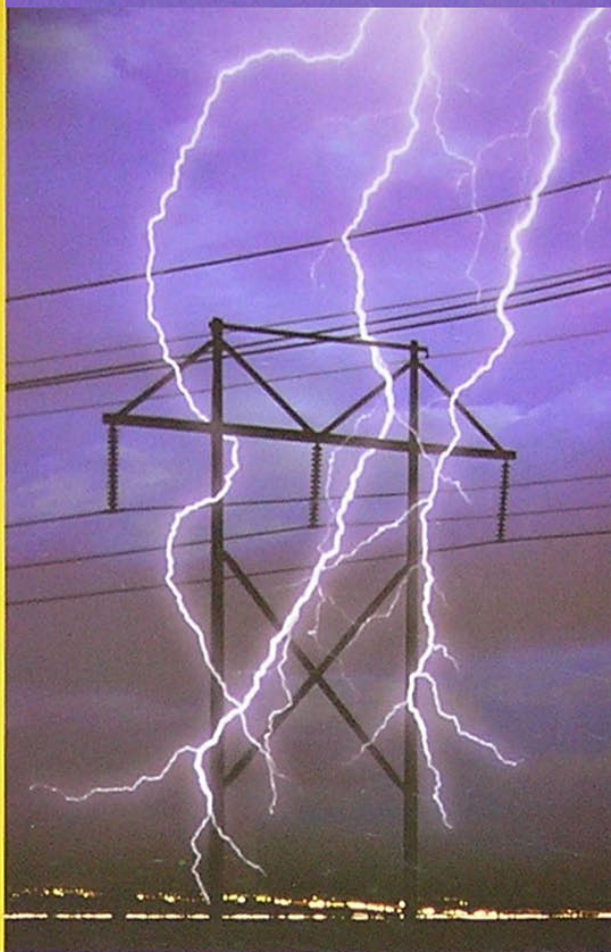
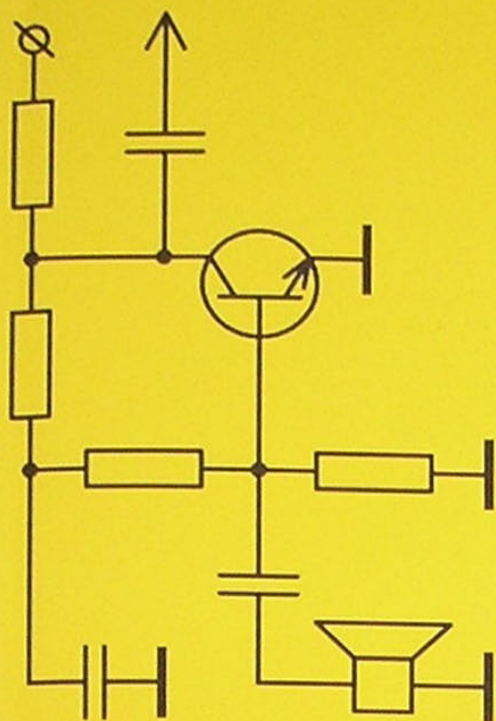


Кашкаров А. П.



# ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ, СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ И ДРУГИЕ ПОЛЕЗНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Кашкаров А. П.

**ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ,  
СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ  
и другие полезные  
конструкции**



Москва, 2011

**УДК 004.438**  
**ББК 32.973.26-018.2**  
**К31**

**К31 Кашкаров А. П.**

Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.

**ISBN 978-5-94074-662-1**

Альтернативные источники энергии - ветер и солнце являются постоянно возобновляемыми, практически вечными видами энергии.

В данной книге автор раскрывает особенности современных преобразователей энергии солнца и ветра, их выбора, строения и установки. Целая глава книги посвящена нетрадиционным радиоэлектронным конструкциям.

Издание предназначено для широкого круга читателей, стремящихся к самостоятельному техническому творчеству, интересующихся радиотехникой, нетрадиционными источниками питания, солнечными батареями и ветрогенераторами в эпоху всеобщей экономии и оптимизации издержек.

В приложениях даны справочные данные и другая полезная информация.

**УДК 004.438**  
**ББК 32.973.26-018.2**

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-662-1

© Кашкаров А. П., 2010  
© Оформление, ДМК Пресс, 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

---

---

Предисловие .....	7
-------------------	---

---

## Глава 1. Источники питания на солнечных батареях и не только ...9

### 1.1. Основные принципы применения солнечных батарей.. 11

### 1.2. Виды и характеристики солнечных батарей..... 14

Фотоумножители ..... 14

Фотоэлектрический преобразователь..... 16

### 1.3. Электронные устройства для дома и дачи своими руками..... 17

1.3.1. «Камень» для дачи с элементом солнечной батареи..... 17

1.3.2. Фонарик на элементах солнечной батареи и методы его совершенствования..... 19

Принцип работы устройства ..... 22

О деталях ..... 24

Рекомендации по улучшению работы..... 24

Спектр практического применения ..... 26

### 1.4. О модулях солнечных батарей..... 26

### 1.5. Номенклатура мощных солнечных батарей ..... 27

1.5.1. Солнечные батареи разных производителей ..... 27

Характеристики солнечного модуля TCM-15F(12) ..... 30

1.5.2. Солнечные батареи фирмы Sharp..... 31

Основные характеристики солнечных панелей Sharp ..... 31

Область применения ..... 32

Некоторые интересные особенности солнечных батарей..... 33

### 1.6. Солнечная панель для зарядки портативных устройств PowerFilm WeatherPro Solar panel фирмы Sundance Solar ..... 33

### 1.7. Рекомендации по сборке элементов и модулей солнечных батарей ..... 35

---

## Глава 2. Ветрогенераторы и преобразователи электрической энергии ..... 37

### 2.1. Преимущества и особенности ветрогенераторов..... 39

2.1.1. Основная комплектация ВЭУ ..... 41

Мачтовый комплект ..... 42

2.1.2. Дополнительная комплектация ВЭУ (кроме непосредственно генератора) .....	43
2.1.3. Расчеты экономии .....	43
2.1.4. Важные замечания .....	44
<b>2.2. Место установки ВЭУ .....</b>	<b>45</b>
<b>2.3. ВЭУ для сборки своими руками .....</b>	<b>46</b>
Некоторые примеры и выводы .....	47
<b>2.4. Преобразователи энергии (инверторы) .....</b>	<b>48</b>
Некоторые технические характеристики .....	49
Методы соединения инверторов .....	51
<b>2.5. Меры предосторожности при работе с инверторами и АКБ, использующихся на ветрогенераторных установках .....</b>	<b>52</b>
<b>2.6. Расчет электропроводки и выбор провода .....</b>	<b>54</b>
<hr/>	
<b>Глава 3. Аккумуляторы и другие химические источники тока .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Эксплуатация АКБ и уход за ними .....</b>	<b>56</b>
3.1.1. Заряд АКБ .....	56
<b>3.2. Контроллеры заряда .....</b>	<b>57</b>
Morningstar SHS 10 .....	57
<b>3.3. Аккумуляторы глубокого разряда AGM и GEL .....</b>	<b>58</b>
3.3.1. Гелевая (GEL) АКБ Leoch LPG12-200 .....	58
3.3.2. Герметичная необслуживаемая свинцовые батареи AGM-технологии Leoch DJW 12-18 .....	59
3.3.3. AGM технология .....	60
<b>3.4. Химические источники тока на примере батареи «Дымок» .....</b>	<b>61</b>
3.4.1. Внутренняя начинка ХИТ «Дымок» .....	63
3.4.2. Основные технические характеристики батарей серии Дымок .....	64
Практика применения и эксперименты .....	66
Вывод .....	68
Практика применения .....	68
Как подключить .....	69
Предостережения .....	70
<b>3.5. Другие элементы и АКБ .....</b>	<b>70</b>
3.5.1. Марганцево-цинковые и угольно-цинковые элементы и батареи .....	71
3.5.2. Алкалиновые элементы и батареи .....	71
3.5.3. Элементы и батареи с воздушной деполяризацией .....	72

3.5.4. Ртутно-цинковые элементы и батареи.....	72
3.5.5. Серебряно-цинковые элементы и батареи .....	72
3.5.6. Литиевые элементы и батареи с органическим электролитом .....	72
3.5.7. Элементы питания дисковые Renata с номинальным напряжением 1,5 В.....	73
3.5.8. Дисковые элементы питания типа LR с номинальным напряжением 1,5 В.....	73
3.5.9. АКБ Energizer .....	74
3.5.10. АКБ GP-Greencell.....	74
3.5.11. Кодировка и параметры АКБ с различной емкостью.....	75
3.5.12. Элементы питания и АКБ большой емкости .....	77
3.5.13. Маркировочные надписи на АКБ .....	78

---

<b>Глава 4. Нетрадиционные электронные конструкции.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1. Подогрев почвы из подручных средств .....</b>	<b>80</b>
<b>4.2. Электронные конструкции для аудио и видео .....</b>	<b>84</b>
4.2.1. Усилитель мощности из CD-чейнджера.....	84
Электрические характеристики .....	87
Практическое применение.....	87
Микросхемы-аналоги для усиления аудио- видеосигналов.....	88
4.2.2. Замена CZN-15E на XF-18D в широком спектре конструкций.....	93
Замена микрофона CZN-15E на XF-18D в тангенте НМ-36.....	95
Некоторые электрические характеристики отечественных и зарубежных электретных микрофонов .....	97
4.2.3. Преобразователь в тангенте СВ-трансиверов Tokai PW-2024, PW-404S, PW-5024, LAR-301RM.....	99
Практическое применение .....	101
<b>4.3. Преобразователь напряжения для портативного фонаря .....</b>	<b>101</b>
Принцип работы устройства .....	102
О деталях.....	104
Иные варианты применения .....	105
<b>4.4. «Быстрый» переходник для GSM-антенны.....</b>	<b>105</b>
4.4.1. Почему нужна дополнительная антенна.....	106
4.4.2. Изготовление переходника .....	107
Другой вариант изготовления переходника .....	110

---

<b>4.5. Замена аккумулятора в линейке (батарее) .....</b>	<b>110</b>
Характеристики оригинального аккумулятора	
ICOM ВР-209N .....	112
Практика замены элементов.....	113
Как «обмануть» эффект памяти.....	114
<b>4.6. Эксперименты и полезные советы с нетрадиционными источниками питания .....</b>	<b>114</b>
4.6.1. Невидимая гирлянда к Новому году .....	114
4.6.2. Люминесцентная лампа в виде простейшей светомузыки .....	115
4.6.3. Зажигаем на расстоянии или меч Джедая .....	116
4.6.4. Нетрадиционный подогрев сосиски .....	117
<b>4.7. Полезное о тристорах .....</b>	<b>118</b>
<hr/>	
<b>Приложения.....</b>	<b>119</b>
<b>Приложение 1. Сокращения и условные обозначения, применяемые в электронике и электротехнике .....</b>	<b>120</b>
<b>Приложение 2. Ленточные кабели и пленочные шлейфы..</b>	<b>130</b>
Разъемы для соединительных плоских кабелей и шлейфов.....	132
<b>Приложение 3. Как отремонтировать пленочный шлейф..</b>	<b>137</b>
Технология ремонта шлейфа.....	139
<hr/>	
<b>Литература .....</b>	<b>141</b>

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

От научно-технического прогресса уже не скрыться, его плоды проникли во все сферы жизни, включая и нетрадиционные источники питания альтернативной энергетики. Энергопотребление мировой экономики непрерывно растет. Рано или поздно мир столкнется с тем, что запасы нефти, газа и угля будут исчерпаны. Чем их заменить? – вопрос уже далеко не праздный. Поиск ответа на него заставляет исследовать альтернативные, экологически чистые и возобновляемые источники энергии. К их числу относят: ветер (ветрогенераторы), солнце (водонагреватели, коллекторы, солнечные батареи), движение вод (приливные и волновые электростанции, мини- и микроводопадные электростанции), подземное тепло (геотермальная энергия: тепловые и электрические станции, грунтовые теплообменники), водород и сероводород (использование энергии, выделяемой при их сгорании), биотопливо (топливо, получаемое из биологического сырья) и другие.

К достоинствам нетрадиционных видов энергии – ветровой, солнечной, и водной относится то, что это постоянно возобновляемый, практически вечный источник энергии.

В книге, которая перед вами я раскрываю особенности современных преобразователей энергии солнца и ветра, их выбора, строения и установки.

Да, пока еще промышленные образцы генераторов, преобразовывающих природную энергию в электрический ток с большой выходной мощностью, дороги. Но дороговизна оборудования компенсируется дешевизной получаемой электроэнергии, и наступит момент, когда ветрогенератор и мощный модуль солнечной батареи, окупив себя, будет давать потребителю совершенно бесплатную электроэнергию (если предполагать, что в этом мире вообще существует нечто бесплатное).

Зато ветрогенераторы и солнечные батареи, как экологически чистый источник электрической энергии сокращают выбросы в атмосферу; в 50 странах мира приняты и действуют законы по государственной поддержке развития ветроэнергетики; в России, к сожалению, таких законов нет. И это при том, что свыше половины географической территории РФ не имеет доступа к электросетям и



обеспечивается электричеством от дизельных генераторов, что очень дорого. Ветрогенератор можно установить практически в любой местности, следуя определенным рекомендациям, описанным в книге.

Кроме промышленной сферы, ветрогенераторы и модули солнечных батарей с успехом можно применить на дачных участках и даже сделать самостоятельно.

Целая глава книги посвящена нетрадиционным радиоэлектронным конструкциям.

Для широкого круга читателей, имеющих стремление к самостоятельному техническому творчеству, интересующихся радиотехникой, нетрадиционными источниками питания, солнечными батареями и ветрогенераторами в эпоху всеобщей экономии и оптимизации издержек.

# 1 ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ И НЕ ТОЛЬКО

<b>2</b>	Ветрогенераторы и преобразователи электрической энергии	37
<b>3</b>	Аккумуляторы и другие химические источники тока	55
<b>4</b>	Нетрадиционные электронные конструкции	79
	Приложения	119

*В реальном мире отождествленная с сущностью форма сияет в качестве света, так же как в идеальном мире сияет сама мысль*

*Гегель*

С каждым днем люди на планете все больше зависят от разного рода носителей энергии. Один из них, безусловно, солнце. Но что есть такое его лучи?

Весь электромагнитный спектр солнечного излучения, какую бы энергию ни несли отдельные ее участки, представляет излучение физических тел. Основные источники света – атомы – никогда не испускают его непрерывно. Напротив, их излучение носит прерывистый, дискретный характер, ибо все атомы генерируют свет только в виде отдельных квантов электромагнитного поля – фотонов. Однако уже в простом опыте по разложению белого света с помощью призмы обнаруживается удивительный красочный порядок, который наглядно демонстрирует не только энергетический, но и явно семиотический (знаковый) характер спектра. Примерно такой же по многогранности спектр представляют собой и солнечные лучи, воздействующие на кремний (заложенный в основе) фотоэлементов, соединенных в батареи.

Современный мир уже невозможно представить без электричества, и аккумулирующих его устройств, в частности – солнечных батарей, а, следовательно, чтобы идти в ногу со временем, людям нужно применять новые нетрадиционные методы энергоснабжения, хотя бы для того, чтобы наша жизнь в быту и на природе стала более комфортной.

К слову, цены на солнечные батареи упали (за последние 20 лет) в 30-40 раз... Более того, они продолжают снижаться, что делает их использование весьма перспективным.

## 1.1. Основные принципы применения солнечных батарей

Сегодня можно самостоятельно собрать устройство для альтернативного обеспечения солнечной энергией, состоящее непосредственно из солнечной батареи (солнечных элементов, соединенных в батарею), аккумулятора и устройства преобразователя (инвертора) тока – с постоянного в переменный; таким образом иметь дома источник альтернативного питания с сетевым напряжением 220 В. На рис. 1.1 представлена блок-схема устройства источника питания от солнечной батареи.

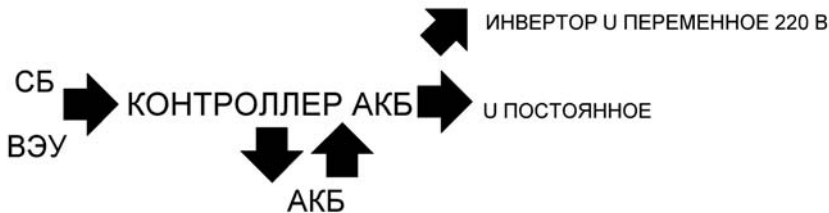


Рис. 1.1. Блок-схема устройства источника питания от солнечной батареи.

Согласно представленной иллюстрации полезная мощность (и ее смысл) для потребителя зависит от мощности каждого элемента устройства.

Главным ценообразующим фактором солнечной батареи и ее отдельных элементов также является полезная мощность (напряжение и выходной ток). К примеру, сегодня стоимость готовой солнечной батареи типа ТСМ-180 (12) с номинальным напряжением 12 В и полезной мощностью 180 Вт составит 27...29 тыс. рублей. Для обеспечения работы одного современного электрочайника потребовалось бы около 2 кВт, то есть не менее 11 подобных батарей, поэтому, кроме источников питания на основе солнечных батарей, сегодня активно применяются и другие альтернативные источники, к примеру, преобразующие кинетическую энергию ветра в электрический ток – ветрогенераторы – о которых речь пойдет в главе 2.

Солнечные батареи мощностью 1 кВт, сегодня имеет цену порядка 180 тысяч руб.

Для сравнения дизельному электрогенератору для выработки 1 кВт/час электроэнергии потребуется до 0,33 литров дизельного

топлива. При стоимости топлива 18 руб./литр затраты на топливо составят примерно 6 руб./кВт/час. Приобрести такой генератор с размером, сопоставимым с системным блоком ПК, можно за 15 000 руб. Выводы делайте сами.

Большинство солнечных элементов производятся из дорогостоящего кремния. Как следствие, высокая стоимость электроэнергии, производимой солнечными батареями. Однако, возможно все может измениться в будущем. Предполагается, что через 10 лет – энергоресурсы, добытые с помощью солнца, будут продаваться по цене на 50 % ниже добываемой при помощи угля, природного газа и ядерного топлива.

В течение года солнечные батареи теряют до 1,5% своей первоначальной мощности из-за старения кремния. Если при изготовлении солнечной батареи был допущен брак, то он может обнаружиться через несколько месяцев, или даже лет. Именно поэтому не стоит покупать «дешевые» солнечные батареи, потому что они в результате могут оказаться очень дорогостоящими (скупой платит дважды и трижды). Тем не менее, мнений и соображений противников и сторонников солнечных батарей очень много, и пожалуй, единственное в чем все противоборствующие стороны солидарны, так это в том, что использование солнечной энергии для альтернативных источников питания устройств весьма оправдано и очень перспективно.

Учитывая относительно небольшую выходную мощность, источник на основе лишь одной солнечной батареи нельзя назвать удовлетворительным. Поэтому, те потребители, кто обладает серьезным финансовым ресурсом, соединяют солнечные батареи в модули, дополняют их устройствами контроля заряда аккумуляторов, мощными преобразователями энергии и в таком виде система может уже обеспечивать бесперебойное энергоснабжение дома (коттеджа), хотя окончательная стоимость соизмерима с несколькими сотнями тысяч рублей.

На рис. 1.2 представлен вид солнечного модуля мощного источника питания для дома.

Полагаю, что за источниками альтернативной энергии, безусловно, будущее. Год от года солнечные элементы будут «дешеветь», а их полезная мощность, на радость потребителю, повышаться. Сегодня солнечные батареи массово применяются в качестве зарядных устройств небольшой мощности – для сотовых телефонов и другой бытовой техники.

Главным же минусом применения солнечной батареи обычно на-

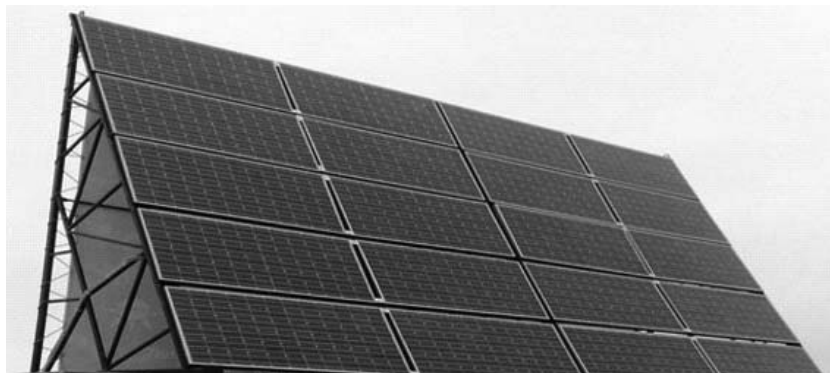


Рис. 1.2. Вид солнечного модуля мощного источника питания для дома

зывают зависимость от ее питания – Солнца. Именно поэтому (см. рис. 1.1) в системе альтернативного источника питания предусмотрена мощная АКБ, которая «отдает» ток в нагрузку в то время, когда солнечная энергия ослабевает, к примеру, ночью.

Немаловажным фактором является и то, что максимальная польза (КПД) солнечной батареи получается тогда, когда солнечные лучи падают на поверхность фотоэлектрических элементов (ФЭЭ) под углом  $90^\circ$ , то есть перпендикулярно. В иных случаях (земля, как известно, постоянно вращается вокруг солнца) при изменении угла падения солнечных лучей и их отражения, эффективность батареи несколько снижается даже в солнечную погоду.

В ясную погоду на  $1\text{ м}^2$  земной поверхности в среднем падает 1000 Вт световой энергии солнца. В зависимости от местности участка земли солнечная энергия поступает неравномерно из-за облачности в пасмурную погоду, есть места, где солнце светит 320-350 дней в году, а есть такие места, где солнца не бывает вообще. Исходя из этого, необходимо рассчитать эффективность их применения в каждом конкретном случае.

В помощь этому в табл. 1.1 приведены сведения о поступлении солнечной радиации для некоторых городов России. Таблица построена по данным спутников NASA.

На широте Москвы в течение ясного солнечного дня поступает около 3 кВт/час солнечной энергии на  $1\text{ м}^2$ . В табл. 1.2 представлены сведения о суммарной солнечной радиации применительно к широтам (по ней можно приблизительно высчитать солнечную энергию в других городах).

Таблица 1.1. Поступления солнечной радиации, для некоторых городов

Справочная таблица среднемесячной суммарной солнечной радиации, кВт/ч/м <sup>2</sup> .														
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	В год	*К
Москва	20,6	53,0	108,4	127,6	166,3	163,0	167,7	145,0	104,6	60,7	34,8	22	1173,7	1
Воронеж	30,7	60,1	117	129	169	166	176	151	120	81,8	50,3	37,1	1245	1,06
Краснодар	42,8	77,8	127	147	178	171	194	172	148	123	81,7	55,6	1433	1,22
Махачкала	48,2	77	128	168	200	190	208	196	161	132	93	77,2	1581	1,35
Рязань	21,2	55	109	130	168	165	169	147	106	62,3	35,2	23	1174	1,01

\* К – коэффициент суммарной солнечной радиации по отношению к г. Москва.

Таблица 1.2. Суммарная солнечная радиация на разных широтах

	Широта, град										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
кВт/час/м <sup>2</sup>	5,9	5,8	5,4	4,9	3,9	3,3	2,6	1,9	1,4	1,3	

## 1.2. Виды и характеристики солнечных батарей

Солнечная батарея состоит из отдельных элементов, соединенных последовательно-параллельно (рис. 1.3, 1.4).

Элементы применяются в портативных устройствах радиоэлектронной техники, для миниатюрных светильников (на светодиодах) и зарядных устройств сотовых телефонов.

Прототипом современных солнечных элементов являют фотоумножители (ФЭУ).

### **Фотоумножители**

Фотоумножители, обладающие высоким усилением и быстрым действием, получили широкое распространение в дозиметрических приборах, использующих сцинтилляторы – вещества, реагирующие на проникающую в них ионизирующую частицу вспышкой света.

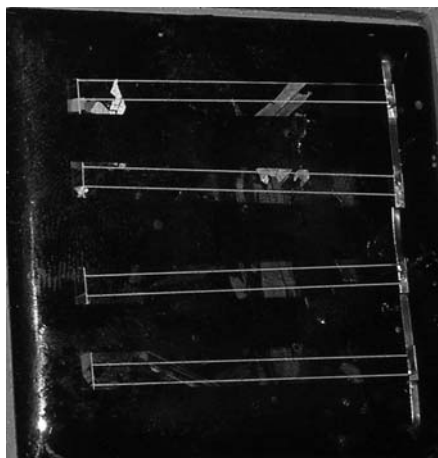


Рис. 1.3. Элемент с наименованием EL44  
Напряжение 1,6 В, ток 25 мА.

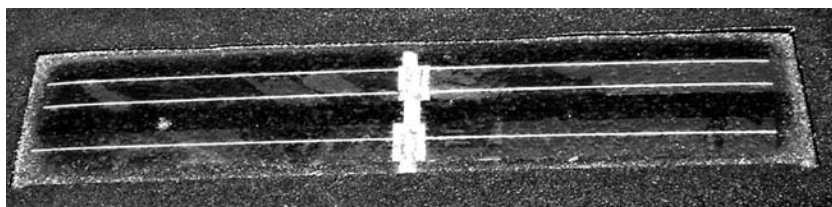


Рис. 1.4. Элемент RS54 15.5  
Напряжение 1,2 В, ток 22 мА.

Параметры некоторых фотоумножителей отечественного производства приведены в табл 1.3.

Таблица 1.3. Фотоумножители

Параметр	ФЭУ-31	ФЭУ-54	ФЭУ-67Б	ФЭУ-71	ФЭУ-85
Область максимальной спектральной чувствительности, лм	300-600	380-480	300-600	420-460	340-440
Чувствительность, А/лм (при напряжении питания, кВ)	1(0,9); 10(1,4)	10(>0,8); 100(1,9)	10(1,2); 100(1,0)	10(0,8); 100(1,25)	10(0,9); 1000(1,3)
Габариты (по баллону), мм	—	Ø21,5×73	Ø22,5×64	Ø30×90	Ø30×90