

ЛЕКЦИЯ 9: P2P

ЛИРИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

- ⊙ В 1999 в Северо-восточном Университете (Массачусетс, США) первокурсник Шон Фэннинг написал **Napster**, таким образом положив начало P2P обмену файлов и новой парадигме «всепоглощающей информации» без посредничества крупной студии или издателя.
- ⊙ В 1997 Джастин Франкел, 18-ти летний хакер из США, написал бесплатный MP3 плеер, названный WinAmp. За 18 месяцев после релиза 15 миллионов человек скачали его программу.
- ⊙ 3 года спустя Франкел написал **Gnutella**, P2P протокол передачи файлов, децентрализованный, в отличие от Napster, следовательно он не мог быть отключен принудительно. Миллионы до сих пор им пользуются.

СРАВНЕНИЕ P2P И КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ P2P

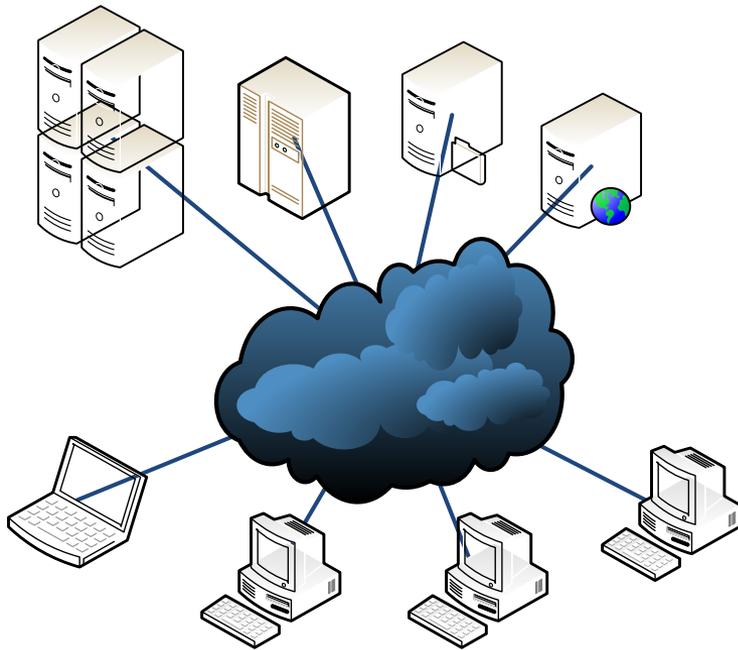
P2P (англ. peer-to-peer – «узел узлу») (или одноранговые сети) – это разделение вычислительных ресурсов и служб посредством прямого обмена ресурсами между участниками сети [Intel P2P working group].

Узлы прибегают к помощи других узлов в сети для поиска информации, получения вычислительных ресурсов, передачи запросов и др.

P2P VS КЛИЕНТ-СЕРВЕР

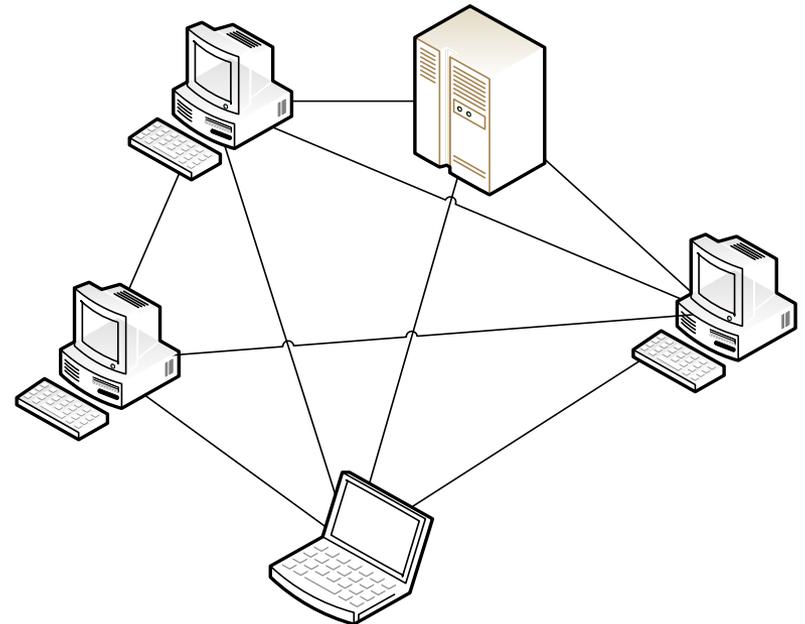
Клиент-серверная архитектура

Серверы



Клиенты

Архитектура P2P



P2P VS КЛИЕНТ-СЕРВЕР



P2P VS Клиент-Сервер

- ◎ Проблемы Клиент-серверной архитектуры:
 - ◎ Масштабируемость
 - При увеличении количества клиентов растут требования к мощности сервера и пропускной способности канала;
 - ◎ Зависимость
 - Стабильная работа всех клиентов зависит от загруженности и функционирования одного сервера.

P2P VS КЛИЕНТ-СЕРВЕР

- ⊙ Преимущества P2P
 - ⊙ Отсутствие зависимости от централизованных служб и ресурсов;
 - ⊙ Система может пережить серьезное изменение в структуре сети;
 - ⊙ Высокая масштабируемость модели.

ЗАДАЧИ P2P-СЕТЕЙ

- ⊙ Уменьшение/распределение затрат
- ⊙ Объединение ресурсов
- ⊙ Повышенная масштабируемость
- ⊙ Анонимность

БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ P2P СЕТЕЙ

УЗЕЛ P2P СЕТИ (PEER)

- ⊙ Узел (Peer)
 - ⊙ Узел - это фундаментальный составляющий блок любой одноранговой сети;
 - ⊙ Каждый узел имеет уникальный идентификатор;
 - ⊙ Каждый узел принадлежит одной или нескольким группам;
 - ⊙ Каждый узел может взаимодействовать с другими узлами, как в своей так и в других группах.

Виды узлов

- ◎ Простой узел
 - ◎ Обеспечивает работу конечного пользователя, предоставляя ему сервисы других узлов и обеспечивая предоставление ресурсов пользовательского компьютера другим участникам сети;
- ◎ Роутер
 - ◎ Обеспечивает механизм взаимодействия между узлами, отделенными от сети брандмауэрами или NAT-системами.

Группа узлов

- ⊙ Группа узлов – это набор узлов, сформированный для решения общей задачи или достижения общей цели.
- ⊙ Группы узлов могут предоставлять членам своей группы такие наборы сервисов, которые недоступны узлам, входящим в другие группы.
- ⊙ Группы узлов могут разделяться по следующим признакам:
 - ⊙ приложение, ради которого они объединены в группу;
 - ⊙ требования безопасности;
 - ⊙ необходимость информации о статусе членов группы.

СЕТЕВОЙ ТРАНСПОРТ

- ◎ Конечные точки (Endpoints)
 - ◎ Источники и приемники любого массива данных передаваемых по сети
- ◎ Пайпы (Pipes)
 - ◎ Однонаправленные, асинхронные виртуальные коммуникационные каналы, соединяющие две или более конечные точки
- ◎ Сообщения
 - ◎ Контейнеры информации, которая передается через пайп от одной конечной точки до другой

СЛУЖБЫ (СЕРВИСЫ)

- ◎ Службы – это функциональные возможности, которые может привлекать отдельный узел для полноценной работы с удаленными узлами:
 - ◎ передача файлов;
 - ◎ предоставление информации о статусе;
 - ◎ проведение вычислений;
 - ◎ ...
 - ◎ любая функциональная нагрузка, которую может выполнять узел в сети P2P.

СЛУЖБЫ УЗЛА

- ⊙ Каждый узел в сети P2P предоставляет определенные функциональные возможности, которыми могут воспользоваться другие узлы.
- ⊙ Эти возможности зависят от конкретного узла и доступны только тогда, когда узел подключен к сети.
- ⊙ Как только узел отключается, его службы становятся недоступны.

СЛУЖБЫ ГРУППЫ

- ⊙ Это функциональные возможности, предоставляемые группой входящим в нее узлам.
- ⊙ Возможности могут предоставляться несколькими узлами в группе, для обеспечения избыточного доступа к этим возможностям.
- ⊙ Как только к группе подключается узел, обеспечивающий необходимую службу, она становится доступной для всей группы.

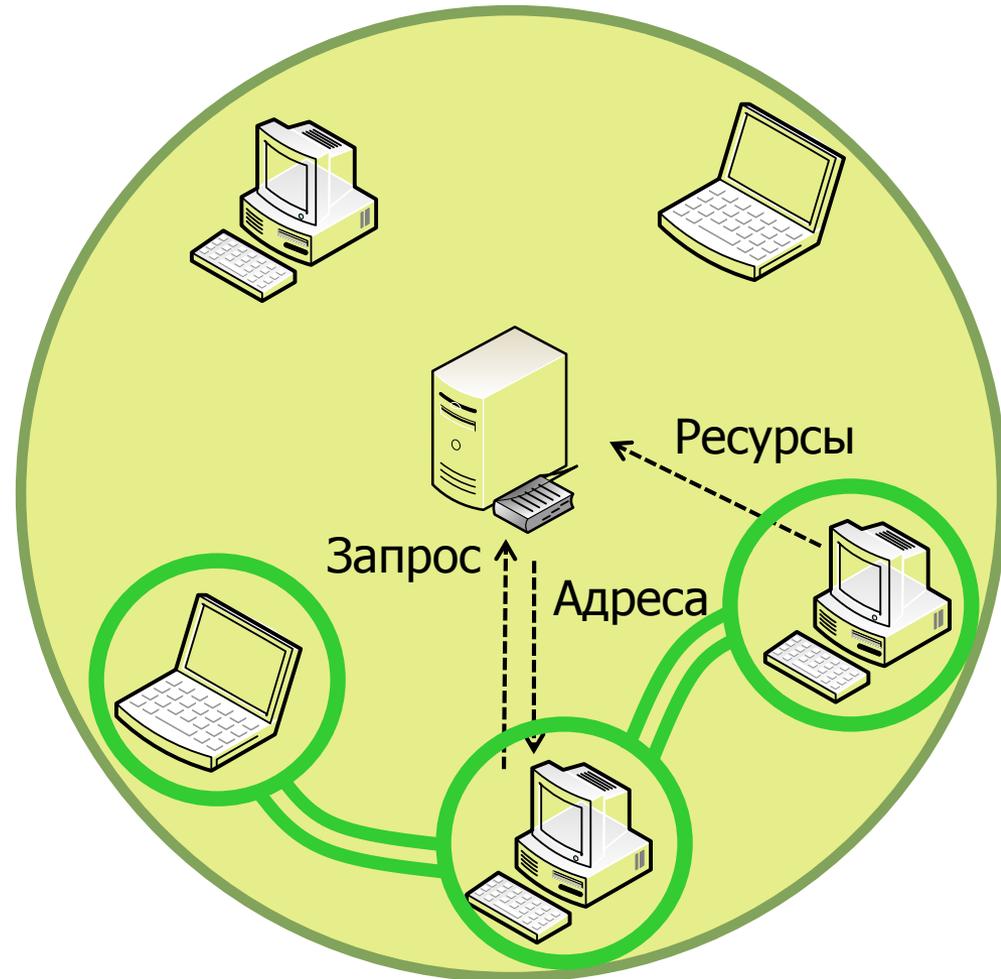
ПРОТОКОЛЫ

- ⊙ Протоколы сети P2P обеспечивают:
 - ⊙ Поиск узлов в сети
 - ⊙ Получение списка служб отдельного узла
 - ⊙ Получение информации о статусе узла
 - ⊙ Использование службы на отдельном узле
 - ⊙ Создание, объединение и выход из групп
 - ⊙ Создание соединений с узлами
 - ⊙ Маршрутизацию сообщений другим узлам

АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ P2P СЕТЕЙ

АЛГОРИТМЫ P2P СЕТЕЙ: ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ ИНДЕКС

Узлы публикуют информацию о своих сервисах в центральном индексе



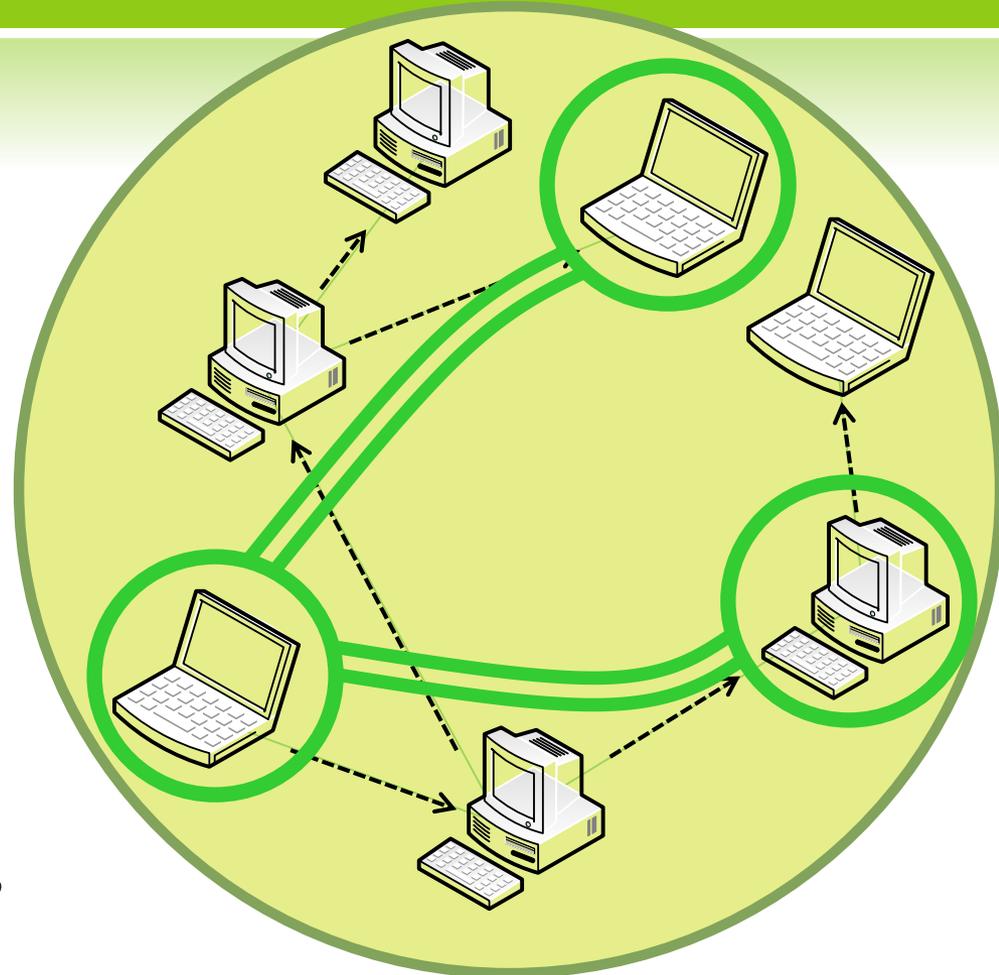
⊙ **Пример:** Napster

⊙ **Недостаток:** малая масштабируемость, зависимость от центрального сервера

АЛГОРИТМЫ P2P СЕТЕЙ: ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ ЗАПРОСЫ

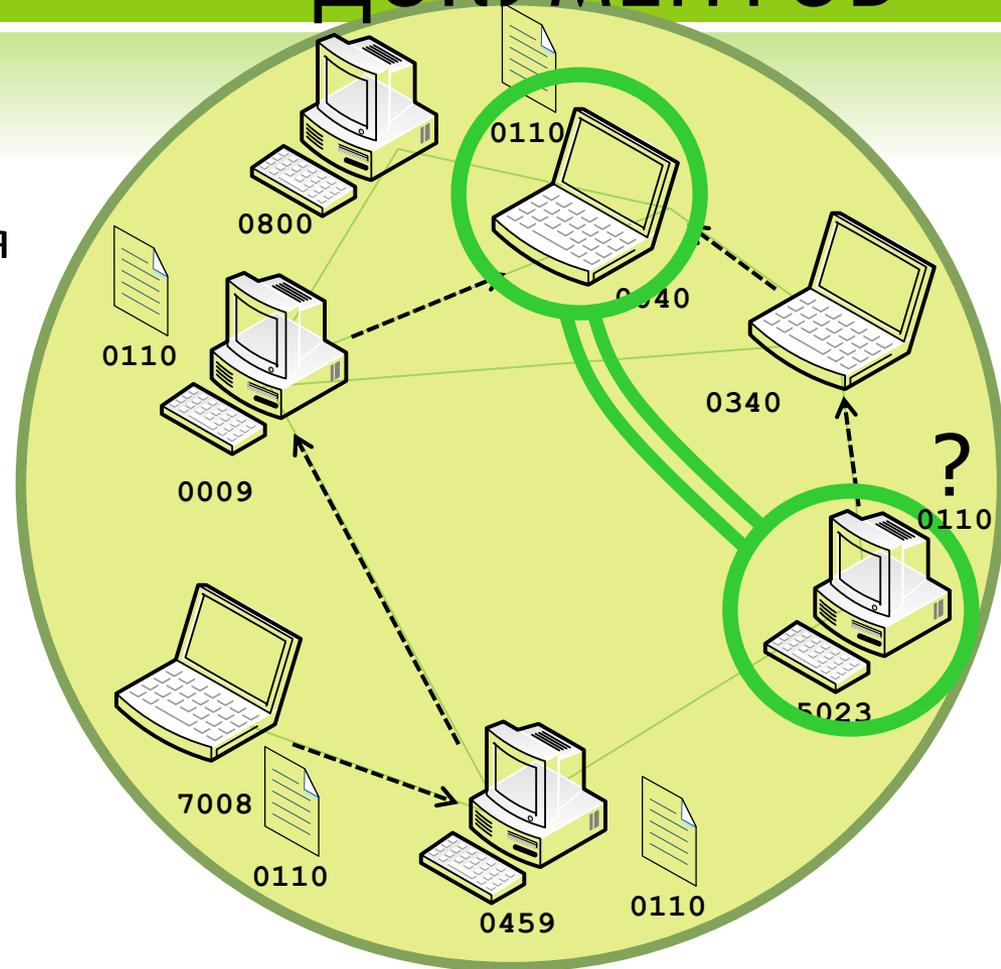
Запрос транслируется всем подключенным узлам, которые передают его далее, пока не получен ответ или не достигнут предел количества пересылок

- ⊙ **Пример:** Gnutella
- ⊙ **Недостаток:** требуется большая пропускная способность сети; не гарантируется достижимость



АЛГОРИТМЫ P2P СЕТЕЙ: МАРШРУТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ

Каждому узлу выделяется случайный ID. Когда документ публикуется в сеть, вычисляется его хэш, из той же области, что и ID узлов. Далее, документ трассируется к узлу, который имеет наиболее похожий ID.



🕒 **Пример:** FreeNet

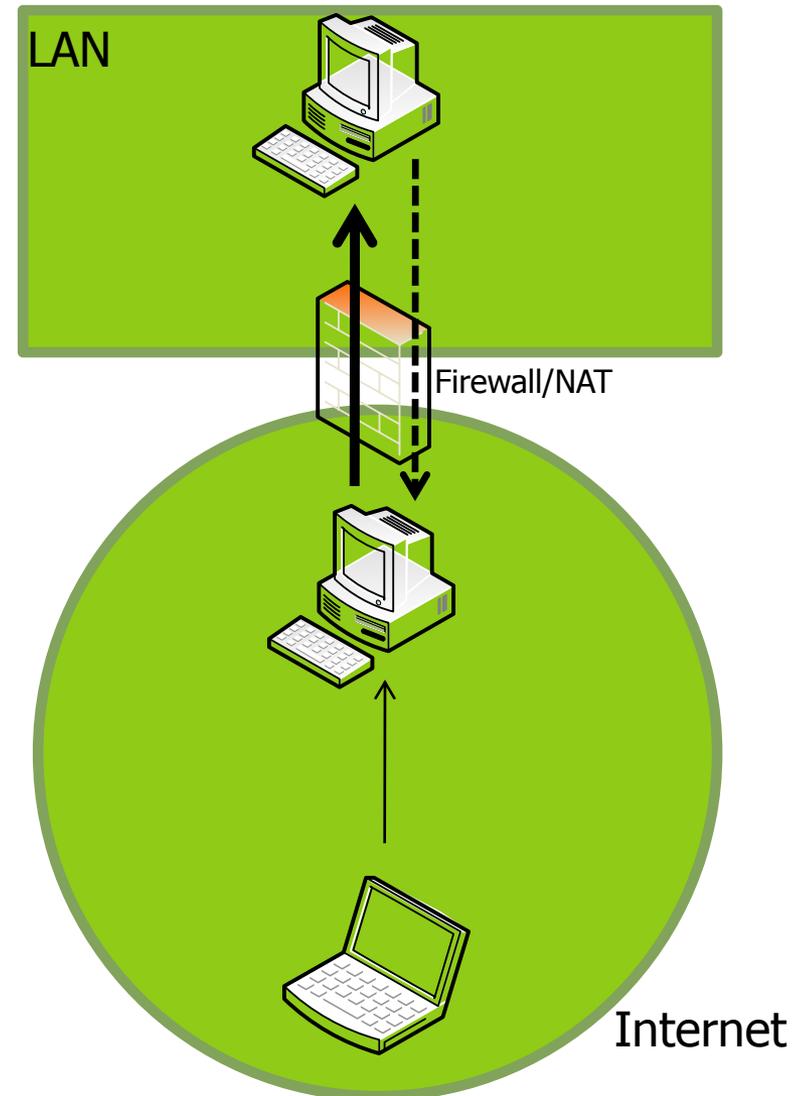
🕒 **Недостаток:** требуется знать ID документа, возможно образование «островов»

АЛГОРИТМЫ Р2Р СЕТЕЙ: ОБХОД БРАНДМАУЭРОВ И NAT

При защите узла брандмауэром появляется ряд серьезных ограничений:

- ⦿ односторонняя передача данных;
- ⦿ значительное ограничение выбора портов и протоколов;
- ⦿ Протокол HTTP требует предварительного запроса на получение данных.

Таким образом, необходимо использовать возможности узла-роутера для трансляции сообщений во внешнюю сеть и получения информации из внешней сети.



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ P2P

ТИПЫ ПРИЛОЖЕНИЙ P2P

В настоящий момент, технологии P2P наиболее ярко представлены в 3-х направлениях:

- ⊙ Распределенные вычисления: разбиение общей задачи на большое число независимых в обработке подзадач;
- ⊙ Файлообменные сети: требует эффективного механизма поиска;
- ⊙ Приложения для совместной работы: требуют обеспечения прозрачных механизмов для совместной работы.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

В основном, к данному типу проектов относят системы типа SETI@home, построенные на платформе BOINC.

- ◎ **BOINC** (англ. Berkeley Open Infrastructure for Network Computing — открытая программная платформа Беркли для распределённых вычислений) — некоммерческое межплатформенное ПО для организации распределённых вычислений.



РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

- ⊙ Сервер VOINC - это набор PHP-сценариев для организации и управления проектом: регистрация участников, распределение заданий, получение результатов.
- ⊙ Клиент VOINC – пользовательское приложение, позволяющее участвовать в одном или нескольких проектах.



РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Наиболее популярные проекты:

- ◎ SETI@home — анализ радиосигналов с радиотелескопа Аресибо для поиска инопланетных цивилизаций.
- ◎ Einstein@Home — проверка гипотезы Альберта Эйнштейна о гравитационных волнах с помощью анализа гравитационных полей пульсаров или нейтронных звёзд.
- ◎ Climate Prediction — построение модели климата Земли для предсказания его изменений на 50 лет вперёд.
- ◎ World Community Grid — Различные проекты. Организатор — IBM.
- ◎ Malaria Control Project — Контроль распространения Малярии в Африке (AFRICA@home).
- ◎ Predictor@home — моделирование 3-хмерной структуры белка из последовательностей аминокислот.
- ◎ LHC@home — расчёты для ускорителя заряженных частиц в CERN (Centre Europeen de Recherche Nucleaire).



ФАЙЛООБМЕННЫЕ СЕТИ

На сегодняшний день существует большое число P2P-сетей, ориентированных на обмен файлами между пользователями.

Они могут развиваться и функционировать как в глобальном сетевом пространстве, так и на их основе формируют сервисы отдельные подсети.

ФАЙЛООБМЕННЫЕ СЕТИ

- ◎ **Высокоцентрализованные:**
 - ◎ Жестко ограниченный набор серверов с индексом файлов
 - ◎ Пример: **Napster, KaZaA**

- ◎ **Частично децентрализованные сети:**
 - ◎ Пополняемый обширный набор серверов с индексом файлов
 - ◎ Пример: **EDonkey, BitTorrent**

- ◎ **Децентрализованные сети:**
 - ◎ Отсутствуют выделенные сервера с индексом. При запуске производится подключение к узлам из списка узлов которые с большой вероятностью находятся в сети. Либо список загружается отдельно.
 - ◎ Пример: **Gnutella**

ПРОТОКОЛ BITTORRENT

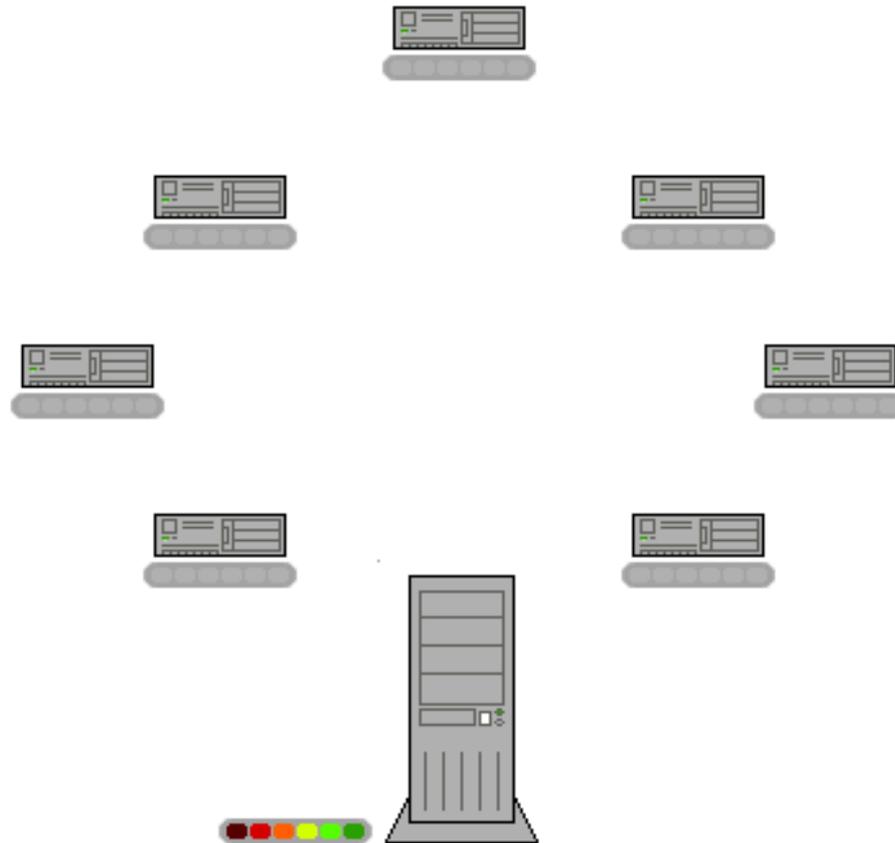
- ◎ Был разработан в 2001 Брэмом Коэном (26 лет). Первый клиент данного протокола - на языке Python.

- ◎ Идентификатор раздачи – файл метаданных:
 - ◎ URL трекера;
 - ◎ Общая информация о файлах (имя, длина и пр.);
 - ◎ Хеш-суммы SHA1 сегментов раздаваемых файлов;
 - ◎ Passkey пользователя;
 - ◎ [Хеш-суммы файлов целиком];
 - ◎ [Альтернативные источники];

ПРИНЦИП РАБОТЫ BITTORRENT

1. Клиент подключается к трекеру по URL
2. Сообщает хеш требуемого файла
3. Получает адреса пиров скачивающих и раздающих файл
4. Клиенты соединяются между собой и обмениваются информацией без участия трекера

ОБМЕН ФРАГМЕНТАМИ ФАЙЛА



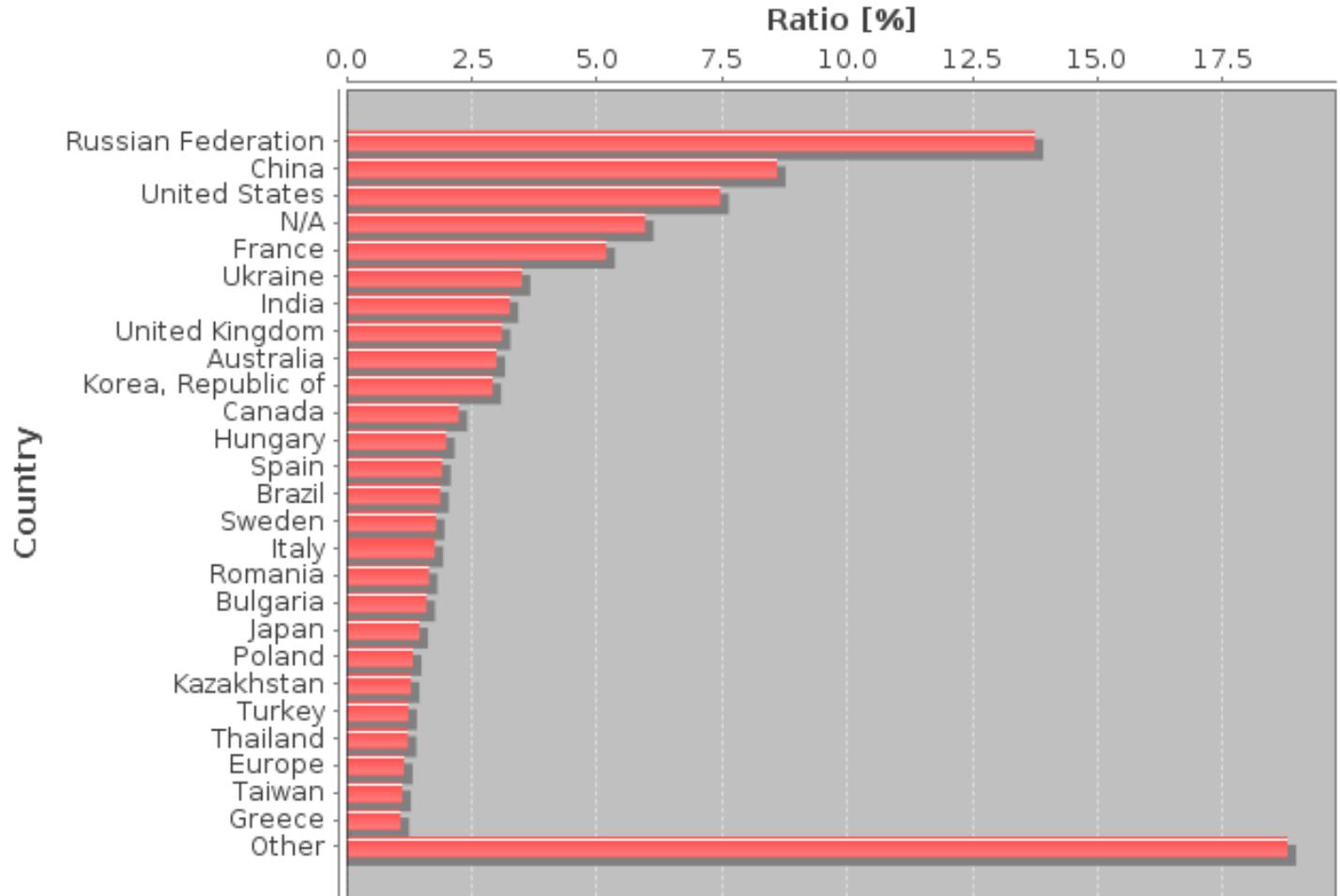
РАБОТА БЕЗ ТРЕКЕРА

- ◎ Распределенные хеш-таблицы (Distributed Hash Table — DHT)
- ◎ Базируется на вычислении расстояния по Хэммингу между узлами
- ◎ Реализуется по методу маршрутизации документов (узел ищет узлы, ID которых близки к хэшу файла, при этом на эти узлы отдается информация об адресе раздающего узла)
- ◎ Ссылка на файл: “Magnet-ссылка”

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ DHT-ПИРОВ ПО СТРАНАМ МАЙ 2013

Distribution of DHT Peers by Country

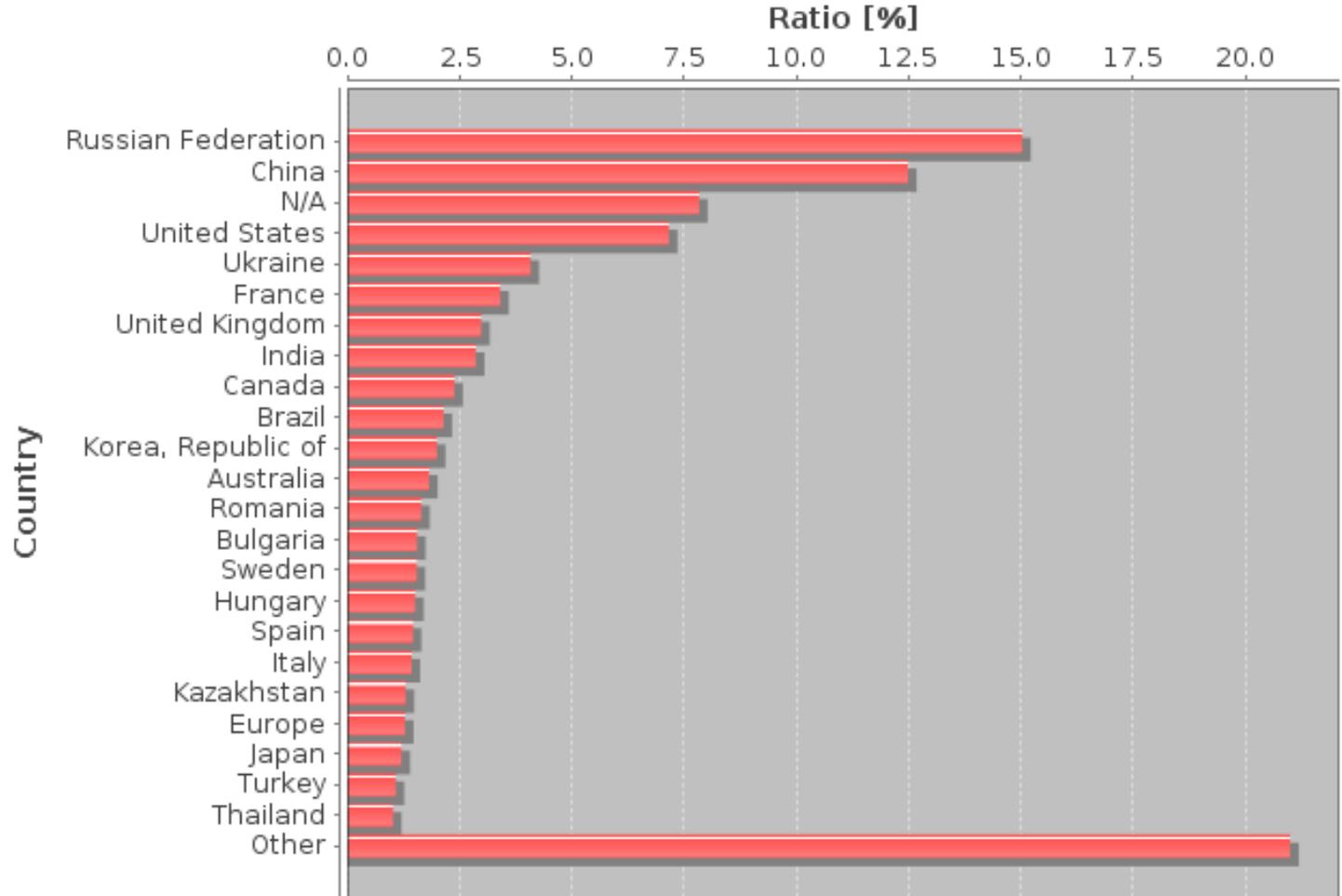
01.05.2013 15:07:34



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ DHT-ПИРОВ ПО СТРАНАМ НОЯБРЬ 2013

Distribution of DHT Peers by Country

18.11.2013 17:03:46



Приложения для совместной работы

Приложения которые обеспечивают возможность общения, совместной работы и т. п. различных географически-распределенных пользователей.

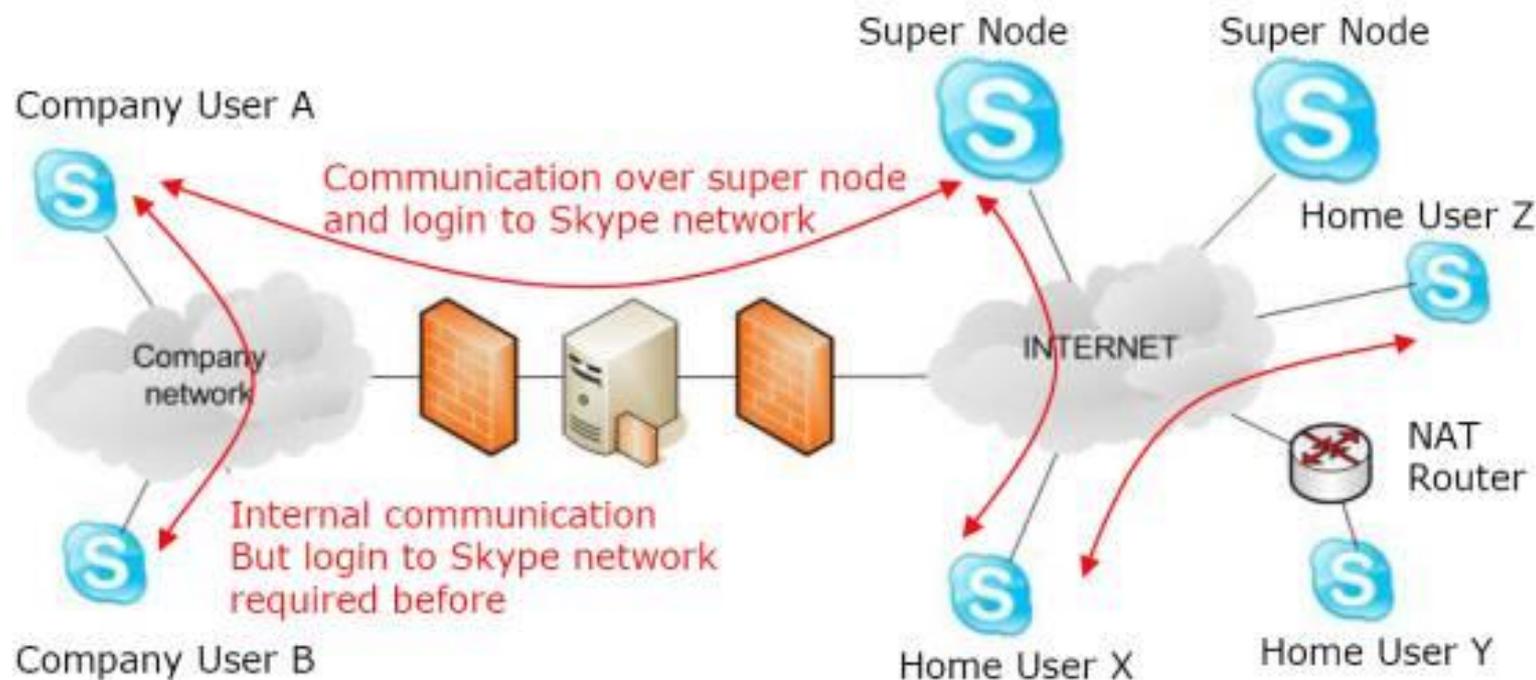
- ⊙ Примеры таких приложений
 - ⊙ Jabber: мгновенный обмен сообщениями
 - ⊙ Skype: голосовое общение, видеоконференции, приложения для совместной работы
 - ⊙ BitTorrent Sync: система P2P синхронизации и архивирования файлов.

Skype – это одна из самых популярных на сегодняшний день VoIP-систем.

В состав системы входят следующие элементы:

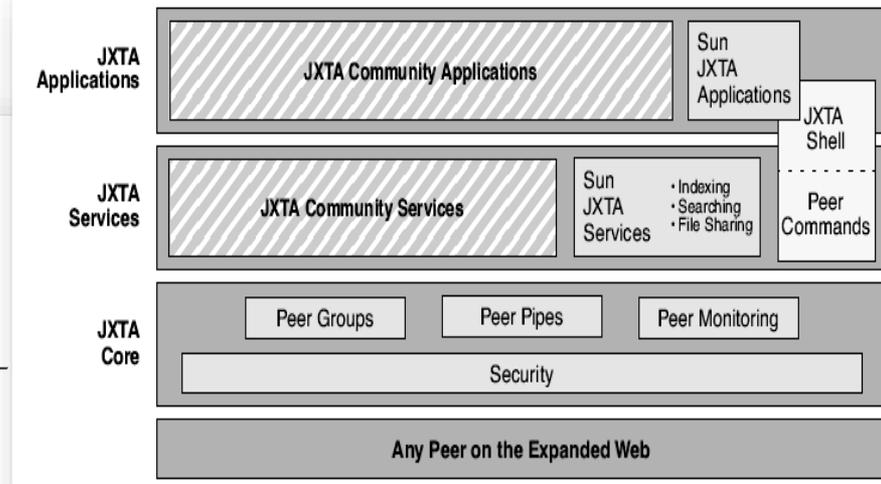
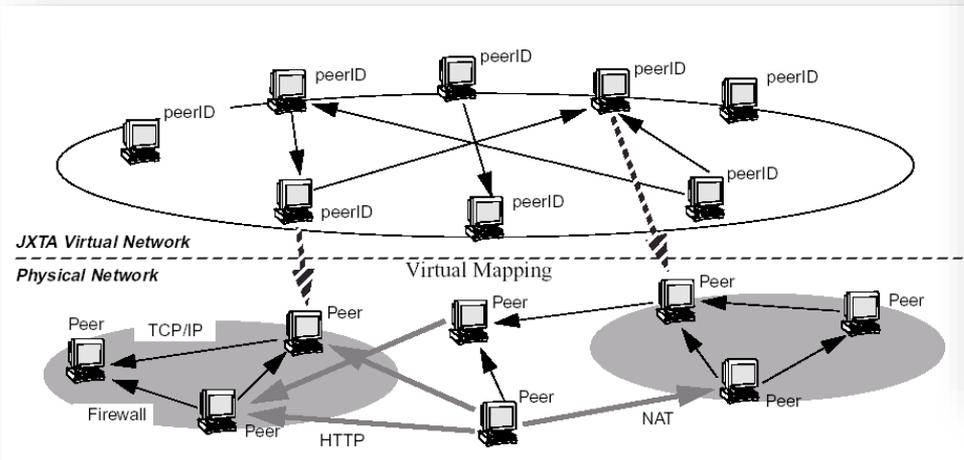
- ◎ **Skype-login сервер** – единственный централизованный элемент Skype-сети, обеспечивающий авторизацию Skype-клиентов.
- ◎ **Обычный узел (Skype Client)** - обычный конечный узел в сети.
- ◎ **Супер-узел (Super node)** – узлы, играющие роль роутеров в сети Skype. Любой узел, обладающий публичным IP и обладающий широким каналом становится супер-узлом.
- ◎ Выделенные узлы для установки связи со стационарными телефонными линиями.

SKYPE: УСТАНОВКА СОЕДИНЕНИЯ



ПЛАТФОРМА JXTA

Технология JXTA (SUN) позиционируется как базовая платформа для организации P2P сетей на основе гетерогенных вычислительных сетей.



BITTORRENT SYNC

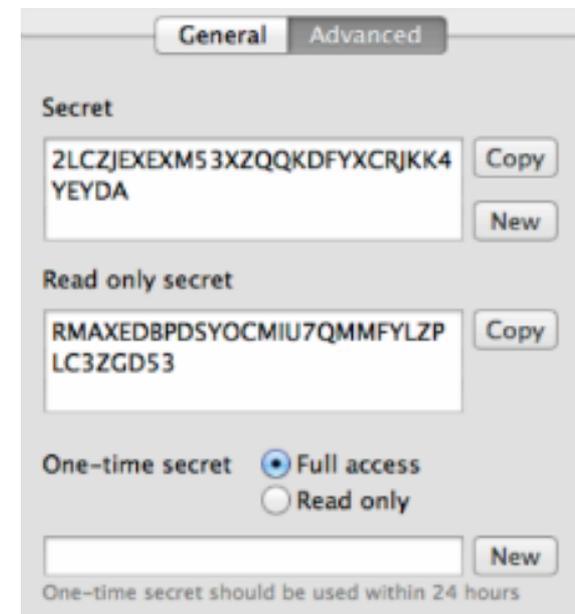
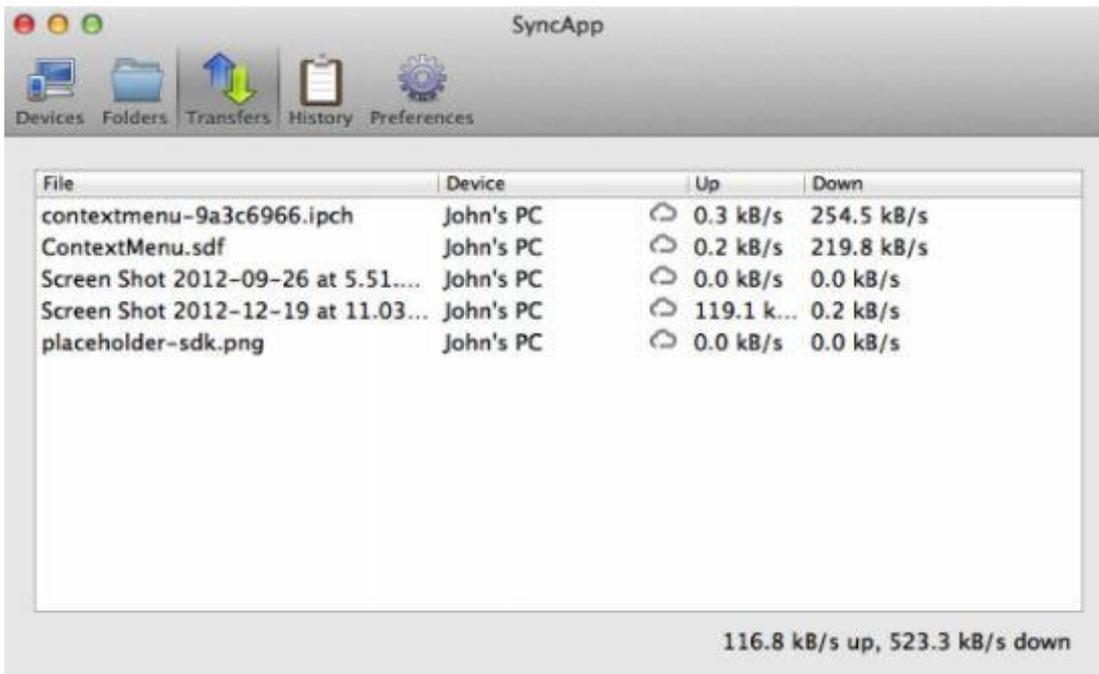
- ◎ BitTorrent Sync - это система безопасной синхронизации файлов между вашими (и только вашими) устройствами с помощью BitTorrent протокола.
- ◎ Для синхронизации и хранения не нужны *облака*.
- ◎ Таким образом, объем синхронизируемых данных зависит только от доступного объема на жестком диске.
- ◎ Весь трафик при синхронизации зашифрован AES.

BITTORRENT SYNC

- ◎ btsync работает на большинстве современных операционных систем:
 - ◎ Mac OS X Snow Leopard или новее.
 - ◎ Windows XP SP3 или новее.
 - ◎ Linux с ядром 2.6.16 (glibc 2.4) или новее.
 - ◎ FreeBSD 8.4, 9.1 или новее.
 - ◎ Android 2.2 или новее.
 - ◎ iOS 5.0 или новее.

ИНТЕРФЕЙС

- ⦿ Для синхронизации файлов между устройствами используется символьный ключ-секрет
- ⦿ Если синхронизация будет осуществляться не в локальной сети, а через Интернет, то могут быть задействованы UDP, NAT traversal и UPnP для прохода зашифрованного трафика через маршрутизаторы.



ПОИСК УСТРОЙСТВ

- ⦿ Для поиска устройств в сети существуют следующие решения:
 - ⦿ **Local peer discovery.** Если все устройства находятся в локальной сети, то для их поиска производится отправка широковещательного (broadcast) пакета. Все устройства с единым секретом отвечают на такой пакет и тем самым начинают взаимодействие.
 - ⦿ **Peer exchange (PEX).** Устройства помогают друг другу, выдавая известные им адреса.
 - ⦿ **Известные хосты.** Для локальной сети с постоянными IP адресами можно вручную указать адреса, по которым обитают ваши устройства.
 - ⦿ **DHT (Distributed Hash Table).** Если вы разрешите, то с помощью распределённой хеш-таблицы будет осуществлён поиск всех ваших устройств, знающих SHA1 (ключ-секрет).
 - ⦿ **BitTorrent трекер.** BitTorrent Sync может с вашего разрешения использовать трекер для облегчения поиска друг друга вашим устройствам. Трекер так же выступает в роли STUN сервера и помогает устройствам установить прямое соединение, которые могут находиться за NAT

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ P2P

ОБЪЕДИНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Концепция P2P стоит на организации универсального доступа к ресурсам в высоко-гетерогенных вычислительных средах.

Но каждый из узлов обладает индивидуальными техническими характеристиками что, возможно, будет ограничивать его роль в P2P-сети и не позволят полностью использовать ее ресурсы (рейтинг в Torrent-сетях, LowID в Edonkey и т.п.)

СВЯЗНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

P2P основано на прямом взаимодействии конечных пользователей.

Но P2P не может обеспечить гарантированное качество предоставляемых ресурсов, в связи с высокой дифференциацией пропускной способности подключенных узлов (dial-up, ADSL, LAN, корпоративные сети...)

Также, значительно затрудняется взаимодействие с узлами, находящимися за NAT или брандмауэром. Они не смогут принимать входящие соединения, что требует специальных механизмов обхода.

ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- ⊙ Владелец одного узла, скорее всего, не знаком с владельцами других узлов в P2P сети;
- ⊙ Узлы в P2P-сети, скорее всего, принадлежат отдельным пользователям, а не организациям;
- ⊙ Предоставление ресурсов в P2P сети обычно происходит без предварительной договоренности между узлами;
- ⊙ Большинство узлов в P2P сети, скорее всего, действует исключительно в своих интересах и не заинтересованы в предоставлении ресурсов своим системам кому-либо.

ВОПРОСЫ МАСШТАБИРУЕМОСТИ

P2P сети ориентированы на большое количество подключенных узлов. Таким образом, должны быть решены вопросы масштабируемости предоставляемых ресурсов.

- ⊙ При увеличении количества узлов возникают вопросы с работой как P2P сети с единым индексом (растет нагрузка на сервер индекса), так и широковещательных сетей (многократно растет загрузка сети «широковещательными» запросами).