

# **СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА**

**Система охлаждения компьютера** — набор средств для отвода тепла от нагревающихся в процессе работы компьютерных компонентов.

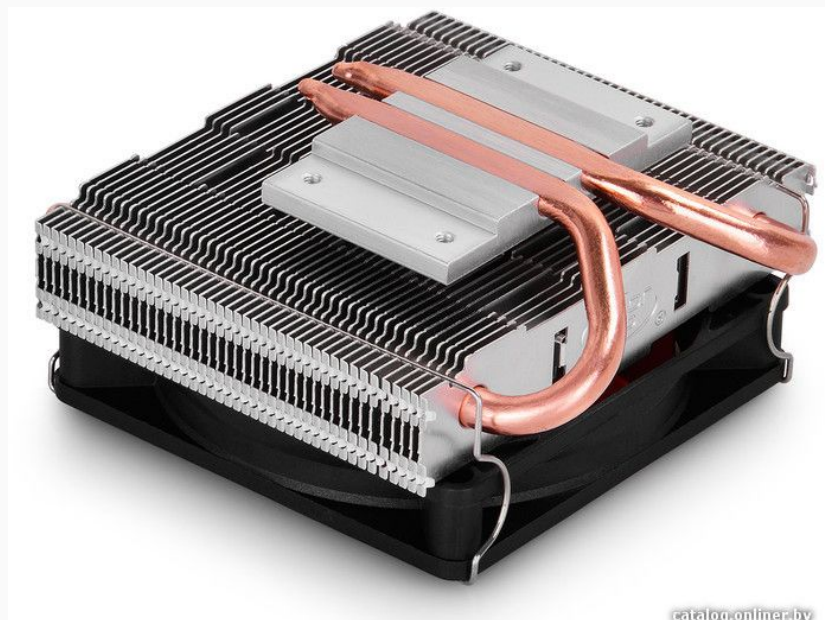
**Тепло в конечном итоге может утилизироваться:**

**В атмосферу (радиаторные системы охлаждения):**

1. Пассивное охлаждение (отвод тепла от радиатора осуществляется излучением тепла и естественной конвекцией)
2. Активное охлаждение (отвод тепла от радиатора осуществляется излучением (радиацией) тепла и принудительной конвекцией (обдув вентиляторами))

**Вместе с теплоносителем (проточные системы водяного охлаждения)**

**За счет фазового перехода теплоносителя (системы открытого испарения)**

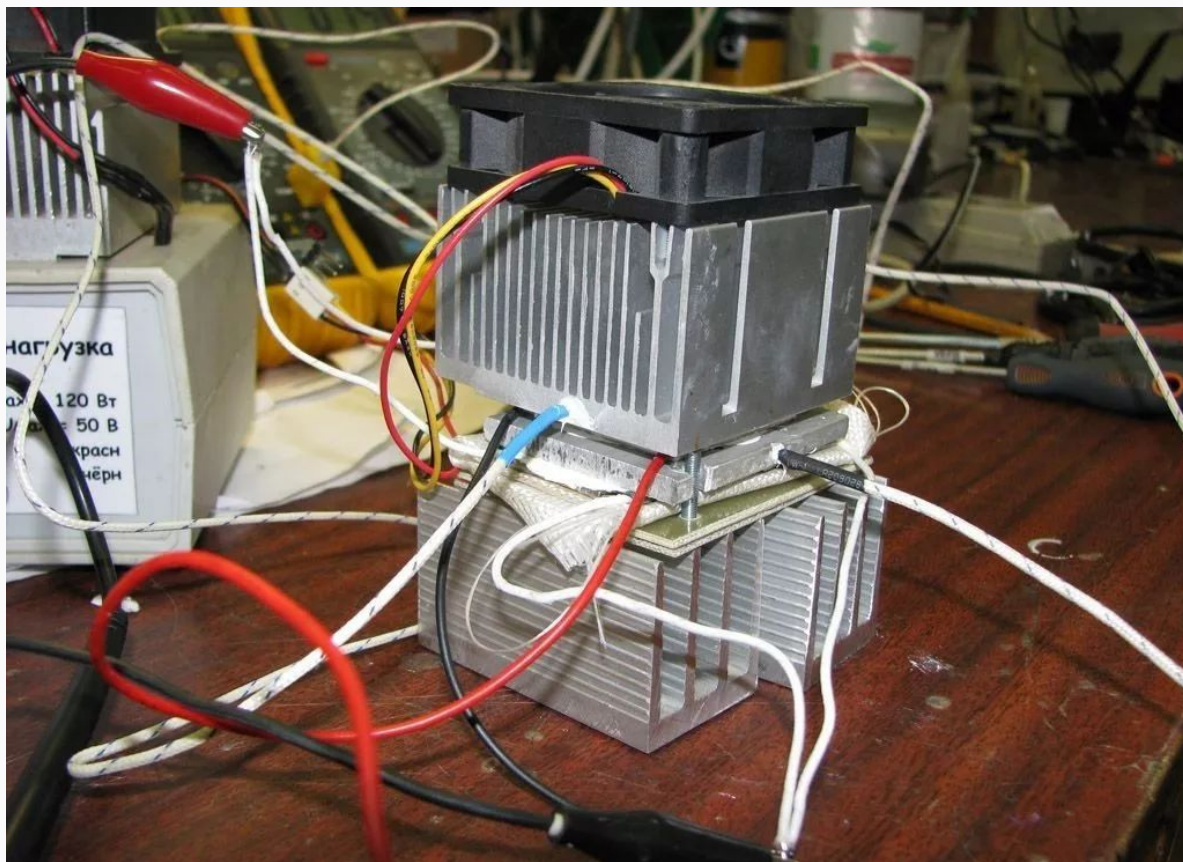


**По способу отвода тепла от  
нагревающихся элементов, системы  
охлаждения делятся на:**

- 1. Системы воздушного (аэрогенного)  
охлаждения**
- 2. Системы жидкостного охлаждения**
- 3. Фреоновая установка**
- 4. Системы открытого испарения**

Также существуют комбинированные системы охлаждения, сочетающие элементы систем различных типов:

1. Ватерчиллер
2. Системы с использованием элементов Пельтье



# Системы воздушного охлаждения



# Кулер

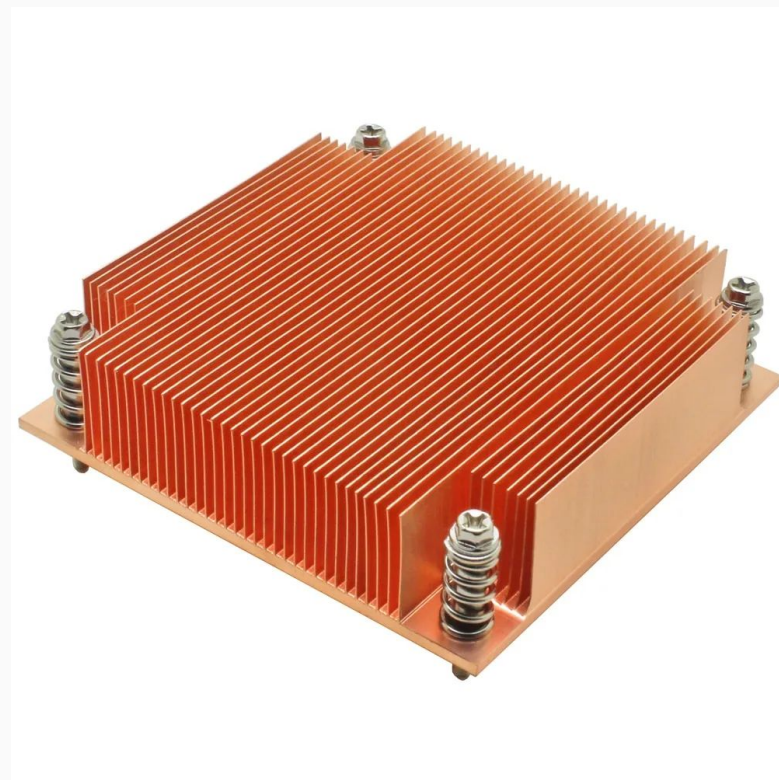
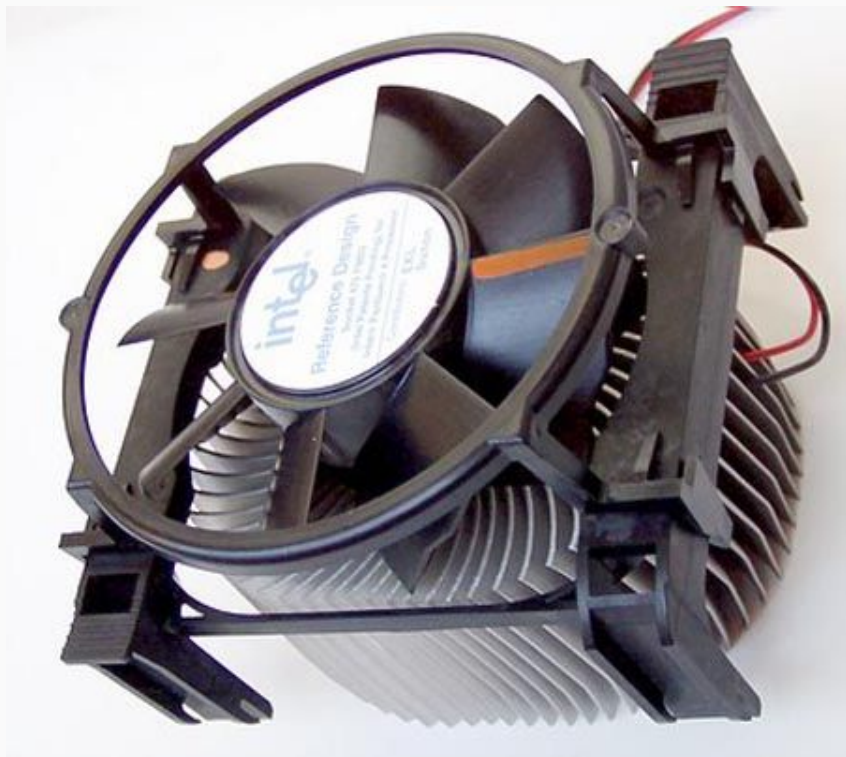
Принцип работы заключается в непосредственной передаче тепла от нагревающегося компонента на радиатор за счёт теплопроводности материала или с помощью тепловых трубок (или их разновидностей, таких как термосифон и испарительная камера).

Радиатор излучает тепло в окружающее пространство тепловым излучением и передаёт тепло теплопроводностью окружающему воздуху, что вызывает естественную конвекцию окружающего воздуха. Для увеличения излучаемого радиатором тепла применяют чернение поверхности радиатора.

Поверхности нагревающегося компонента и радиатора после шлифовки имеют шероховатость около 10 мкм, а после полировки — около 5 мкм. Эти шероховатости не позволяют поверхностям плотно соприкасаться, в результате чего образуется тонкий воздушный промежуток с очень низкой теплопроводностью. Для увеличения теплопроводности промежуток заполняют теплопроводными пастами.

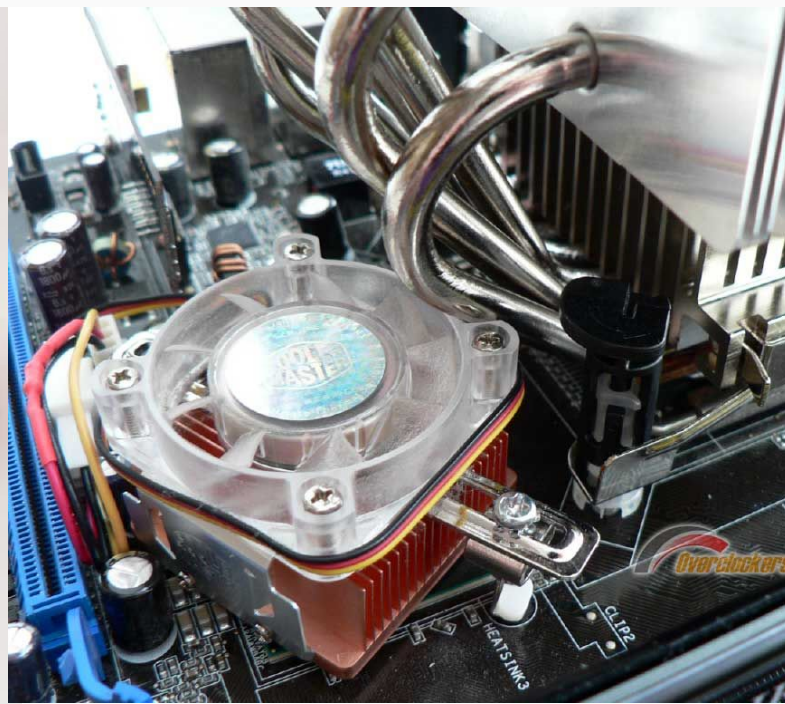
Наиболее распространенный тип систем охлаждения в настоящее время. Отличается высокой универсальностью - радиаторы устанавливаются на большинство компьютерных компонентов с высоким тепловыделением. Эффективность охлаждения зависит от эффективной площади рассеивания тепла радиатора, температуры и скорости проходящего через него воздушного потока.

На компоненты с относительно низким тепловыделением (чипсеты, транзисторы цепей питания, модули оперативной памяти), как правило устанавливаются простейшие пассивные радиаторы.



На некоторые компьютерные компоненты, в частности жёсткие диски, установить радиатор затруднительно, поэтому они охлаждаются за счёт обдува вентилятором. На центральный и графический процессоры устанавливаются преимущественно активные радиаторы (кулеры).

Пассивное воздушное охлаждение центрального и графического процессоров требует применения специальных радиаторов с высокой эффективностью отвода тепла при низкой скорости проходящего воздушного потока и применяется для построения бесшумного персонального компьютера.





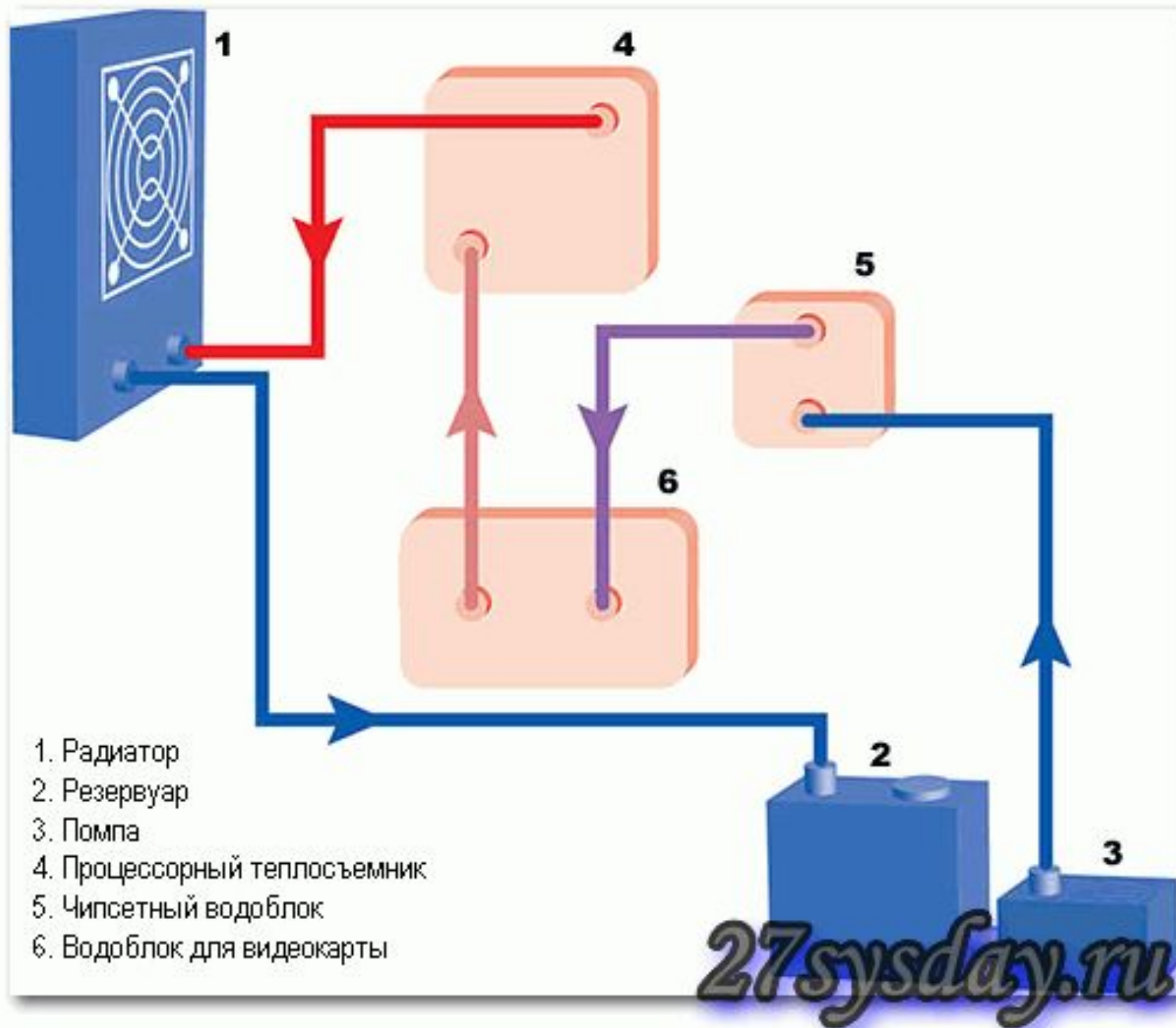
# Системы жидкостного охлаждения

Принцип работы - передача тепла от нагревающегося компонента радиатору с помощью рабочей жидкости, которая циркулирует в системе.

В качестве рабочей жидкости чаще всего используется дистиллированная вода, часто с добавками имеющими бактерицидный и/или антигальванический эффект; иногда - масло, антифриз, жидкий металл, или другие специальные жидкости.

**Система жидкостного охлаждения состоит из:**

- 1.** Помпы — насоса для циркуляции рабочей жидкости
- 2.** Теплосъёмника (ватерблока, водоблока, головки охлаждения) — устройства, отбирающего тепло у охлаждаемого элемента и передающего его рабочей жидкости
- 3.** Радиатора для рассеивания тепла рабочей жидкости. Может быть активным или пассивным
- 4.** Резервуара с рабочей жидкостью, служащего для компенсации теплового расширения жидкости, увеличения тепловой инерции системы и повышения удобства заправки и слива рабочей жидкости
- 5.** Шлангов или труб
- 6.** (Опционально) Датчика потока жидкости



Теплообменник  
с вентилятором

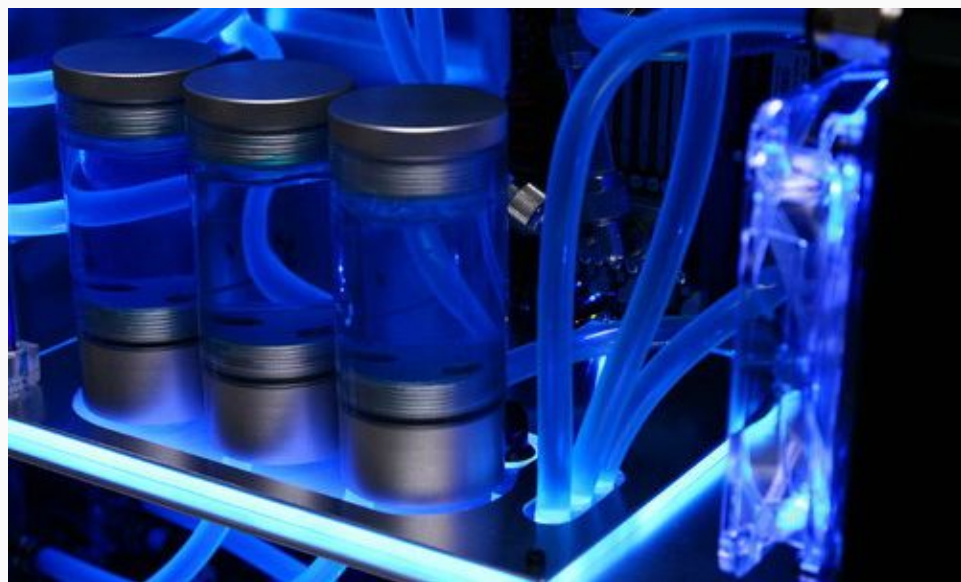
Охладитель на ЦП



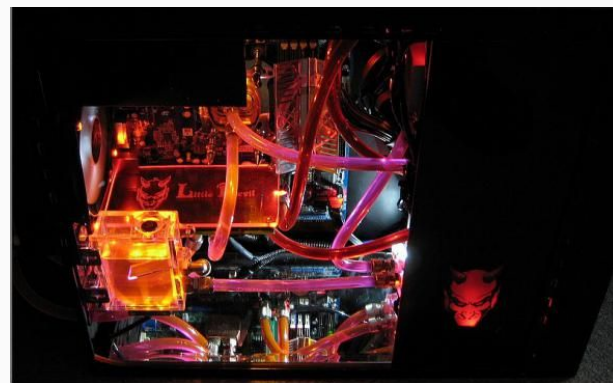
Охладитель  
на графическом  
процессоре

Пластиковые  
трубки

Насос и резервуар  
охлаждающей  
жидкости



Жидкость должна обладать высокой теплопроводностью, чтобы свести к минимуму перепад температур между стенкой трубки и поверхностью испарения, а также высокой удельной теплоёмкостью, чтобы при меньшей скорости циркуляции жидкости в контуре обеспечить большую эффективность охлаждения.

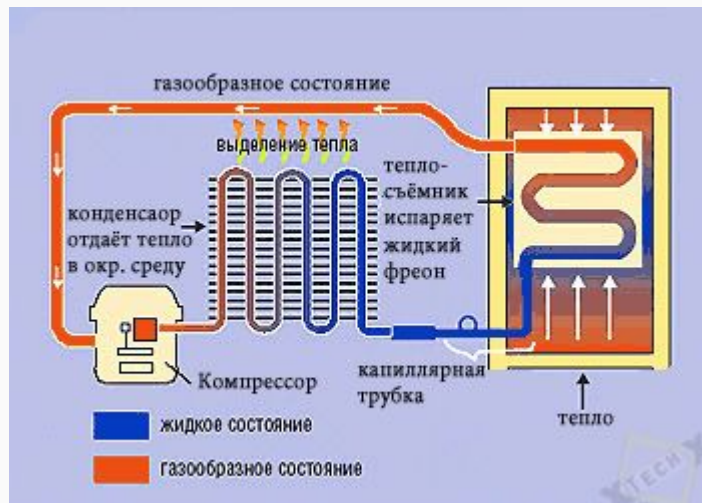


# Фреоновые установки

Холодильная установка, испаритель которой установлен непосредственно на охлаждаемый компонент. Такие системы позволяют получить отрицательные температуры на охлаждаемом компоненте при непрерывной работе, что необходимо для экстремального разгона процессоров.

## Недостатки:

1. Необходимость теплоизоляции холодной части системы и борьбы с конденсатом (это общая проблема систем охлаждения работающих при температурах ниже температуры окружающей среды)
2. Трудности охлаждения нескольких компонентов
3. Повышенное электропотребление
4. Сложность и дороговизна



## Ватерчиллеры

Системы совмещающие системы жидкостного охлаждения и фреоновые установки. В таких системах антифриз, циркулирующий в системе жидкостного охлаждения, охлаждается с помощью фреоновой установки в специальном теплообменнике.

Данные системы позволяют использовать отрицательные температуры, достижимые с помощью фреоновых установок для охлаждения нескольких компонентов (в обычных фреонках охлаждение нескольких компонентов затруднено). К недостаткам таких систем относится большая их сложность и стоимость, а также необходимость теплоизоляции всей системы жидкостного охлаждения.

## Системы открытого испарения

Установки, в которых в качестве хладагента (рабочего тела) используется сухой лёд, жидкий азот или гелий, испаряющийся в специальной открытой ёмкости (стакане), установленной непосредственно на охлаждаемом элементе. Используются в основном компьютерными энтузиастами для экстремального разгона аппаратуры («оверклокинга»). Позволяют получать наиболее низкие температуры, но имеют ограниченное время работы (требуют постоянного пополнения стакана хладагентом).

## Системы каскадного охлаждения

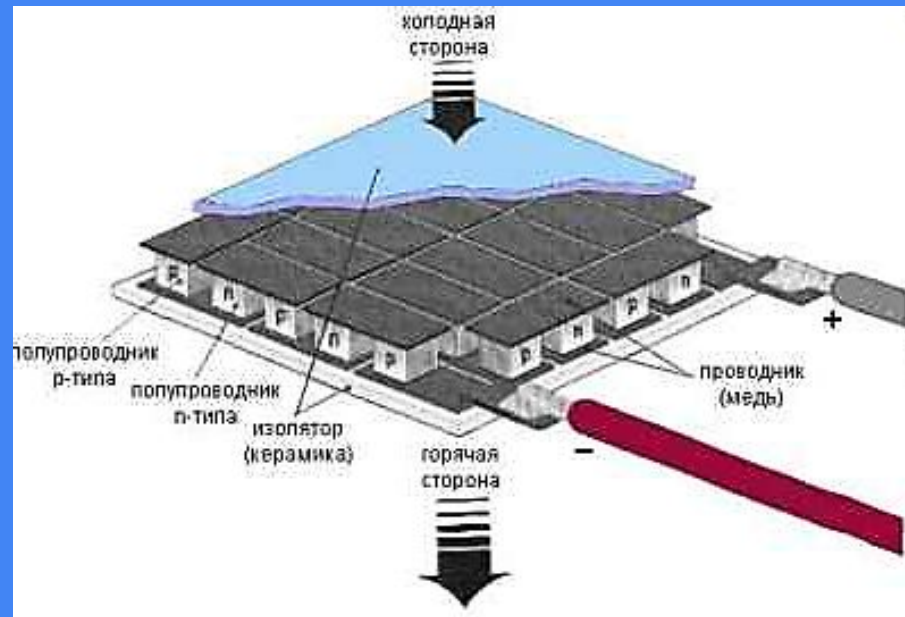
Две и более последовательно включенных фреоновых установок. Для получения более низких температур требуется использовать фреон с более низкой температурой кипения.

В однокаскадной холодильной машине в этом случае требуется повышать рабочее давление за счет применения более мощных компрессоров. Альтернативный путь - охлаждение радиатора установки другой фреонкой (т. е. их последовательное включение), за счет чего снижается рабочее давление в системе и становится возможным применение обычных компрессоров.

Каскадные системы позволяют получать гораздо более низкие температуры чем однокаскадные и, в отличие от систем открытого испарения, могут работать непрерывно. Однако, они являются и наиболее сложными в изготовлении и наладке.



# Охлаждение с помощью элементов Пельтье

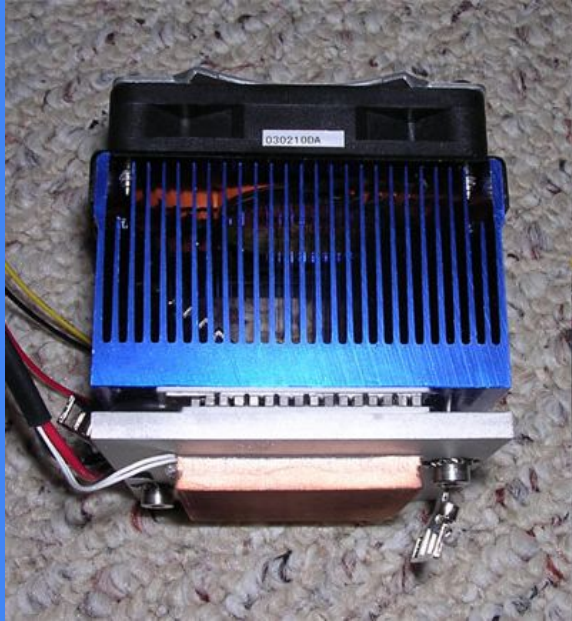


Эффект Пельтье относится к разряду термоэлектрических явлений, он был впервые открыт французом Жаном-Шарлем Пельтье в 1834 году.

Когда Жан-Шарль Пельтье пропустил постоянный ток через полоску висмута, подключенную с помощью двух медных проводников, то он заметил, что соединение, где ток идет от меди к висмуту нагревается, другое соединение – висмут-медь, через которое ток шел в обратном направлении, охлаждалось.

Позже выяснилось, что этот эффект в значительной степени усиливается, если вместо металлов использовать соединения из разнородных полупроводников. На этом и основаны конструкции современных элементов Пельтье или ТЭМ (термоэлектрический модуль).





Элемент Пельтье — это небольшая пластинка, играющая роль «прокладки» между кристаллом процессора и кулером. Эта пластинка позволяет поддерживать разность температур сторон пластинки в районе  $40^{\circ}\text{C}$  при отдаваемых кристаллом процессора десятках ватт тепла.

Достать модули легко, но достать подходящий кулплейт — медную прокладку габаритами  $10\text{см} \times 5\text{см} \times 1\text{см}$  минимум — трудно.

А она необходима и вот почему — у модуля есть множество характеристик, одна из них — хладопроизводительность. Как 2 модуля суммарной хладопроизводительностью в 344 Вт не заморозят 120-ваттный процессор?

Очень просто — размеры модуля  $40 \times 40 \times 3.9$  мм, т.е. 344 Вт снимается с площади в  $8 \times 4 = 32\text{см}^2$ ! А процессор дает 120 Вт с менее  $2\text{см}^2$  площади. Т.е. с 2-х  $\text{см}^2$  модули снимут только  $344/16 = 21,5$  Вт, а остальное пропустят через себя как обычный материал (с дополнительным термосопротивлением порядка 0.3). Вот в чем смысл кулплейта — нивелировать разницу в площадях объекта охлаждения и модулей, значит, чем он толще (в разумных пределах конечно), тем лучше — и сложнее достать.

# Ватерчиллер (фреоновый и на элементах Пельтье)



Ватерчиллер – это система охлаждения, призванная снизить температуру объекта ниже температуры окружающей среды вплоть до отрицательной. Серийный ватерчиллер на сегодня есть только один, это достаточно неэффективная (около 0 градусов при загрузке 50-70Вт) и дорогостоящая система от Swiftech.

Ватерчиллеры бывают двух видов: на основе фазового перехода или с использованием модулей Пельтье. Первые представляют собой двухконтурную систему, где испаритель "фреонки" охлаждает хладагент в контуре жидкостного охлаждения:

Во втором случае жидкость проходит через блок, охлаждаемый модулями Пельтье. Этот вид чиллеров компактнее и проще в изготовлении, но сильно проигрывает в температурах и соотношении "эффективность/потребляемая энергия". Так, 500Вт суммарной мощности модулей дают температуру жидкости чуть ниже нуля градусов при нагрузке около 100Вт...

Рабочая система похожа на систему жидкостного охлаждения, только нет радиатора и расширительный бачок заменен кое-чем другим. Для чиллера на Пельтье достаточно раздобыть портативный автомобильный холодильник, они давно уже на элементах Пельтье, COP (coefficient of performance, типа КПД) подобран оптимально и питаются от 12в. Собственно он и станет расширительным бачком.

Жидкость будет долго промораживаться и долго нагреваться, так что для кратковременного экстрима подойдет (несколько часов в день). Если круглосуточно – то надо искать что-то в области фреонов.

Фреоновый ватерчиллер делают из кондиционеров, холодильных компрессоров. Главная головная боль тех, кто рискнул заниматься экстремальным охлаждением – теплоизоляция для предотвращения образования конденсата. Однако это не единственные проблемы и сконструировать ватерчиллер дано не каждому, правда не каждому и надо...

Эффективность подобных систем на высоте, даже на уровне серийных фреонов начального уровня. Но главное – ватерчиллером можно охладить несколько точек, как и ВО (кроме винчестера – умрет, памяти, цепей питания – замучаешься герметизировать).

## Ватерчиллеры

