...0,5	1,0...1,5	0,3...0,5
Удельная массовая мощность, Вт/кг	55...125	240...480	55...145	370...630
Удельная стоимость, долл./Вт	200...700	100...200	600...1400	200...500

Влияние радиационных поясов на эффективность СБ КА, находящегося на орбите высотой $H = 7400$ км, наклонение орбиты $\approx 50^\circ$ в течение 5 лет

Тип ФЭП	Монокристалл Si	Монокристалл AgGa	Тонкопленочные 200 мкм
Коэффициент падения мощности	0,78	0,8	0,5
Конечная мощность, Вт/м ²	173,9	172,0	81,4

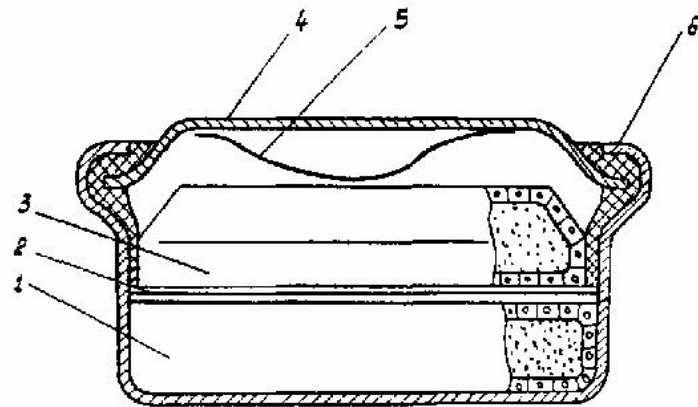


Рис. 5.17. Конструкция герметического дискового аккумулятора:

1 – положительный электрод; *2* – разделительная пластина; *3* – отрицательный электрод; *4* – крышка; *5* – пружина; *6* – изоляционная прокладка

Основные характеристики аккумуляторов

Наименование характеристики	Тип аккумулятора	
	Никель-кадмиевый	Никель-водородный
Удельная объемная энергия, Вт·ч/дм ³	80	60
Удельная массовая энергия, Вт·ч/кг	25...40	50
Рабочее напряжение, В	1,2	1,25
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+50	-20...+50
Срок службы (в циклах заряд-разряд) не менее	1000	1000
Срок хранения, годы, не менее	5	5
Конструкция	герметичная	герметичная

**Характеристики химических источников тока,
применяемых в системах энергоснабжения КА**

Источник тока	Тип	Электрохимическая система					
		Положительное активное вещество	Электролит	Отрицательное активное вещество	ЭДС, В	Теоретическая удельная энергия, Вт·ч/кг	Срок службы
Никелево-кадмиевый	Аккумулятор	Ni(OH) ₂	KOH	Cd	1,36	220	Несколько лет
Серебряно-цинковый	Аккумулятор	Ag ₂ O	KOH	Zn	1,85	520	Несколько месяцев
Серебряно-кадмиевый	Аккумулятор	Ag ₂ O	KOH	Cd	1,40	295	До одного года
Кислородно-водородный	Топливный элемент	O ₂	KOH	H ₂	1,227	3660	Несколько месяцев

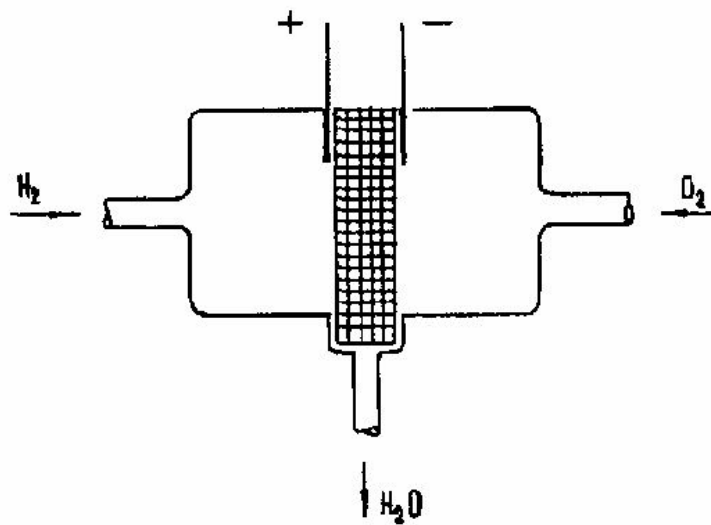


Рис. 5.18. Схема топливного элемента

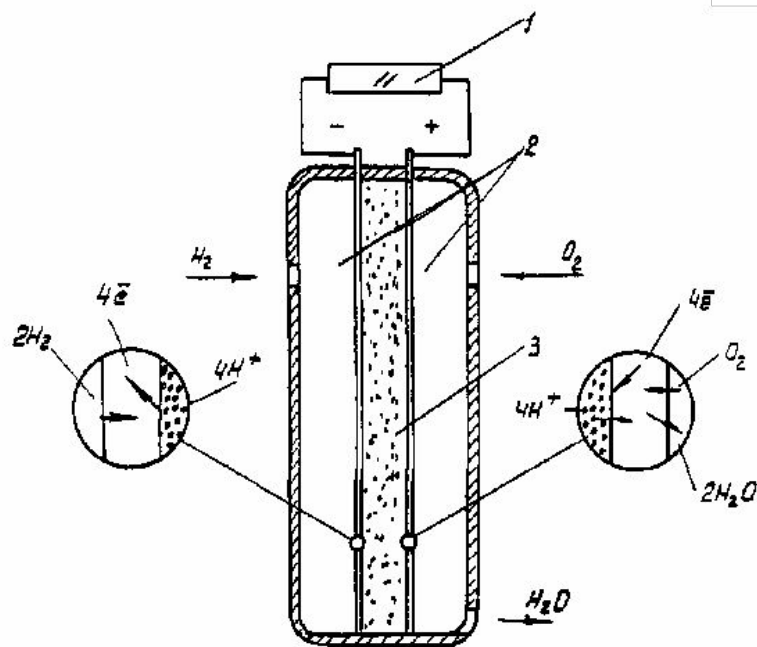


Рис. 5.19. Устройство топливных элементов КК "Джемини":
 1 – внешняя нагрузка; 2 – газовые камеры; 3 – мембрана

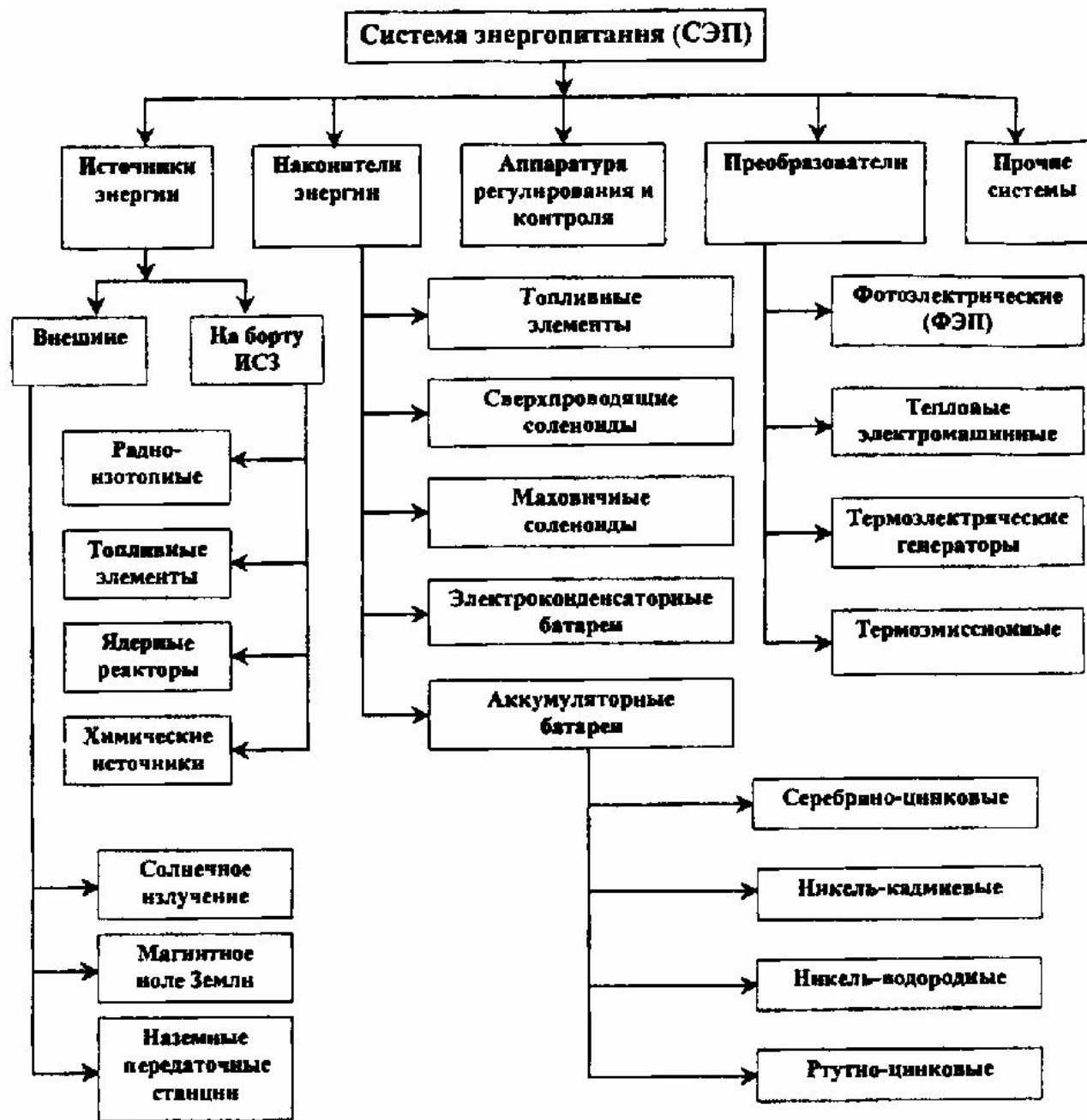


Рис. 5.21. Варианты систем энергоснабжения ИСЗ