

## Демон Виноградова – Лукьянца - Родионова – Филиппова: термоэлектронный полупроводниковый преобразователь

*Памяти всех поддерживавших тему  
ограниченности второго начала термодинамики*

**Аннотация:** Рассмотрим процессы испарение воды из капли, диссипацию атмосфер планет и эмиссию (выход) электронов с выпуклой поверхности металла.

Аналогичность этих процессов состоит в том, что кривизна поверхностей (выпуклость) уменьшает работу выхода молекул из капли, молекул из атмосферы и электронов с выпуклой поверхности металла, чем можно воспользоваться для сепарации особо быстрых (горячих) электронов (правый [хвост распределения](#) Максвелла) с помощью полупроводника в предлагаемом преобразователе.

### Начнём с капли:

Яков Евсеевич Гегузин

#### КАПЛЯ

«Вот опыт, который демонстрируют на школьных уроках физики или рассказывают о нем. Небольшой стеклянный колпак (перевернутый стакан) установлен на стекле. Под колпаком блюдечко с водой и рядом на предметном стеклышке капли воды. Эти капли надо поместить на стеклышко после того, как пространство под колпаком насытится водяным паром, который образуется над плоской поверхностью воды в блюдце. Через некоторое время капли исчезнут: они испарятся, а возникшие при этом в водяном паре молекулы воды сконденсируются на поверхности воды в блюдце.

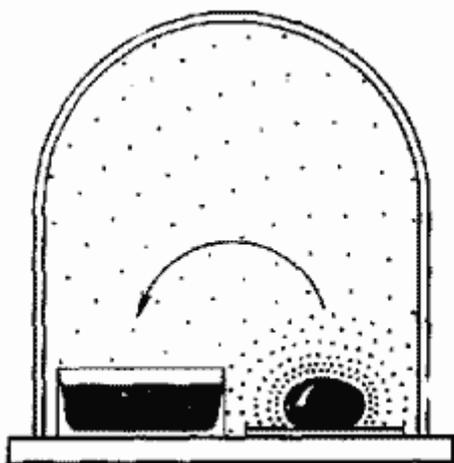


Рис. 7. Перенос жидкости из капли в блюдце

Итак, в начале опыта под колпаком было три объекта: вода в блюдце, вода в каплях и насыщенный водяной пар. Опыт окончился, когда один из объектов исчез - капля не стало. Здесь все ясно: согласно формуле, давление пара над изогнутой поверхностью водяной капли больше, чем над плоской поверхностью воды в блюдце, и пар под влиянием этой разности давлений двигался по направлению к блюдцу - уходил оттуда, где его давление больше, и приходил туда, где его давление меньше. Чтобы вблизи своей поверхности поддерживать давление, предписываемое ей формулой, капля должна все время испаряться. Она это добросовестно делала и в конце концов исчезла.

Понять это легко. Ведь что означают слова «упругость пара больше» или «упругость пара меньше»? Они означают, что при прочих равных условиях в газе вблизи поверхности будет большая или меньшая концентрация атомов вещества капли. **Атом, который расположен на искривленной поверхности капли, имеет меньшее число соседей, чем тот, который расположен на плоской.** В случае предельно маленькой капли, состоящей из одного атома, этот атом и находился бы на "поверхности" в единственном числе, вообще не имея соседей. Капля из одного атома, конечно же, никакая не капля, но эта условность помогает почувствовать тенденцию: чем меньше капля, тем меньше соседей у атома, сидящего на ее поверхности. **А меньше соседей - меньше связей, удерживающих атом на поверхности, меньше связей - легче оторваться, легче оторваться - большее число атомов это совершит, и, следовательно, большая их концентрация будет в газе вблизи поверхности. Именно это строго описывает формула.»**

Заметим, что испарение с вогнутой поверхности жидкости затруднено относительно испарения как с плоской, так и в большей степени с выпуклой поверхности.

### Продолжим Диссипацией атмосфер планет:

«Отдельные молекулы с высокой кинетической энергией, которые попадают в правый хвост распределения Максвелла, могут иметь скорости, превышающие скорость ускользания, и на высоте, где длина свободного пробега сравнима со шкалой высот, могут покидать атмосферу.»

Здесь значение кривизны атмосферы для покидания её молекулами не так очевидно, как в капле, и тем не менее мы не знаем плоских планет.

### **И наконец выход электронов с выпуклой поверхности металла, рисунки 1, 2, 3.**

**Трёхслойный** полуцилиндрический термоэлектрический полупроводниковый элемент, рисунок 1.

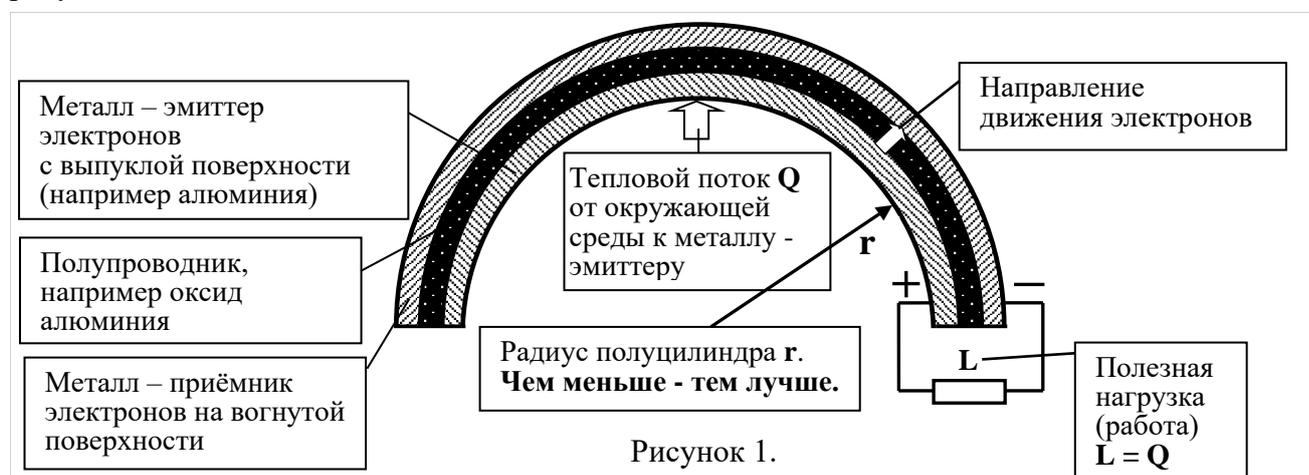
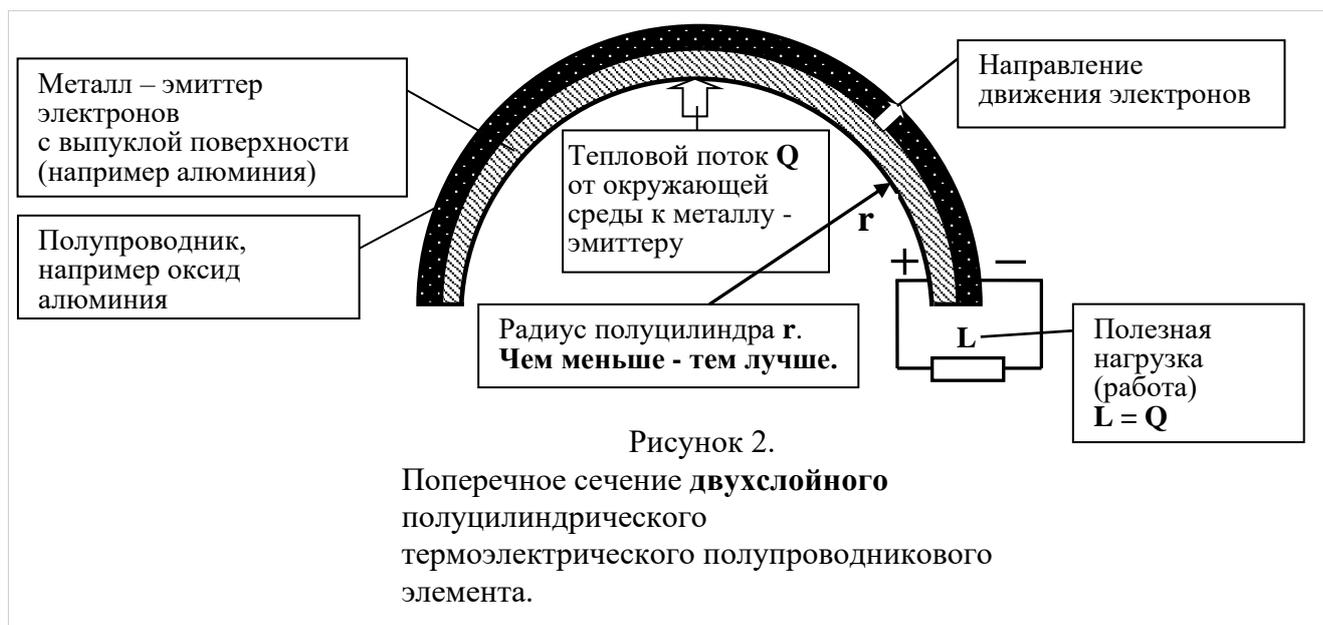


Рисунок 1.  
Поперечное сечение **трёхслойного** полуцилиндрического термоэлектрического полупроводникового элемента.

Тепловой поток  $Q$  от окружающей среды к металлу - эмиттеру необходим для восстановления температуры металла – эмиттера, понижающийся вследствие его охлаждения, вызываемого выходом (преодолением потенциальной ямы) относительно более быстрых электронов из металла – эмиттера.

**Двухслойный** термоэлектрический полупроводниковый элемент (без металла – приёмника электронов на вогнутой поверхности), рисунок 2.



**Комбинация** термоэлектрических полупроводниковых элемент, рисунок 3.



Заметим, что выход электронов с вогнутой поверхности металла затруднён относительно выхода как с плоской, так и в большей степени с выпуклой поверхности, что наводит на мысль о возможности обходиться также без полупроводника, обеспечивая оборот электронов соединением выпуклой и вогнутой поверхностей металла.

Жидкостной прототип такого оборота представлен на рисунке 4. Проблема прототипа в трудностях создания подвода тепла и получения работы. (Такая же проблема у частиц броуновского движения, сам факт которого говорит об ограниченности второго начала термодинамики.)

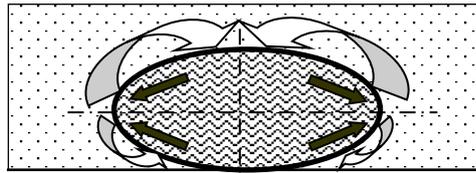


Рисунок 4.

### Капля ртути на несмачиваемой поверхности в поле тяжести.

Оборот испарения с участка большей кривизны и конденсации на участке меньшей кривизны.

Внутреннее и внешнее движение молекул показано стрелками.

## В заключение уточним термодинамический статус рассмотренного термоэлектрического полупроводникового преобразователя.

Это вечный двигатель второго рода по внешним процессам подвода тепла  $Q$  с температурой  $T$  окружающей среды и получения полезной работы  $L = Q$ , без отвода тепла в окружающую среду (монотемпературность в сокращённой формулировке [второго начала термодинамики](#) по Кельвину) по схеме рисунка 5, и вместе с тем рассмотренный преобразователь по внутреннему процессу требует наличия более быстрых (горячих) электронов из статистической системы электронов металла - эмиттера. Двухтемпературность  $\Delta T$  состоит в разности температур - более низкой температуре системы электронов металла-эмиттера в целом и более высокой температуры её части (правый [хвост распределения](#) Максвелла).

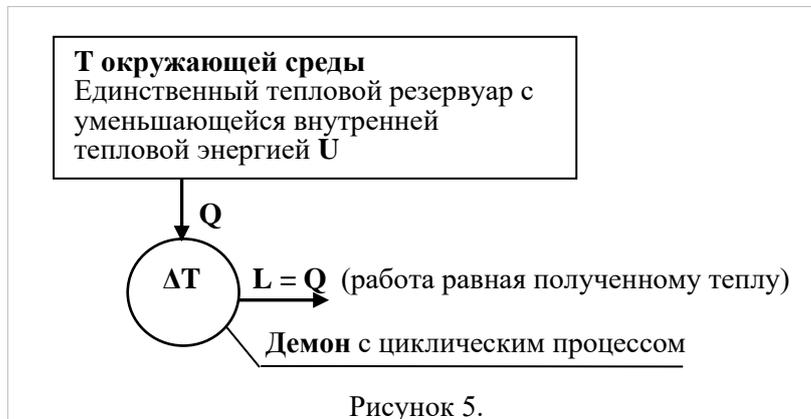


Рисунок 5.

### Формулировки второго начала термодинамики:

Формулировка Кельвина: *невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы  $A$  за счет уменьшения внутренней энергии  $U$  только одного теплового резервуара.*

Формулировка Оствальда: *невозможен вечный двигатель второго рода. Вечный двигатель второго рода – это тепловая машина без низкотемпературного резервуара.*

Формулировка Клаузиуса: *теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к более нагретому.»*

**ИСТОЧНИКИ:**

1. Яков Евсеевич Гегузин **КАПЛЯ**

[http://vivovoco.ibmh.msk.su/VV/PAPERS/NATURE/DROP/DROP\\_01.HTM](http://vivovoco.ibmh.msk.su/VV/PAPERS/NATURE/DROP/DROP_01.HTM)

2. Электроны у поверхности металла

<https://mydocx.ru/1-28718.html>

Вернемся к молекулярно-кинетической («электронно-кинетической») теории газа электронов и применим главный закон - «генерал»: принцип Больцмана (см. п. 3.4). По этому принципу концентрация электронов, ушедших из металла «навсегда»  $n_{out}$  (см. рис. 3.22), связана с концентрацией электронов электронного газа внутри металла  $n_{in}$  соотношением

$$n_{out} = n_{in} \exp\left\{-\frac{W^-}{kT}\right\} \quad (3.50)$$

3. Лекция 14 Контактные явления в металлах и полупроводниках Вопросы.

Работа выхода электронов из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Термоэлектрические явления. 14.1. Работа выхода электронов из металла

[https://ruslabor.ru/Лекция\\_14\\_контактные\\_явления\\_в\\_металлах\\_и\\_полупроводниках.pdf](https://ruslabor.ru/Лекция_14_контактные_явления_в_металлах_и_полупроводниках.pdf)

4. Электропроводность оксидных пленок на вентиляльных металлах

<https://megaobuchalka.ru/5/506.html>

Оксид алюминия с избытком кислорода является дырочным полупроводником типа **p**, а с недостатком его — электронным полупроводником типа **n**. Следовательно, в образующейся в процессе формовки оксидной пленке создается **p-n**-переход с промежуточным слоем диэлектрика; наличие **p-n**-перехода лежит в основе односторонней проводимости окиси алюминия.



Город Москва, 08 января 2023 года

Виноградов Юрий Евгеньевич [vinogradov.ge@mail.ru](mailto:vinogradov.ge@mail.ru)

Лукиянец Борис Николаевич [boris200745@mail.ru](mailto:boris200745@mail.ru)

Родионов Владимир Геннадьевич

Филиппов Владимир Юрьевич [ruslabor@yandex.ru](mailto:ruslabor@yandex.ru)