**2.2 Сетевой уровень**

На сетевом уровне мы определяем два основных параметра, которые имеют особое значение для блокчейнов на основе доказательства работы (далее, PoW-блокчейны), а именно: размер блока и задержка механизма распространения информации.

**2.2.1 Размер блока**

Максимальный размер блока косвенно определяет максимальное число транзакций, находящихся в блоке. Поэтому, данная величина определяет пропускную способность, достигаемую системой. Большие блоки имеют меньшую скорость распространения, что в свою очередь повышает скорость устаревания блоков (и ослабляет защиту блокчейна, как указано ранее).

**2.2.2 Механизм распространения информации**

Система управления блочными запросами определяет, как информация доставляется узлам одноранговой сети. В итоге, так как ожидается, что все одноранговые узлы получат все блоки, необходим широковещательный протокол. Выбор базового широковещательного протокола явно влияет на надежность и масштабируемость сети (см. Раздел 4). В дальнейшем, мы кратко опишем известные реализации сетевого уровня существующих PoW-блокчейнов.

**Распространение информации на основе оповещений:**

Большинство PoW-блокчейнов распространяют информацию при помощи основанной на оповещениях системы управления запросами. Если узел *А* получает информацию о новом объекте (например, о транзакции или блоке) от другого узла, *А* оповестит об объекте остальные соединения (например, узел *B*) посредством отправки им описательного сообщения (хеша и типа распространяемого объекта). Только если узел *B* ранее не получил распространяемый объект, *B* запросит объект у *A* c помощью запроса *getdata.* Узел *A* впоследствии ответит объектом Bitcoin, например, содержимым транзакции или блока.

**Отправка заголовков:**

Узлы одноранговой сети в качестве альтернативы могут выдавать сообщения *sendheaders* (сообщения отправки заголовков), чтобы напрямую получить заголовки блоков от своих одноранговых соседей в будущем, избегая отправки описательных сообщений. Эта технология, которая уменьшает задержку и потерю пропускной способности при распространении блочных сообщений, принята в Bitcoin начиная с версии 0.12.

**Незапрошенное выдвижение блока:**

Этот механизм позволяет майнерам распространять посредством широкого вещания сгенерированные ими блоки без оповещения (например, как только они создали блок). Заметим, что этот механизм выдвижения рекомендован, но не используется в Bitcoin.

**Ретрансляционные сети:**

Ретрансляционные сети в первую очередь улучшают синхронизацию майнеров, которые используют общий набор транзакций. На транзакции обычно ссылаются только в ретранслируемых блоках с индентификаторами транзакций (2 байта на транзакцию вместо 250 байт на транзакцию в среднем). Как следствие, результирующий размер блока меньше, чем у обычного блока (см. Ретрансляционные сети Bitcoin).

**Гибридное выдвижение / Система оповещения:**

Некоторые системы, такие, как Ethereum, сочетают использование выдвижения и распространения оповещений. Здесь блок напрямую продвигается к пороговому числу одноранговых узлов (например, Etherium напрямую выдвигает блок на корень из n одноранговых узлов, где n - общее число соседних узлов, подключенных к данному). Одновременно, отправитель оповещает о блоке с помощью его хеша всех своих соседей.

**2.3. Устаревшие блоки**

Устаревшие блоки ссылаются на блоки, которые больше не включены в длиннейшую цепочку, например, из-за параллельности, конфликтов. Устаревшие блоки вредны для безопасности и производительности блокчейна, поскольку они порождают разветвления цепи — некорректное состояние, которое замедляет рост основной цепи и приводи к значительным последствиям для производительности и безопасности. С одной стороны, устаревшие блоки увеличивают вероятность возникновения состояния состязания в сети (например, с двойной траты). С другой стороны, устаревшие блоки приводят к дополнительному снижению пропускной способности сети и, как правило, их майнинг не награждается (кроме как в Etherium).

В эксперименте, который мы провели, мы измеряли частоту устаревания блоков в сети Bitcoin (время генрации блоков = 10 минут, средний размер блока = 534.8 КБ), Litecoin (время генрации блоков = 2.5 минуты, средний размер блока = 6.11 КБ) и Dogecoin (время генрации блоков = 1 минута, средний размер блока = 8 КБ). Все три блокчейна основаны на PoW (с разным временем генерации) и одинаковой системе распространения информации (с разными размерами блоков).

Мы проверили доступные узлы в Litecoin и Dogecoin в феврале 2016 и обнаружили около 800 и 600 IP адресов соответственно. Затем мы измерили время распространения блоков посредством регистрации времени в которое мы получили оповещение о блоке из определенного блока из всех наших соединений в соответствующих сетях. Мы управляли одним узлом для Litecoin и Dogecoin, который мы подключили к 340 и 400 узлам соответственно. Как только один из этих одноранговых узлов оповещает о блоке в форме или нового хеша блока (описательное сообщение) или заголовка блока (заголовочное сообщение), мы регистрируем время появления информации о блоке. Каждый последующий прием определенной части блока затем предоставляет информацию о распространении блока.