

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Кроме классических химических источников тока: сухих гальванических элементов и батарей, а также всякого рода преобразователей (машинных, вибраторных, транзисторных) — мы можем применять устройства, превращающие в электрический ток тепло, свет, радиоволны, звук. Следует, однако, заметить, что, несмотря на простоту схем, такие преобразователи энергии, как правило, трудно регулировать прежде всего из-за небольшой мощности и низкого к.п.д.

---

1. Световая энергия .....	с. 1
2. Тепловая энергия .....	с. 4
3. Энергия электромагнитного поля .....	с. 8
4. Энергия звуковых колебаний .....	с. 10
5. Источники питания с ручным приводом .....	с. 11
6. Самодельные химические источники тока .....	с. 11
7. Топливные и биологические элементы .....	с. 13
8. Элементы одноразового употребления .....	с. 14
9. Аналоги применяемых электронных компонентов .....	с. 14

---

### 1. СВЕТОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Мощность солнечных лучей, падающих вертикально на наружную часть атмосферы, равна примерно 1350 Вт / м<sup>2</sup>. В средних широтах мощность для поверхности Земли равна 300 Вт / м<sup>2</sup> летом и 80 Вт / м<sup>2</sup> зимой. Приблизительные значения интенсивности различных источников освещения (в микроваттах на метр квадратный) равны соответственно: солнечный свет 10<sup>6</sup> и выше, неоновая лампа — 1...10, лунный свет — 10<sup>-1</sup>...1, хорошее электроосвещение — 10<sup>-2</sup>, слабый свет (еле различимый) — 10<sup>-10</sup>.

Усилия конструкторов идут по пути использования фотоэлементов для прямого преобразования солнечной энергии в электрическую. Фотопреобразователи, называемые также солнечными батареями, состоят из ряда фотоэлементов, соединенных последовательно или параллельно. Если преобразователь должен заряжать аккумулятор, питающий, например, радиоустройство в облачное время, то его подключают параллельно к выводам солнечной батареи (рис. 1, б).

Элементы, применяемые в солнечных батареях, должны обладать большим к.п.д., выгодной спектральной характеристикой, довольно небольшим внутренним сопротивлением, малой стоимостью, простой конструкцией и небольшой массой. К сожалению, только немногие из известных на сегодня фотоэлементов отвечают хотя бы частично этим требованиям. Это прежде всего некоторые виды полупроводниковых фотоэлементов. Простейший из них — селеновый — имеет максимум спектральной характеристики на волне длиной  $\lambda$ , равной 560 нм, что почти отвечает максимуму излучения в солнечном спектре. К сожалению, к.п.д. лучших селеновых фотоэлементов мал (0,1...1%), а их внутреннее сопротивление достигает (1...50)·10<sup>3</sup> Ом, что не позволяет подключать их к цепям с малым входным сопротивлением и сводит на нет их практическую ценность. Но эти элементы охотно применяют радиолюбители, так как они дешевы и доступны (они установлены во многих фотоэкспонометрах).

Основой солнечных батарей являются кремниевые фотопреобразователи, имеющие вид круглых или прямоугольных пластин толщиной 0,7...1 мм и площадью до 5...8 см<sup>2</sup>. Опыт показал, что хорошие результаты дают небольшие элементы площадью около 1 см<sup>2</sup>. Фотоэлемент с рабочей поверхностью 1 см<sup>2</sup> создает ток 24 мА при напряжении 0,5 В (под нагрузкой 0,3 В), имеет к.п.д. около 10%.

Несколько примеров практического использования солнечных батарей показаны на рис. 1. Они применяются вместе с химическими источниками тока для питания устройств.

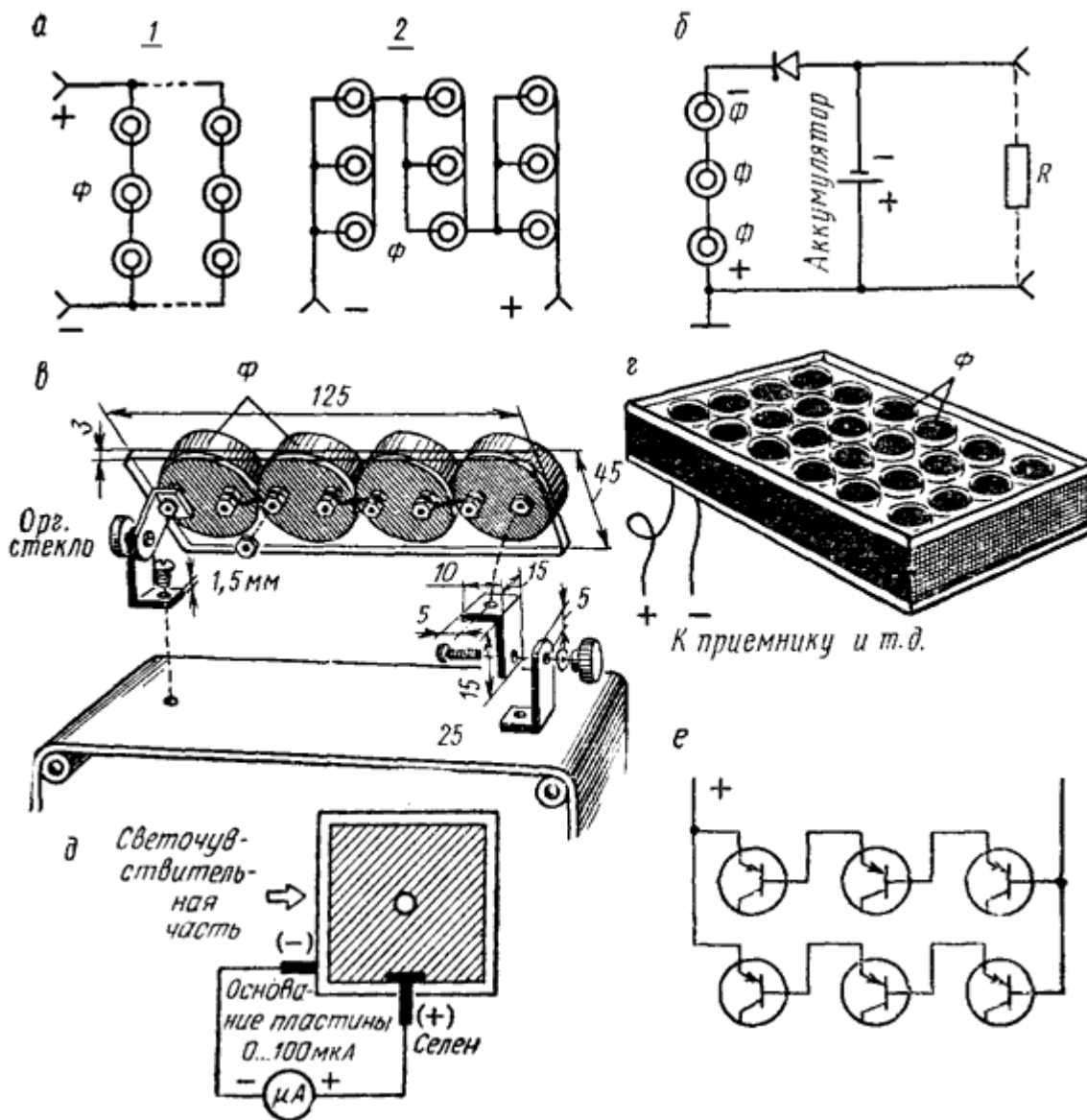


Рис. 1. Солнечные батареи.

а — последовательное (или параллельное) 1 и смешанное 2 соединения фотоэлектрических элементов; б — схема для заряда миниатюрных аккумуляторов; в — конструкция источника питания, смонтированного на корпусе приемника, угол освещения батарей (в нашем случае из четырех элементов) можно регулировать; г — конструкция источника питания; д — селеновый фотоэлемент; е — батарея элементов, изготовленных из транзисторов.

Созданы также фотоэлементы из полупроводниковых материалов, например из сульфида кадмия CdS с теоретическим к.п.д. 18% и э. д. с. 2...2,5 В при прямом солнеч-

ном освещении. Кстати, практический к.п.д. фотоэлектрических преобразователей (около 10%) превышает, в частности, к.п.д. паровоза (8%), коэффициент полезного использования солнечной энергии в растительном мире (1%), а также к.п.д. многих гидротехнических и ветровых устройств. Фотоэлектрические преобразователи имеют практически неограниченную долговечность.

Приведем для сравнения значения к.п.д. различных источников электрической энергии (в процентах): теплоэлектростанция — 20...30, полупроводниковый термоэлектрический преобразователь — 6...8, селеновый фотоэлемент — 0,1...1, солнечная батарея — 6...11, топливный элемент — 70, свинцовый аккумулятор — 80...90, щелочной аккумулятор — 50...60, серебряно-цинковый аккумулятор — 88...95.

Фотоэлементы можно соединять последовательно, параллельно, смешанно (рис. 1, а). Они могут работать и при искусственном освещении электролампой мощностью 200...300 Вт. При этом следует обращать внимание на то, чтобы температура фотоэлемента не превышала +70 °С. Минимально допустимая температура - 30 °С.

**1. Селеновая солнечная батарея.** Можно использовать селеновые фотоэлементы любого типа от фотозксенометра либо самодельные (см. рис. 1, е). Источник питания такого типа обеспечивает энергией приемник с 1...3 транзисторами. Он должен состоять из 10 фотопреобразователей, соединенных последовательно. Батарея дает ток 1 мА и напряжение 4,5 В при освещении солнечным светом. Для питания одностранзисторных приемников достаточно, чтобы батарея содержала 4...6 элементов и при облучении перпендикулярно падающими на ее поверхность солнечными лучами развивала ток 1 мА при напряжении 2...3 В. Та же батарея, установленная днем на окне, но не освещенная солнцем, обеспечивает ток лишь 1 мА при напряжении 1,5 В.

Можно принять, что одиночный селеновый фотопреобразователь площадью 3 см<sup>2</sup> может дать (при полном освещении) ток 1 мА при напряжении 0,5 В. Если необходимо питать электрический двигатель или зарядить миниатюрный аккумулятор, преобразователи соединяют параллельно.

Опытным путем установлено, что при смешанном соединении селеновых фотопреобразователей (восемь последовательно соединенных групп, в каждой группе шесть параллельно включенных элементов) можно получить ток около 20 мА при напряжении 4 В. Соединять фотопреобразователи рекомендуется с помощью пружинных зажимов, например, из фосфористой бронзы, так как пайка может разрушить элемент.

**2. Кремниевая солнечная батарея.** Изготавливается она почти так же, как селеновая батарея, поэтому покажем лишь способ размещения батареи на корпусе питаемого устройства (рис. 1, в). Четыре фотоэлемента соединены последовательно и при полном солнечном освещении дают ток около 50 мА при рабочем напряжении 1,5 В. Та же батарея может питать токком 90...100 мА при напряжении 0,5...0,7 В небольшой электрический вентилятор.

**3. Самодельная солнечная батарея.** Практически все полупроводниковые диоды и транзисторы в стеклянном корпусе могут служить фотоэлектрическими преобразователями. Для этого достаточно удалить их непрозрачную оболочку. Солнечную батарею можно изготовить из неисправных транзисторов, но при условии, что у них нет короткого замыкания между базой и коллектором или базой и эмиттером. Чем больше мощность

транзистора, тем лучший из него получается фотоэлемент. У транзисторов в металлическом корпусе осторожно удаляют корпус или спиливают верхнюю его часть. Перед сборкой батареи следует проверить каждый из ее элементов. Для этого между выводами базы и коллектора включают микроамперметр с пределом измерения до 1 мА: «плюс» прибора подключают к коллектору (или эмиттеру), а «минус» — к базе. При освещении элемента солнечным или искусственным светом микроамперметр должен показать ток 0,2...0,3 мА. Напряжение, измеренное на зажимах элемента, будет около 0,15 В.

Для солнечной батареи подбирают элементы с близкими вольтамперными характеристиками. Батарея состоит из двух параллельно соединенных рядов фотопреобразователей, в каждом ряду находится 10...12 соединенных последовательно элементов (рис. 1, е). Лицевая панель фотоприемника показана на рис. 1, г, элементы защищены тонким стеклом или оргстеклом. Выключатель питания практически не нужен, так как батарея сама выключается, когда ее прячут в карман или ящик письменного стола.

Солнечная батарея, собранная на транзисторах типа ТГ50, дает ток 0,5 мА при напряжении 1,5 В. Применяя транзисторы ТГ70, П201...203, можно получить ток 3 мА при напряжении 1,5 В.

Громкость приемника, который питается от солнечной батареи, зависит не только от интенсивности освещения, но и от размеров антенны и качества заземления. В квартире заземлением может служить водопроводная труба или батарея центрального отопления, а в открытой местности — заземляющий металлический стержень длиной 0,5...0,7 м, соединенный многожильным проводом с гнездом «Земля» приемника. Приемник с солнечной батареей особенно оправдывает себя на пляже, где яркое солнце и влажный песок (хорошее заземление),

## 2. ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ

В термоэлектрических преобразователях использован эффект появления тока под влиянием разницы температур в цепях, состоящих из различных металлов или полупроводников. Этот ток возникает в цепях батареи термоэлементов, где тепловая энергия превращается в электрическую. Если взять, например, два электрических проводника, которые изготовлены из разных металлов, и их концы спаять, то при нагревании одного и охлаждении другого конца в цепи этих проводников — термоэлементов (называемых также термопарой) — потечет электрический ток. Созданная таким образом э. д. с. будет зависеть от разницы температур, а также от подбора материалов, составляющих термоэлемент. Высокая теплопроводность металлических термоэлементов не позволяет добиться значительной разницы температур и тем самым большого к.п.д. источника. В настоящее время применяют полупроводниковые термоэлементы или элементы, состоящие из проводника и полупроводника.

Термоэлектрические преобразователи (или генераторы) до появления транзисторных приемников широко использовались во многих странах для питания ламповых батарейных радиоприемников (подогревались они с помощью керосиновых или газовых ламп). В дни войны были известны советские «партизанские котелки», которые применялись для приготовления пищи, и заодно для выработки электроэнергии для питания раций.

Полупроводниковые термоэлектрические батареи используются в холодильных установках и даже в домашних холодильниках. Принцип действия таких батарей основан на обратимости свойств термоэлементов. Все охлаждающиеся спаи термоэлектрической батареи помещают внутри холодильника, а нагревающиеся — снаружи. Обе системы спаев снабжены металлическими радиаторами. Внутренние радиаторы поглощают тепло из холодильной камеры, а наружные (расположенные сзади холодильника) излучают его при подключении такой системы к батарее постоянного тока. Достоинством таких устройств является отсутствие подвижных частей и долговечность.

Коэффициент полезного действия термоэлектрических батарей равен 5...6%, но может достигать 8...10%. С момента их появления наступит несомненный переворот в технике так называемой малой энергетики.

При работе с термоэлементами используют также разницу температур между поверхностным слоем грунта и воздуха. Она обычно составляет 2...6 °С (в некоторых случаях 8...10 °С). Таким способом получают мощность 70...160 Вт с квадратного метра поверхности, что в среднем составит 1000 кВт / га.

**1. Термоэлектрическая батарея.** Рассмотрим конструкцию термоэлектрического источника питания, которая может найти применение в качестве источника питания простых транзисторных радиоприемников, небольших вентиляторов и т. п.

Сначала несколько общих замечаний. Максимальную температуру, до которой можно нагреть термопару, определяет точка плавления одного из элементов. Итак, пару медь — константан можно нагреть до 350 °С, сталь — константан — до 315...649 °С (в зависимости от диаметра проволоки). Защита оголенных проволок позволяет повысить температуру нагрева. Пару хромель — алюмель можно нагреть до 700...1152 °С. Чаще всего применяют проволоку диаметром 0,25...3,5 мм, причем толстая проволока выдерживает более высокие температуры. Для увеличения к.п.д. термопары следует максимально увеличить разницу температур между спаями (концами) термоэлементов; т. е. надо подбирать пары металлов таким образом, чтобы получить максимальную термоэлектродвижущую силу; следует стремиться к тому, чтобы отношение средней теплопроводности материалов к средней электропроводности было минимальным.

В табл. 1 дан ряд металлов, которые можно использовать для создания термоэлементов. Для получения лучших результатов следует подбирать материалы, максимально удаленные друг от друга в столбце. Например, пара сталь (наверху) — константан (внизу) дает хорошие результаты, а медь и серебро являются малоактивной парой. Пара сурьма — висмут является самой лучшей, но практически недоступной для любителя: она дает большое термоэлектрическое напряжение — около 112 мкВ / °С. Кроме того, каждый материал, указанный в табл. 1, обладает отрицательным потенциалом (–) по отношению ко всем другим, находящимся выше в данном столбце. Например, в паре сталь—константан (53 мкВ / °С) сталь будет иметь положительный потенциал (+), а константан отрицательный (–). В термопаре хромель-алюмель, хромель будет (+), а алюмель (–).

Таблица 1. Термоэлементы.

Рабочая температура, °С			Рабочая температура, °С		
100	500	900	100	500	900

Сурьма	Хромель	Хромель	Платина	Платана	Кобальт
Хромель	Нихром	Нихром	Палладий	Кобальт	Алюмель
Сталь	Медь	Серебро	Кобальт	Палладий	Никель
Нихром	Серебро	Золото	Алюмель	Алюмель	Палладий
Медь	Золото	Сталь	Никель	Никель	Константан
Серебро	Сталь	Платино-	Константан	Константан	
Платино-	Платино-	родий	Висмут		
родий	родий	Платина			

Практическая конструкция термоэлектрической батареи изображена на рис. 2. Для изготовления батареи термоэлементов требуются два куска проволоки (стальной и константановый) диаметром 1,3 мм и длиной 18 м каждый. После изготовления 19 термоэлементов (рис. 2, б) концы каждого элемента старательно очищают наждачной бумагой и скручивают вместе плоскогубцами приблизительно на три витка. Затем скрученные концы сваривают ацетиленовой горелкой или спаивают серебром над газовой горелкой. Можно также применить точечную сварку (рис. 2, з). Термоэлементы монтируют на плате, изготовленной из этернита (асбоцемента) толщиной 5 мм или больше, которую укрепляют с помощью кронштейнов над основанием из фанеры или дерева толщиной 20 мм. Метод изготовления соединений и размеры даны на рис. 2, д—ж. При проверке отдельные термопары должны давать ток: около 22 мА при нагревании спичкой, около 30 мА после нагревания спиртовой горелкой.

Готовую термоэлектрическую батарею подогревают в средней части над газовой, спиртовой или бензиновой горелкой. Медный вкладыш аккумулирует тепло и обеспечивает электроэнергией, например, электрический микродвигатель в течение нескольких минут после выключения горелки, что является самым эффективным моментом во время демонстрации. В этих условиях измерительный прибор, подключенный к зажимам этого источника питания, показывает напряжение около 0,5 В. При нормальном горении подогревателя батарея отдает мощность 1,5 В x 0,3 А, что вполне достаточно, например, для работы микродвигателя с вентилятором. Можно построить модель электростанции будущего, подключить к батарее транзисторный радиоприемник и т. д. На рис. 2, и показана упрощенная модель описанной выше термоэлектрической батареи. Она преобразует в электричество внутреннюю энергию пламени свечи и включает в себя 50 термоэлементов длиной 50 мм, прикрепленных к асбестовому кольцу, огибающему медный вкладыш с 6-мм отверстием посередине (камин). Батарея дает напряжение 0,6 В и ток 8 мА (ток короткого замыкания), от нее может работать одностранзисторный приемник. И еще одно маленькое замечание. При последовательном соединении любого числа одинаковых термопар (например, сталь — константан — сталь — константан — сталь и т. д.) величина термо-э. д. с. на выходных зажимах возрастет, но во столько же раз увеличивается и внутреннее сопротивление батареи.

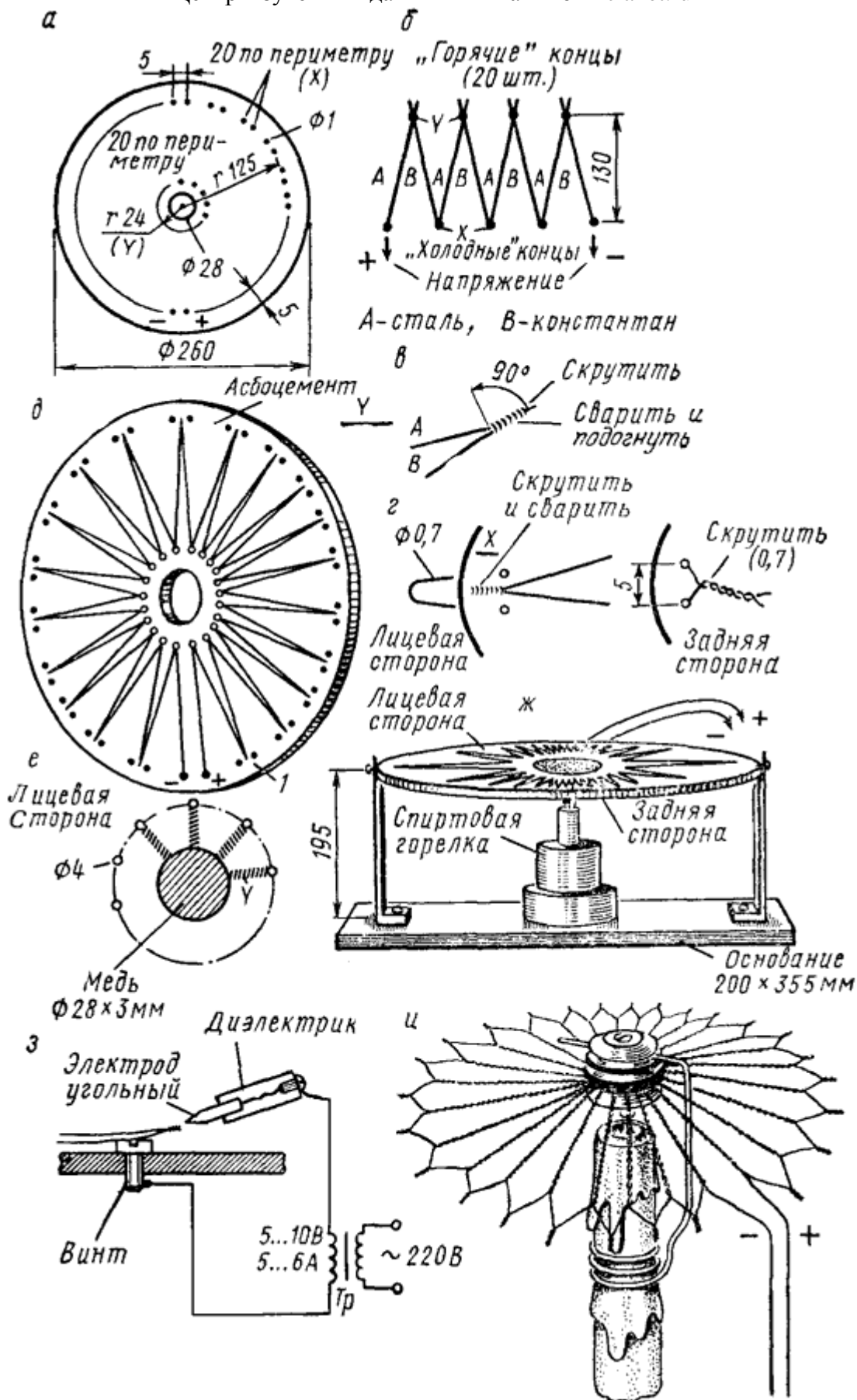


Рис. 2. Термоэлектрическая батарея.

а – асбестоцементный диск; б – термоэлементы; в – «горячий» спай; г – «холодный» спай, прикреплен к диску медной проволокой; д – предварительный монтаж; е – медный вкладыш, вставляемый в отверстие диска, а также способ монтажа «горячих» спаев (они должны находиться над вкладышем, но не касаться его); ж – общий вид батареи; з – сварочный аппарат для спаев; и – вариант конструкции.

### 3. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Действие источников постоянного тока, которые описаны ниже, основано на использовании так называемой свободно доступной энергии, т. е. энергии радиоволн мощной местной радиостанции. Такие источники позволяют питать транзисторные приемники (на 1...3 транзисторах). Был проведен такой опыт. Вдали от города на высоте 4 м подвешивали проволочную антенну длиной около 30 м. На нагрузке 9 кОм была выделена мощность постоянного тока 0,9 мВт. При этом передатчик мощностью 1 кВт и рабочей частотой 1,6 МГц находился на расстоянии около 2,5 км. На зажимах конденсатора фильтра (при холостом ходе) было зафиксировано напряжение примерно 5 В. Такие результаты получаются только с помощью большой антенны, направленной на передатчик.

На практике находят применение другие более эффективные схемы. Известны три способа питания приемников от выпрямленного ВЧ напряжения радиостанции. Первый заключается в том, что прием радиостанции ведется на две антенны. Сигналы радиостанций, принимаемые второй антенной, преобразуются в постоянный ток, который используется для питания приемника. При другом способе используется одна антенна и часть улавливаемой ею энергии отводится в схему преобразователя. В последнем способе применяются две антенны: первая антенна — для приема радиопередач, которые слушают, а вторая принимает сигналы другой радиостанции, которые преобразуются в напряжение питания.

В любом случае минимальная мощность ВЧ напряжения, требуемая для работы приемника, равна 50 мкВт. Этого хватает только для одностранзисторных приемников (или передатчиков). Если нашему приемнику необходим ток (например, 1 мА при напряжении 3 В), то тогда требуемая мощность ВЧ напряжения возрастает до 3 мВт и это значение следует принять как среднее. То, что на расстоянии 20...30 км от радиостанции «Варшава II» (818 кГц) можно еще практически получить мощность выпрямленного тока около 8 мВт, свидетельствует о перспективности подобных экспериментов.

Простейшая схема беспроводной радиоточки изображена на рис. 3, а—в. Она может принимать местную радиостанцию, например, ту же «Варшаву II» и одновременно использовать ее энергию для преобразования в э. д. с. постоянного тока. Для приема радиоволн частотой выше 50 МГц, т. е. сигналов передатчиков УКВ (например, телевизионных) преобразователь ВЧ напряжения должен иметь специальную антенну — петлевой вибратор (диполь). Эта антенна может одновременно работать в средневолновом диапазоне как на приемник, так и на источник питания. Если энергии одного вибратора недостаточно, то применяют несколько антенн этого типа (рис. 3, д), соединенных последовательно (для увеличения напряжения) или параллельно (для увеличения силы тока).

С помощью антенны, изображенной на рис. 3, д, улавливающей энергию радиоволн 50 кВт-передатчика, работающего в диапазоне 50...250 МГц, получили мощность постоянного тока около 3 мВт. Антенна находилась на расстоянии 1,5 км от передатчика.

На рис. 3, е показана схема приемника с двумя антеннами, одна из которых (УКВ) используется в источнике питания. Средневолновый приемник может работать с любой антенной, в то время как к источнику питания должны поступать энергия ВЧ колебаний от дипольной антенны. В положении 1 выключателя В1 устройство действует как сигнализатор, приводимый в действие модулированным ВЧ сигналом, в положении 2 как приемник.

Интересным примером использования энергии радиоволн для питания радиоуст-



ройств может служить схема, изображенная на рис. 3, ж. Это радиобуй (наземный, речной или морской), который включается сигналом передатчика, установленного на автомашине, пароходе, планере или самолете. Сигналы запроса запускают передатчик на бую, ответные сигналы которого служат для определения его местоположения. Сигнальные устройства такого типа облегчают поиски людей, заблудившихся в море, горах, густых лесных массивах и т. п. Они являются частью экипировки туристов и альпинистов. Умелое использование энергии радиоволн позволит, по-видимому, существенно уменьшить размеры слуховых аппаратов, приемников, устройств дистанционного управления и т. п.

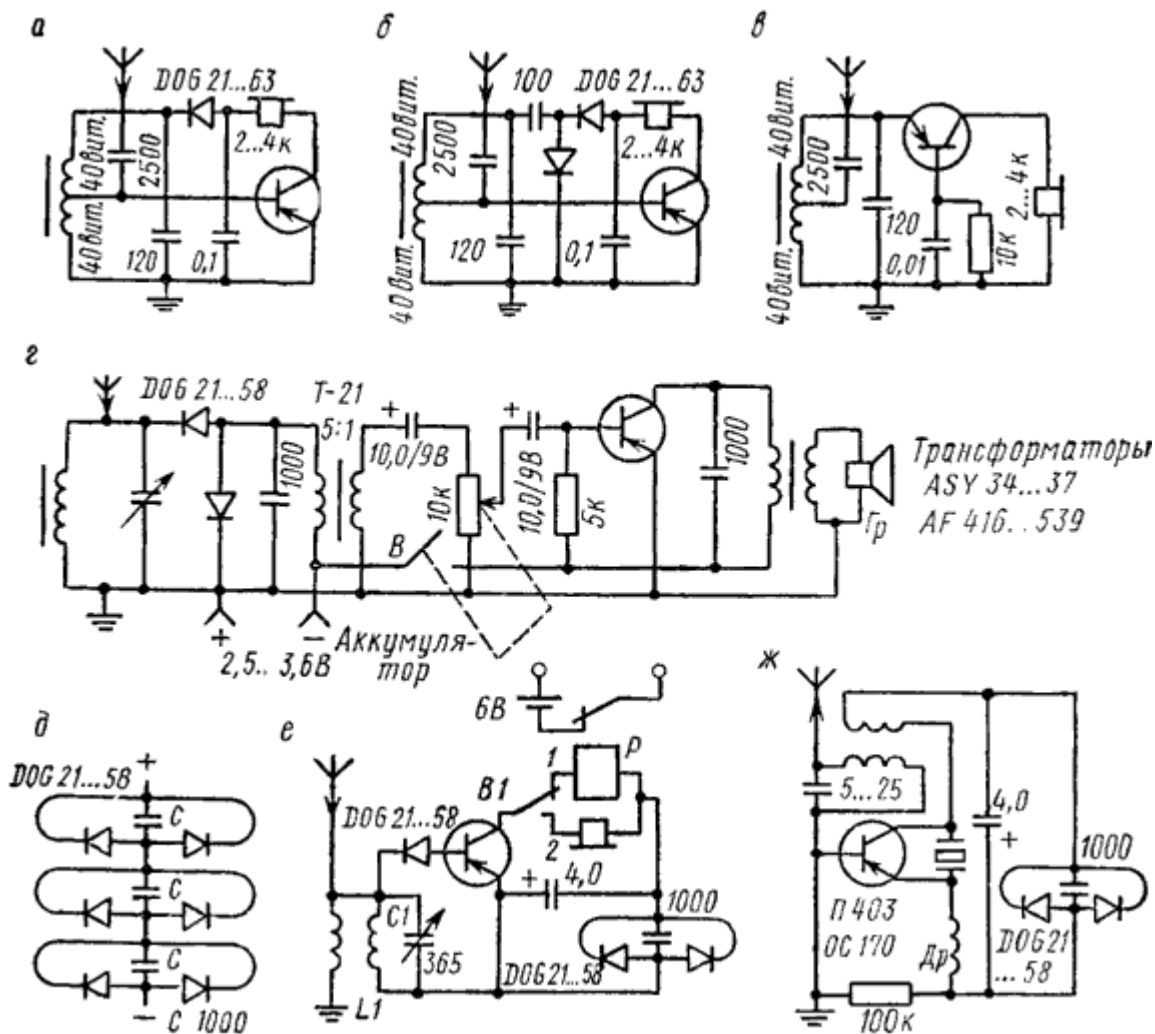


Рис. 3. Питание радиоустройств энергией электромагнитного поля:

а...е — приемник для приема передачи мощных радиостанций в диапазоне СВ; г — приемник с выпрямителем, подзаряжающим аккумуляторы (выключатель В показан в позиции «Заряд»); д — набор УКВ антенн, питающих выпрямитель; е — приемник-сигнализатор; ж — автоматический буй-маяк.

Следует, однако, сказать, что, как показали эксперименты, приемлемых результатов при питании приемников от выпрямленного ВЧ напряжения принимаемых радиоволн можно добиться, только применяя тщательно настроенные антенны и хорошее заземление. Другой недостаток состоит в том, что величина выпрямленного напряжения зависит от глубины модуляции несущей частоты во время приема.

Лучше работает приемник, схема которого показана на рис. 3, г, в котором выпрямленное ВЧ напряжение принимаемой радиостанции используется для подзарядки

миниатюрных кадмиево-никелевых аккумуляторов в то время, когда приемник не работает. На расстоянии 20 км от радиостанции «Варшава I» и при длине наружной антенны приемника 40 м ток заряда аккумуляторной батареи напряжением 2,5 В равен 5 мА. Такая зарядка практически восполняет расход электрической энергии во время одночасовой работы приемника.

#### 4. ЭНЕРГИЯ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Для питания, например, миниатюрного передатчика можно применить устройство (рис. 4, а), преобразующее в электроэнергию звуковые сигналы. Преобразователем служит динамический микрофон. Напряжение, наведенное в подвижной катушке микрофона, подводится к выпрямителю со сглаживающим фильтром в виде конденсатора. Дальность действия передатчика (рис. 4, б), который питается от такого преобразователя, не превышает, конечно, нескольких сот метров. Мощность источника питания — около 0,25 Вт. Иногда на выходе выпрямителя полезно бывает включить фильтр с большой постоянной времени для сглаживания пульсаций самых низких частот.

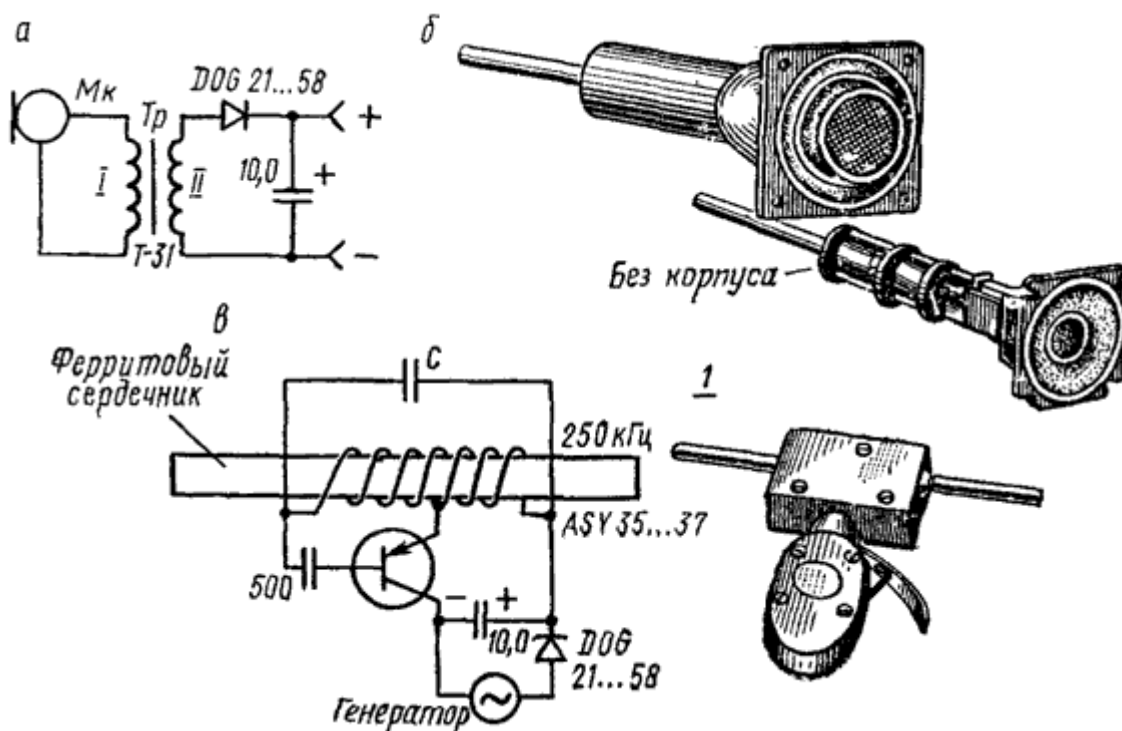


Рис. 4. Применение в качестве источника электропитания (в нашем случае для передатчика) микрофона или динамической головки громкоговорителя (а, б) и генератора с ручным приводом (от электрического фонарика) (в).

Если расположить микрофон вблизи источника звука постоянной интенсивности (например, работающего двигателя), можно получить довольно стабильный источник питания. Опыт показал, однако, что нормальные источники звуков (например, городской шум) являются, как правило, слишком слабыми для наших целей.

Приблизительные значения интенсивности различных источников звуков (мкВт / м<sup>2</sup>) следующие: реактивный самолет 10<sup>6</sup>, болевая граница 10<sup>4</sup>, железнодорожный состав от 1 до 10, уличный шум 10<sup>-2</sup>, обычный разговор от 10<sup>-4</sup> до 10<sup>-3</sup>, шепот 10<sup>-7</sup>, грани-

## 5. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ

Транзисторы, как известно, потребляют от источника питания значительно меньшую мощность, чем даже самые экономичные электронные лампы. Поэтому для питания транзисторных устройств вполне возможно использовать преобразователь, приводимый в действие небольшим усилием человеческих мышц.

Широко применяемый когда-то мускульный (ручной) генератор для карманных фонарей имеет мощность 0,25...0,5 Вт. Он может служить первичным источником питания для миниатюрного передатчика (рис. 4, в), работающего на одном транзисторе. Передатчик, питаемый ручным генератором, имеет дальность действия 1...2 км (на открытой местности); он может работать на частотах в диапазоне 4...50 МГц.

## 6. САМОДЕЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Простейший гальванический элемент (разновидность элемента Вольта) состоит из стальной и медной пластин, разделенных слоем промокательной бумаги (15 x 40 мм), пропитанной обыкновенной водопроводной водой или просто слюной (рис. 5, а). Если элемент не будет работать, бумагу надо намочить в растворе поваренной соли (полчайной ложки на стакан воды). Такой «водяной» источник питания, приводящий в действие какое-либо устройство (радиоприемник, зуммер и т. п.) удивляет непосвященных наблюдателей.

Большой эффект дает применение медных, цинковых или оловянных пластин. Такой элемент состоит из деревянной или пластмассовой бельевой прищепки, медной, серебряной или никелевой монеты и прокладки из влажной газетной бумаги (рис. 5, б).

Электродвижущая сила (э. д. с.) элемента будет около 0,1 В и их можно соединить в батарею. Достаточно ввести два проводника — железный и медный (рис. 5, в) в лимон, яблоко или в соленый огурец (а еще лучше в пиво), чтобы получить источник тока с э. д. с. 0,1 В. Соединив несколько таких элементов, будем иметь батарею, пригодную для питания простейшего радиоприемника.

Энергию для питания радиоприемника можно черпать не только из антенны, но и из земли. Это неплохой метод питания радиоустройств на экскурсиях, в палатках, кемпинге и т. п. Если наш элемент поместить в погребе или глубоко в земле (ниже слоя промерзания — в среднем на глубине 1 м), то им можно будет пользоваться непрерывно в течение года.

Конструкция «земляного» гальванического элемента показана на рис. 5, г. Качество его работы зависит от вида почвы, ее влажности, а также от размеров и материала электродов. Наиболее пригодна влажная жирная почва. Чем больше поверхность электродов, тем меньше внутреннее сопротивление источника тока. Вид материала электродов мало влияет на величину электродвижущей силы источника, которая обычно меняется в пределах 0,8...1,1 В. Наилучшие результаты дают следующие гальванические пары: цинк — уголь, алюминий — медь, цинк — медь. Если к элементу подключить какую-либо нагрузку, то его напряжение будет постепенно уменьшаться пока не стабилизируется по истечении 15...30 мин. Если имеются типовые цинковые пластины (размером 170 x 210

мм) и угольные электроды от больших телефонных батарей (можно также использовать угольные стержни от 1,5-вольтовых элементов), то расстояние между электродами источника тока может быть 0,3...0,5 м. Отводы от положительных электродов (уголь, медь) выполняют оголенным или изолированным медным проводом. Для отрицательного вывода (цинк, алюминий) применяют изолированный медный или алюминиевый провод. Соединения с электродами выполняют пайкой или сваркой. Наивысший к.п.д. такого земляного элемента достигается при токе нагрузки 1...2 мА.

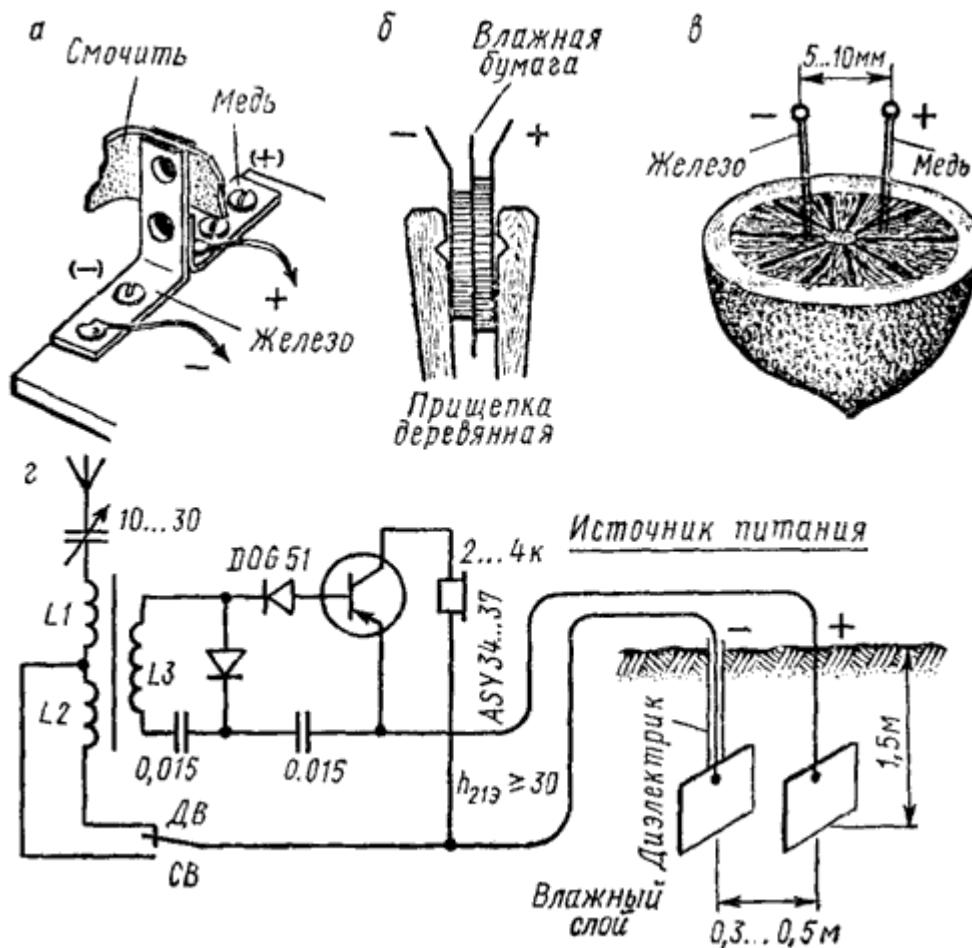


Рис. 5. Экспериментальные источники тока.

а — простейший электрохимический элемент; б — то же, но с монетами; в — «фруктовый» гальванический элемент; г — «земляной» гальванический элемент и питаемый им двухдиапазонный приемник ( $L1$  — 150 витков провода ПЭВ 0,25,  $L2$  — 90 витков того же провода,  $L3$  — 90 витков провода ПЭВ 0,45; ферритовый сердечник 10 x 160 мм).

На рис. 5, г изображена схема детекторного приемника с питанием от земляного элемента, который состоит из двух круглых стержней — стального (2,5 x 400 мм) и медного (4 x 400 мм), разнесенных на расстояние 50 мм. Такой элемент работал в режимах 0,5 В / 0,25 мА при сухой почве и 0,75 В / 0,9 мА — при влажной.

Для удовлетворительной работы простого приемника, питаемого «земляным» элементом, необходимо сделать наружную антенну длиной не менее 4 м и подвесить ее на высоте не ниже 5 м от земли (чем выше, тем лучше). Если после нескольких месяцев работы напряжение элемента под нагрузкой уменьшится, следует увеличить площадь электродов.

## 7. ТОПЛИВНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В топливном элементе (рис. 6, а) используется смесь: едкий натр ( $\text{NaOH}$ ), перекись водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), метиловый спирт и пластинки катализатора (серебряную и платиновую). Э. д. с. элемента около 1,5 В, к.п.д. 60...80%. Время работы электродвигателя, потребляющего ток 0,15 А, при однократном заполнении элемента достигает 15 мин.

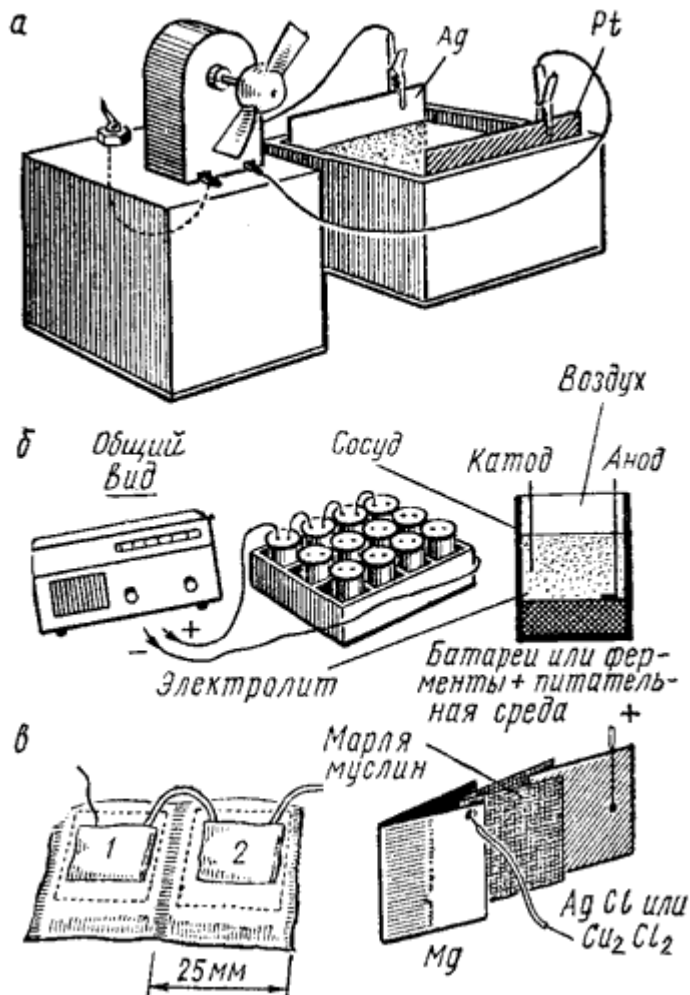


Рис. 6. Экспериментальные источники энергии.

а — топливный элемент; б — биологическая батарея; в — наливной элемент.

**Биологическая батарея** (рис. 6, б) состоит из 12 элементов, представляющих собой пластмассовые сосуды диаметром 50 и высотой 100 мм), в которые насыпан порошок из рисовых чешуек, а также установлены электроды (анод и катод). Бактерии (безопасные для окружающих), размножающиеся в этой среде при наличии воды, дают (при 12 сосудах) ток около 40 мА при напряжении 6 В. Запаса питательной среды хватает на полгода непрерывной работы элемента.

Биологические элементы с питательной средой, состоящей из бананов и неорганических солей, питают в течение суток электронные устройства мощностью до 3,7 Вт (0,76 В x 4,92 А). Бананы могут быть заменены виноградом, дыней и т. п.

## 8. ЭЛЕМЕНТЫ ОДНОРАЗОВОГО УПОТРЕБЛЕНИЯ

Эти элементы носят название резервных и применяются прежде всего как аварийные источники тока, а также в радиозондах и геофизической аппаратуре. Они начинают действовать после заливки морской водой или 10...20%-ным раствором поваренной соли.

Конструктивно элементы выполняются чаще всего в пластмассовых мешочках (рис. 6, в). Элементы надежны, легки, способны работать при низкой температуре и на больших высотах, имеют большой ток разряда. Основной недостаток — высокая стоимость.

Интересным источником электрической энергии является «энергетическая» бумага. Она состоит из сухого листа волокнистой бумаги, пропитанной персульфатом калия и угольной пылью. Этот лист с одной стороны покрыт проводящей фольгой, а с другой — сначала листом тонкой сухой бумаги, например, фильтровальной, содержащей кристаллы поваренной соли, а затем тонкой цинковой или магниевой фольгой. Такой элемент может служить, например для одноразового питания электрической бритвы. При размерах 1 x 45 x 45 мм он в течение 5...7 мин отдает ток 0,5 А при напряжении 2 В. Перед употреблением фильтровальную бумагу смачивают, а затем прикладывают к ней цинковую фольгу. Используя «энергетическую» бумагу, можно сделать сворачиваемую пленочную батарею.

## 9. АНАЛОГИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

**Диоды** германиевые универсального назначения (30...100 В / 16...50 мА):

DOG31 (AAR631), DOG52 (AAR652), DOG53 (AAR116), DOG55...61 (AAR655...661) (Польша), Д2, Д9, Д11...18 (СССР), GA 202...206, 1...6NN40, 1...6NN41 (ЧССР), GA101...105, OA625...705, GAZ17 (ГДР), OA1150...1172, EF107, AA120, 130, EFD104...105, EFD02/7 (ВНР, СРР, СФРЮ), OA81, OA85, OA91.

**Транзисторы** германиевые НЧ (150 мВт):

ASY33...37 (ASYP33...37) (Польша), МП39...42 (СССР), ОС72...76, GC500...521, GS501...504 (ЧССР), GS100...122, GC300, 301 (ГДР), ОС1072...79, AC107...128, EFT124...131, SFT306...308, SFT321...353, AC230...555 (ВНР, НРБ, СРР, СФРЮ).