

Н. В. Лукашевич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Г. Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ТЕХНОЛОГИЯ МАЙНИНГА И ОБОРУДОВАНИЕ

Майнинг в дословном переводе добыча полезных ископаемых – это процесс создания блоков в блокчейне используя вычислительные мощности компьютерного оборудования. Используемый механизм проверки блоков PoW – Proof of Work (Доказательство выполнения работы).

PoW использует оборудование майнера, решая сложные математические задачи. Поиск решения – сложный процесс, для которого нужны значительные вычислительные мощности. Фактически решение ищется методом перебора и для успешного решения требуется множество попыток. Майнер, который первым найдет верное решение, получает награду в виде криптовалюты.

В случае майнинга под мощностью подразумевается скорость, с которой находится верное решение блока. Hashrate (хешрейт) скорость с которой вычисление завершает операцию в коде криптовалюты. Вычислительная мощность сети блокчейна измеряется в H/s (Hash/second) (хеш в секунду). Зачастую эти значения пишут с приставками, например: $1 \text{ MH/s} = 1.000.000 \text{ H/s}$. Также в некоторых сетях есть обозначение Sol/s (Solution/second) (решения в секунду) что является аналогом H/s. В каждой криптовалюте используется свой алгоритм поэтому одно и то же оборудование будет выдавать разный хешрейт. Есть общий хешрейт сети, который показывает все мощности, направленные на майнинг данной криптовалюты. Например, общий хешрейт сети биткойна на сегодня около 200 EH/s что равняется 200 квинтиллионам хешей в секунду.

Майнить можно на процессоре, видеокарте или используя ASIC (application-specific integrated circuit, интегральная схема для конкретного применения). Сегодня из-за роста вычислительной мощности сетей процессоры не слишком подходят для майнинга в целом, хотя есть алгоритмы, на которых их можно выгодно использовать. ASIC специально разработан для майнинга и отличается высоким хешрейтом по сравнению с видеокартами. Майнинг на видеокартах получил популярность из-за того, что они выгоднее в соотношении цена на хешрейт, а также в соотношении хешрейта на ватты, то есть они потребляют меньше электроэнергии чем ASIC. Также ASIC имеют свойство быстро устаревать.

Есть варианты майнинга в соло и на пуле. Соло майнинг – это когда оборудование ищет решение блока и получает всю награду при его нахождении, но для этого нужно иметь значительную часть мощностей сети. Майнинг на пуле – это когда пользователи объединяют свои вычислительные мощности на пуле и если кто-нибудь из них находит решение, то награда за блок распределяется между всеми, соответствуя их мощностям, подключенным к пулу.

Для того чтобы начать майнить на видеокартах нужно собрать майнинг ферму – это несколько устройств, объединенных для добычи криптовалюты. Ферма состоит из обычных компонентов ПК, но в одну материнскую плату вставляется несколько видеокарт или используются «разера» – переходники, которые позволяют подключать видеокарты через слот PCI-E x1 (позволяют размещать видеокарты на разном расстоянии друг от друга и от материнской платы, что помогает улучшить охлаждение). Установка нескольких видеокарт в одну материнскую плату нужна для улучшения соотношения хешрейта к ваттам, так как материнская плата, процессор и т.д. будут потреблять одинаковое количество электроэнергии.

При производстве чипов видеокарт каждый чип получается уникальным, и каждый чип работая на одной и той же тактовой частоте, может иметь разное рабочее напряжение (напряжение, при котором сохраняется стабильность работы). Также чипы по-разному переносят увеличение их рабочих тактовых частот (одним можно повысить частоты больше, чем другим при сохранении стабильности) и то же самое с оперативной памятью видеокарты (VRAM) (в случае с VRAM это в большей части зависит от производителя чипов памяти). И чтобы увеличить хешрейт можно «разогнать» видеокарты – это означает повышение тактовых частот для ядра и для оперативной памяти видеокарты. Но разные алгоритмы по-разному реагируют на увеличение тактовой частоты, например, одним нужно повышать частоты ядра, а увеличение частот памяти не влияет на хешрейт, вторым наоборот, а третьим нужно повышать и частоты ядра, и частоты памяти. Но изменение этих параметров в некоторых случаях может негативно сказаться на долговечности работы видеокарт. Этот способ увеличивает общий хешрейт видеокарты, но также увеличивает энергопотребление и соответственно температуру, шум от кулеров и ухудшает соотношение хешрейта на ватты.

Но есть другой способ под названием undervolting. На рисунке 1 изображен график распределения, где по горизонтали будет рабочее напряжение, а по вертикали вероятность того, что чип имеет именно

такое рабочее напряжение на стоковых (заводских) частотах. Из распределения мы получаем, что 99,7% всех возможных изделий будут работать на напряжениях из этого интервала. Слева остатки – это отборные чипы, которые работают на самых низких напряжениях, а справа бракованные.

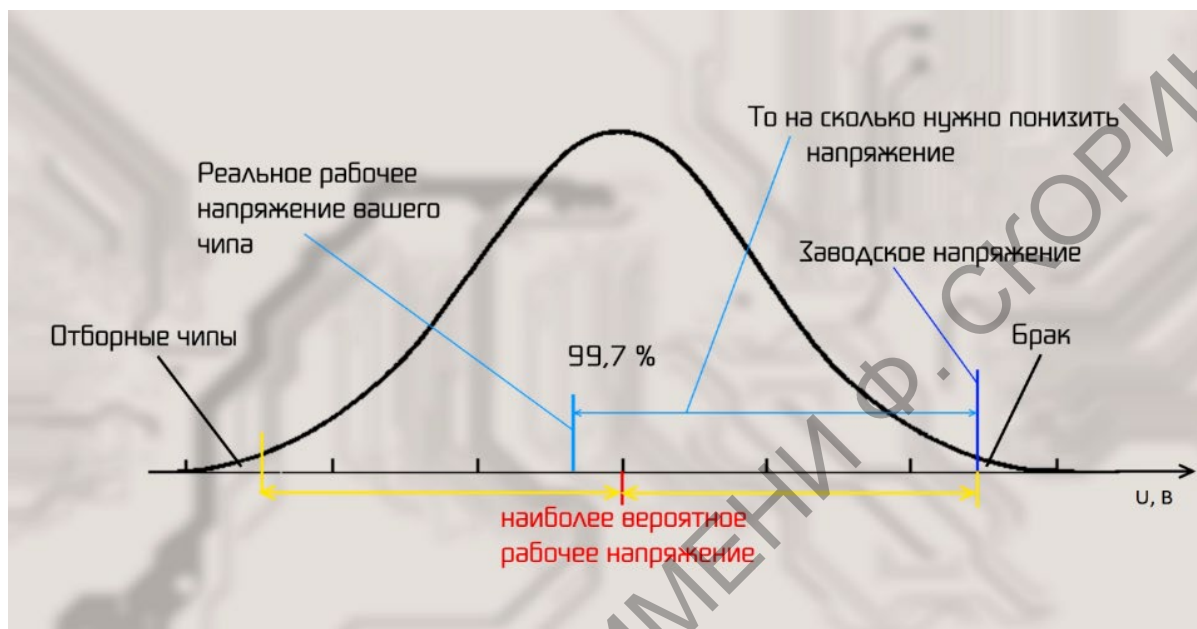


Рисунок 1 – График распределения вероятности рабочих напряжений

С завода ставится напряжение по верхней границе интервала, а по распределению видно, что чип скорее всего будет работать на средней части интервала и заводское напряжение можно снизить для конкретного чипа. Далее подбором и тестами выбирается самое низкое напряжение со стабильной работой. При стоковом напряжении чтобы не выходить за рамки теплопакета (не перегреть видеокарту) частота может незначительно уменьшаться. При снижении рабочего напряжения соответственно уменьшается температура и частота перестает снижаться и фиксируется на одном уровне. В итоге мы получаем меньший нагрев, а в следствии меньший шум от кулеров и стабилизацию частоты, которая может немного поднять производительность.