

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ PEER-TO-PEER ПРОТОКОЛОВ

Институт информационно-диагностических систем Национального авиационного университета

*В данной статье рассматриваются основные понятия, устройство одноранговых сетей и peer-to-peer протоколов, а также принципы работы peer-to-peer протоколов*

### Вступление

В современном мире технологий построения одноранговых сетей на основе peer-to-peer протоколов быстро приобретает популярность так как эта технология позволяет снизить загрузку серверов и каналов передачи данных а таким образом увеличить скорость передачи данных и пропускную способность сети.

### Постановка проблемы

На данный момент в одноранговых сетях используются различные peer-to-peer протоколы мы же рассмотрим подробное построение сетей на основе peer-to-peer протоколов, а также принцип работы данного протокола.

### Анализ исследований и публикаций

На сегодняшний день принципы работы и построения локальных сетей описаны во многих источниках, самый известный из них Олефер. Но бурное развитие информационно - коммуникационных систем диктует свои условия. Специаль-

ность в области информационно – коммуникационных технологий нуждается в своевременной информированности о новых технологиях. Такая информация может находиться только в специальных изданиях или в руководствах по эксплуатации оборудования.

### Постановка задания

Важным заданием является разработка основных принципов работы peer-to-peer протокола таким образом чтобы рационализировать работу сети, снизить загрузку серверов и увеличить скорость передачи данных.

### Основная часть

Одноранговые, децентрализованные или пиринговые (от англ. peer-to-peer, P2P — равный с равным) сети — это компьютерные сети, основанные на равноправии участников. В таких сетях отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел (peer) является как клиентом, так и сервером (Рис 1).

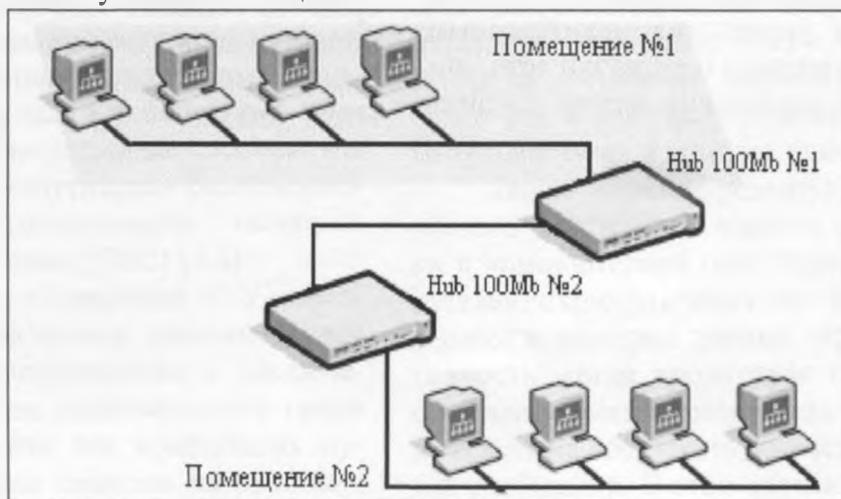


Рис 1 Устройство одноранговой сети

В отличие от архитектуры клиент-сервер, такая организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов.

В случае, когда требуется просто объединить автоматизированные рабочие места в составе одной структурной единицы предприятия, используется простая рабочая группа. При этом рабочие станции объединяются в рабочую группу в составе домена. Это позволяет упорядочить логическую структуру сети и упростить ее администрирование и поиск данных.

Впервые фраза «peer-to-peer» была использована в 1984 году в разработке архитектуры *Advanced Peer to Peer Networking* фирмы IBM.

#### **Устройство одноранговой сети**

Например, в сети есть 10 компьютеров, при этом любой из компьютеров может связаться друг с другом. В качестве клиента (потребителя ресурсов) каждый из этих компьютеров может посылать запросы на предоставление каких-либо ресурсов другим компьютерам в пределах этой сети и получать их. Как сервер, каждый компьютер должен обрабатывать запросы от других компьютеров в сети, отсылать то, что было запрошено, а также выполнять некоторые вспомогательные и административные функции (Рис 2).

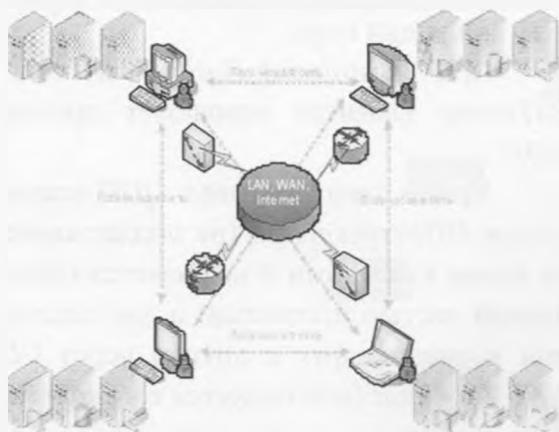


Рис 2. Принцип построения одноранговой сети

Любой член данной сети не гарантирует никому своего присутствия на по-

стоянной основе. Он может появляться и исчезать в любой момент времени. Но при достижении

определённого критического размера сети наступает такой момент, что в сети одновременно существует множество серверов с одинаковыми функциями.

В одноранговой сети каждый компьютер должен:

- большую часть своих вычислительных ресурсов предоставлять локальному пользователю (сидящему за этим компьютером);

- для поддержки доступа к ресурсам удаленного пользователя (обращающегося к серверу по сети) подключать дополнительные вычислительные ресурсы.

#### **Защита**

Элементарная защита подразумевает установку пароля на разделяемый ресурс, например на каталог. Централизованно управлять защитой в одноранговой сети очень сложно, так как каждый пользователь устанавливает ее самостоятельно, да и «общие» ресурсы могут находиться на всех компьютерах, а не только на центральном сервере. Такая ситуация представляет серьезную угрозу для всей сети, кроме того, некоторые пользователи могут вообще не установить защиту.

#### **Администрирование**

Сетевое администрирование (administration) решает ряд задач, в том числе:

- управление работой пользователей и защитой данных;
- обеспечение доступа к ресурсам;
- поддержка приложений и данных;
- установка и модернизация прикладного программного обеспечения.

В типичной одноранговой сети системный администратор, контролирующий всю сеть, не выделяется. Каждый пользователь сам администрирует свой компьютер.

#### **Терминология**

##### **Раздача**

Процесс распространения файла по протоколу *peer-to-peer*.

**Пир**

(англ. *peer* — соучастник) — клиент, участвующий в раздаче. Иногда пирами называют только скачивающих участников.

**Сид**

(англ. *seeder* — сеятель) — пир, имеющий все сегменты распространяемого файла, то есть либо начальный распространитель файла, либо уже скачавший весь файл.

**Личер**

(англ. *leech* — пиявка) — пир, не имеющий пока всех сегментов, то есть продолжающий скачивание. Термин часто употребляется и в негативном смысле, который он имеет в других файло-обменных сетях: пользователь, который отдает гораздо меньше, чем скачивает.

**Рой**

(англ. *swarm*) — совокупность всех пиров, участвующих в раздаче (Рис 3).



Рис 3. Личер и его рой

**Доступность**

(англ. *availability*) (также *distributed copies*) — количество полных копий файла, доступных клиенту. Каждый сид добавляет 1.0 к этому числу, личеры увеличивают доступность в зависимости от количества скачанного, которого нет у других личеров. К примеру, если на раздаче есть один сид и два личера с 50%, и скачанные части равны между собой, то доступность равна 1.50.

**Рейтинг**

(англ. *share ratio*) — отношение отданного к скачанному.

**Announce**

Обращение клиента к трекеру. При каждом announce клиент передает на трекер информацию об объемах им скачанного и отданного, а трекер передает клиенту список адресов других клиентов. Обращение клиента к трекеру происходит через определённые интервалы времени, которые определяются настройками клиента и трекера.

**Announce URL**

— Адрес трекера, к которому клиент делает announce. Во многих клиентах называется *Tracker URL*. Может включать *passkey*.

**Протоколы и порты**

Клиенты соединяются с трекером по протоколу *HTTP*, используя протокол *TCP*. Входящий порт трекера: 6969.

Клиенты соединяются друг с другом, используя протокол *TCP*. Входящие порты клиентов: 6881—6889.

Номера портов не фиксированы в спецификации протокола и могут изменяться при необходимости. Более того, в данный момент большинство трекеров используют обычный *HTTP* порт 80, а для клиентов рекомендуется выбрать случайный входящий порт.

*DHT (Distributed Hash Table)* сеть в *BitTorrent* клиентах использует протокол *UDP*.

Кроме того протокол *UDP* используется *UDP*-трекерами (не поддерживается всеми клиентами и не является официальной частью протокола) и для соединения клиентов друг с другом через *UDP NAT Traversal* (используется только в клиенте *BitComet* и не является официальной частью протокола).

**Файл метаданных**

*BitTorrent* не имеет системы поиска: для каждого распространяемого файла

создаётся файл метаданных с расширением torrent, который содержит следующую информацию:

- URL трекера.
- общую информацию о зачисляемом файле (имя, длину и пр.)
- контрольные суммы (точнее, хэш-суммы *SHA1*) сегментов зачисляемого файла.

Файлы метаданных могут распространяться через любые каналы связи – например, эти файлы (или ссылки на них) могут выкладываться на веб-серверах, размещаться на домашних страницах пользователей сети, рассылаться по электронной почте, публиковаться в блогах или новостных лентах *RSS*.

Клиент начинает загрузку, получив каким-либо образом файл с метаданными, в котором есть ссылка на трекер.

#### **Трекер**

Трекер (англ. *tracker*) — специализированный сервер, работающий по протоколу *HTTP*. Трекер нужен для того, чтобы клиенты могли найти друг друга. Фактически, на трекере хранятся *IP*-адреса и входящие порты клиентов и хэш-суммы, уникальным образом идентифицирующие объекты, участвующие в загрузках. По стандарту, имена файлов на трекере не хранятся, и узнать их по хэш-

суммам нельзя. В практических реализациях, однако, трекер часто, помимо своей основной функции, выполняет и функцию небольшого веб-сервера. Такой сервер хранит файлы метаданных и описания распространяемых файлов, предоставляет статистику загрузок по разным файлам, показывает текущее количество подключенных пиров и прочие.

#### **Работа без трекера**

В новых версиях протокола были разработаны без трекерные системы (*trackerless*), которые решают некоторые из предыдущих проблем. Отказ трекера в таких системах не приводит к автоматическому отказу всей сети.

Начиная с версии 4.2.0 официального клиента в нем реализована функция без трекерной работы, базирующаяся на протоколе *Kademlia*. В таких системах трекер доступен децентрализованно, на клиентах, в форме распределенной хэш-таблицы (*Distributed Hash Table*).

На данный момент еще не все клиенты используют совместимый друг с другом протокол. Совместимы *BitComet*, *µTorrent*, *KTorrent* и официальный клиент *BitTorrent*.

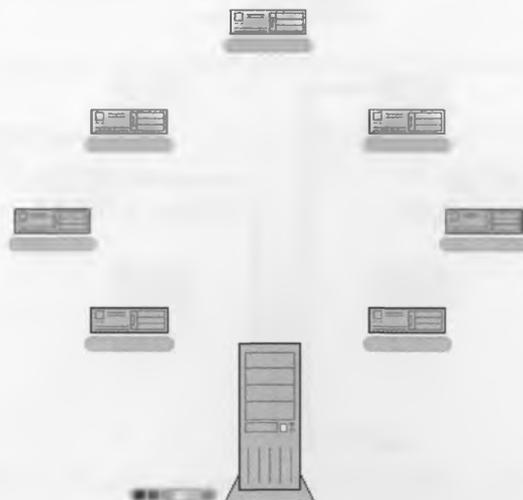


Рис 4. Рабочие станции и сервер

### *Super seeding (Супер сид)*

*Super seeding* является особенностью некоторых клиентов BitTorrent, которые пытаются минимизировать объем данных до первого завершения загрузки пира. Это было задумано Джоном Хофманом и сначала было осуществлено на клиенте BitTornado в середине 2003 г. Эта особенность должна использоваться, когда есть только один сидер. *Super seeding* является изменением в поведении сидеров и не может быть осуществлен без нарушения протокола BitTorrent. Тем не менее, это не утверждается ни разработчиком протокола, Брэмом Коэном, ни в официальном клиенте. Супер-сид заставляет пользователей делиться скачанным. Отдав одному участнику какую-либо часть файла, твой клиент ничего больше ему не даст, пока не увидит в сети вторую копию этой части. Как только ты переключаешься в обычный режим, твой клиент начинает раздавать всем кто чего попросит. Скорости возрастают. Супер-сид эффективен при раздачах с большим количеством качающих информацию компьютеров. Если пользователей которые скачивают информацию 2-3 человека их клиенты в силу разных причин, могут отказаться устанавливать связь друг с другом. Соответственно, нет обмена между ними. Когда компьюте-

ров с которых скачивают информацию много, в идеале, достаточно раздать до коэффициента 1. Тогда в сети окажутся все части файла и пиры смогут ими обменяться.

### *Принцип работы протокола*

Мы имеем разнесенные рабочие станции (Рис 4). Перед нами стоит задача собрать компьютерную сеть из одного сервера и семи рабочих станций. Для этого создаем локальную сеть задавая каждому из компьютеров собственный адрес с помощью которого он будет идентифицироваться на сервере. После этого перед нами стоит задача выбора протокола работы сети.

Перед началом закачки клиент подключается к трекеру, сообщает ему свой адрес, и получает адреса других клиентов, скачивающих или раздающих этот же файл (рис 5). Далее клиент

периодически информирует трекер о своем прогрессе и получает обновленный список адресов.

Клиенты соединяются друг с другом и обмениваются сегментами файлов без непосредственного участия трекера (Рис 6). Для эффективной работы сети реэг-to- реэг необходимо, чтобы как можно больше клиентов были способны принимать входящие соединения. Неправильная настройка NAT или firewall могут этому помешать.

При соединении клиенты сразу

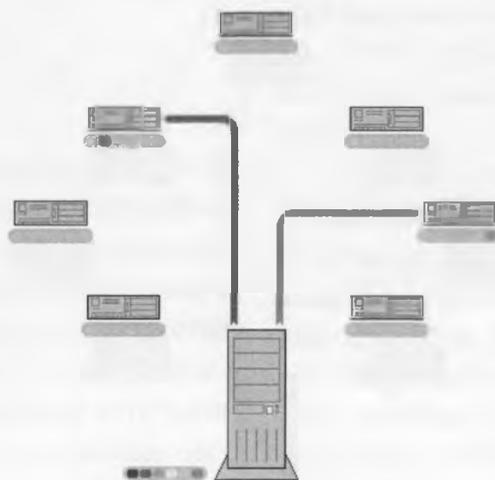


Рис 5. Процесс подключения клиента к трекеру

обмениваются информацией об имеющихся у них сегментах. Клиент, желающий скачать сегмент, посылает запрос и, если второй клиент готов отдавать, получает этот сегмент. После этого клиент проверяет контрольную сумму сегмента и оповещает всех присоединенных пиров о наличии у него этого сегмента.

Каждый клиент имеет возможность временно заблокировать отдачу другому клиенту (англ. choke). Это делается для более эффективного использования канала отдачи. Кроме того, при выборе кого разблокировать предпочтение отдается пирам, которые сами передали этому клиенту много сегментов. Таким образом, пиры с хорошими скоростями отдачи поощряют друг друга по принципу «ты — мне, я — тебе».

Таким образом чем больше ка-

чающих файл, тем быстрее он распространяется по сети и качается вами. Можно забыть про "no slots available" и про "maximum connections reached". Следствие из этого правила - чем больше пользователей - тем быстрее скорость передачи информации и пропускная способность сети. В результате исследования видно, что преимуществом таких протоколов и сетей является консолидация ресурсов огромного числа узлов, открытость инфраструктуры, прямое взаимодействие узлов, высочайшая отказоустойчивость системы даже при сбоях у большей части участников. Недостатком таких сетей является то что если вы ищите что то редкое - будете качать с одного - двух сидеров, или файл не будет найден, необходимость разработки универсальных протоколов взаимодействия, а также для обеспечения подлинности информационных ресурсов может потребоваться дополнительная инфраструктура (PKI).

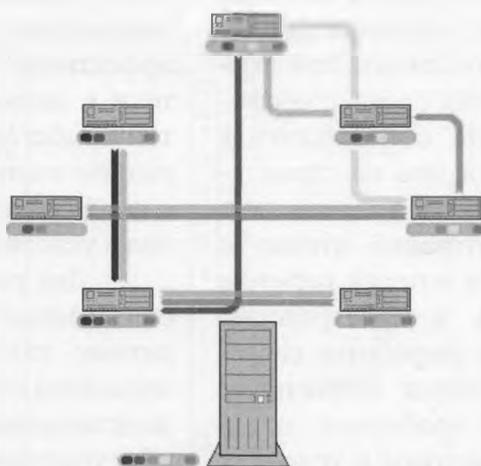


Рис 6. Соединение клиентов без участия трекера

### Список литературы

1. Г.Ф.Конахович, В.П.Климчук, С.М.Паук, В.Г.Потапов. Защита информации в телекоммуникационных системах. — К.: МК-Пресс, 2005. — 288 с.
2. <http://ru.wikipedia.org/>