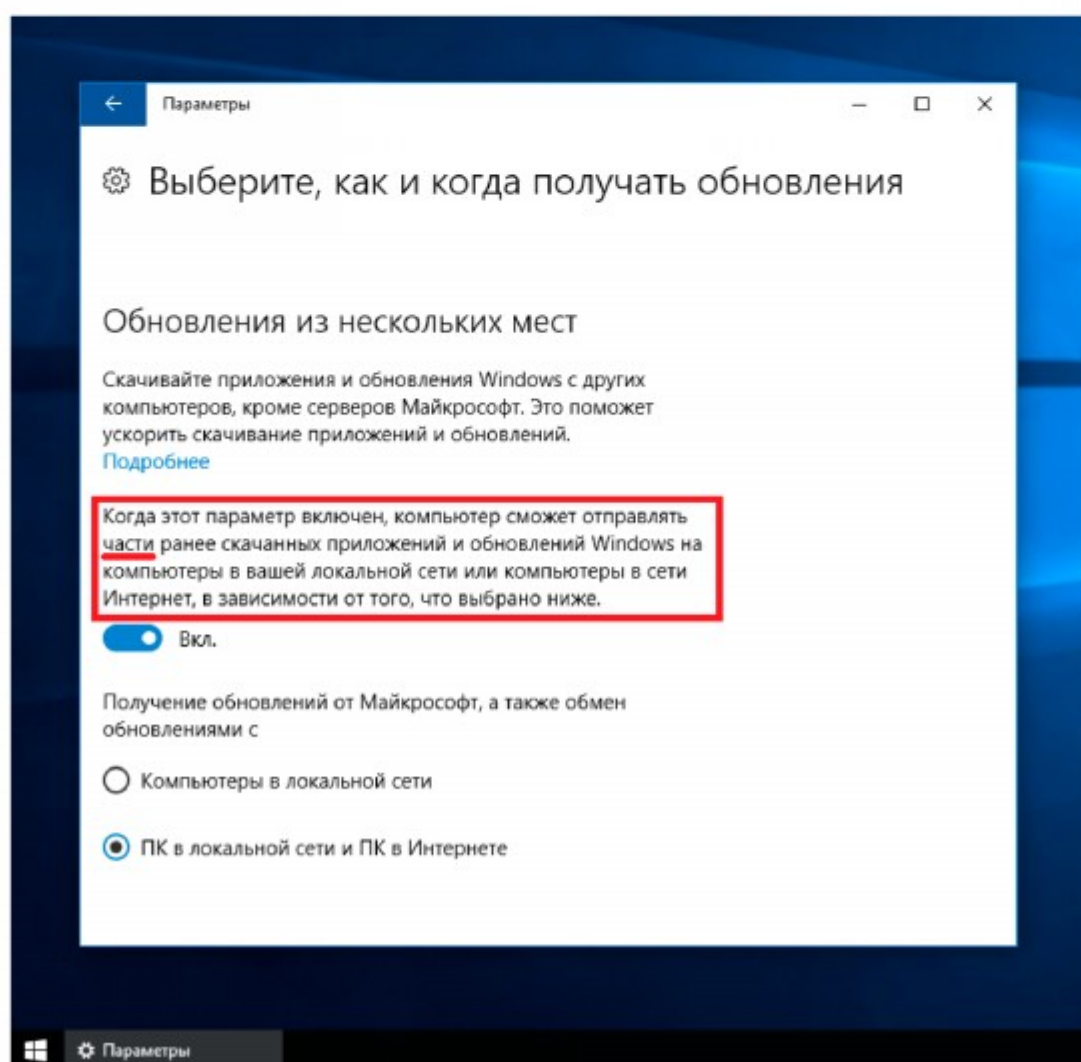


ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРОТОКОЛА BITTORRENT

В 2015 году, когда разработка Windows 10 RTM подходила к завершению, а всем желающим был обещан бесплатный переход на новую ОС в течение года, разработчики закономерно задумались о том, как быстро доставить свой новоявленный продукт на компьютеры пользователей. Вариант распространить установочный образ размером 4 GB по архитектуре «клиент-сервер» был отвергнут, поскольку никакие сервера не выдержат под нагрузкой одновременных обращений от десятков миллионов пользователей. Тогда было принято решение использовать технологию peer-to-peer, распространять установочные файлы по протоколу BitTorrent, а в саму операционную систему встроить программу торрент-клиент, чтобы пользователи, уже обновившиеся до Windows 10, являлись источником дистрибутива (и, в дальнейшем, обновлений для системы) для тех, кто этого ожидает. Итак, встречайте, первый торрент-клиент от компании Microsoft выглядит так:



Как мы можем видеть, встроенный в Windows 10 торрент-клиент лаконичен и управляется одним рубильником. На слове «части» акцент сделан не просто так, это – одно из главных понятий обмена информацией по протоколу BitTorrent.

Название BitTorrent образовано словами: bit – бит, минимальная единица информации, и torrent – поток. Таким образом, BitTorrent означает «поток битов», «поток информации».

Протокол BitTorrent основан на технологии peer-to-peer или сокращённо – p2p. Peer – это равноправный участник обмена, следовательно, peer-to-peer означает «от равноправного участника другому равноправному участнику». В этом заключается одна из ключевых особенностей технологии: в отличие от архитектуры «клинет-сервер», где множество клиентов обращаются к одному серверу (и тот рано или поздно отказывает под нагрузкой), в технологии peer-to-peer нет единого центра отказа, все участники равноправны – они могут быть как принимающим информацию, так и её источником.

В рамках протокола BitTorrent участники обмена информацией имеют собственное название:

- seed (сид) – участник, раздающий информацию;
- leech (лич) – участник, принимающий информацию;
- peer (пир) – любой из этих равноправных участников.

Когда кто-то начинает скачивать информацию в раздаче – он лич, когда он скачивает все выбранные им части информации и начинает их раздавать – он становится сидом, а все участники обмена информацией – пиры.

При этом деление это условное: лич, не смотря на то, что ещё не скачал всю информацию раздачи, в процессе скачивания уже может быть источником полученных им частей. Сид также вовсе не обязан обладать всеми частями информации: пользователь может выбрать только нужные ему части, скачать их и раздавать (сидировать) только их.

Эти неблагозвучные для русского уха названия соответствуют английским эквивалентам и введены для упрощения: все вышеописанные характеристики каждого участника можно коротко обозначить всего одним словом:

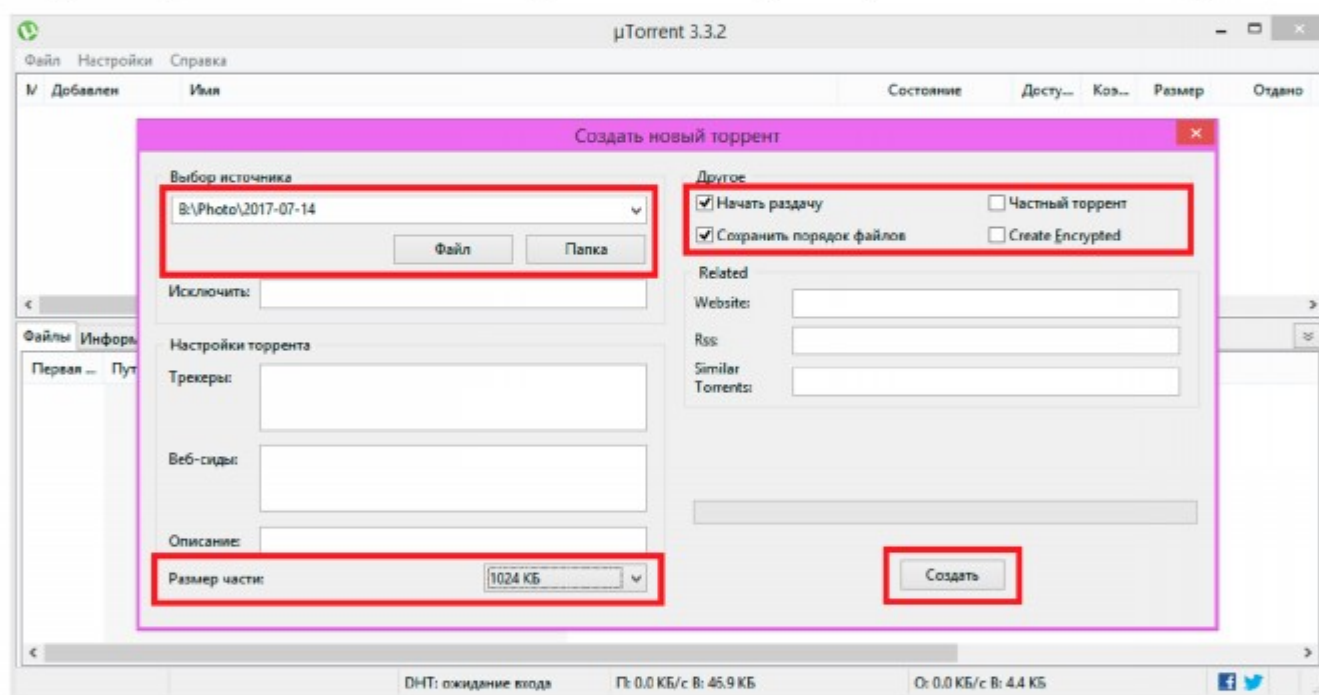
- seed (англ. сеять) – распространяющий информацию,
- leech (англ. пиявка) – «высасывающий» информацию,
- peer (англ. равный) – равноправный участник обмена информацией.

Представим: вы – обладатель хорошей фотокамеры. Вы взяли свою камеру с собой на прогулку и во время прогулки сделали фотографии. Много фотографий. Несколько гигабайт фотографий. На прогулке вы были не одни, а с друзьями, и, ясное дело, на фотографиях также присутствуют ваши друзья. И ваши друзья тоже хотят получить сделанные фотографии. Поделиться фотографиями вы можете, скопировав их на USB-Flash носитель и передав его друзьям по очереди. Но это долго, а мы ведь в XXI веке живём! Вы можете просто выложить фотографии в *imgur*, *tumblr*, *flickr* или прочие инстаграммы. Но эти сервисы необратимо сжимают изображения с большой потерей качества. Вы можете выгрузить фотографии в облачные хранилища данных: *Google Drive*, *DropBox*, *OneDrive*, *Яндекс.Диск*, *Облако@mail.ru* и т.д. Но, чтобы что-то выгрузить, нужно что-то удалить: объём предоставляемого хранилища в среднем 10-15 GB и туда уже что-то выгружено, места остаётся немного, а фотографии требуют ещё. Да и выгружать несколько гигабайт в облако – дело не такое уж быстрое. Наконец, вы можете поделиться фотографиями через протокол *BitTorrent*. Через него все ваши друзья смогут получить от вас информацию одновременно, и чем больше будет подключённых к вам друзей, тем быстрее произойдёт обмен информацией. Плюс, вы не должны будете дожидаться, пока файлы выгрузятся на промежуточное звено (флешка/фотохостинг/облако/соц. сеть), а качающие – пока файлы скачаются оттуда. По протоколу *BitTorrent* файлы передаются напрямую от источника к принимающим, причём передачу можно приостановить, а затем продолжить в любой момент.

Итак, вы решили передать ваши фотографии по протоколу *BitTorrent*. Для этого вам необходимо воспользоваться программой обменивающейся информацией по этому протоколу, которая называется торрент-клиент. Самая

первая программа торрент-клиент была разработана в 2001 г. и так и называлась (и называется и по сей день) – «BitTorrent». Кроме неё существует множество других программ торрент-клиентов, например, Deluge, KTorrent, qBittorrent, libTorrent, Transmission, и, наиболее популярная – uTorrent.

Для демонстрации скачаем программу uTorrent с официального сайта (важно: всегда скачивайте все программы только с официальных сайтов разработчиков, иначе вы рискуете под видом установочного файла получить вредоносное ПО, либо действительно нужную вам программу, но модифицированную злоумышленниками, что является даже более опасным). После установки и запуска программы дадим команду на создание нового торрента (меню «Файл» → «Создать новый торрент», либо <CTRL>+<N>).



В появившемся окне, в разделе выбор источника, необходимо нажать на кнопку «Папка» и указать ту папку, в которой находятся фотографии, ожидающие передачи, либо кнопку «Файл» – если необходимо передать всего 1 файл.

«Размер части» является одним из наиболее значимых параметров при создании раздачи файлов. Как правило, наилучшим решением является выбор варианта «автоопределение». Установление размера вручную имеет смысл, когда необходимо сократить размер torrent-файла: чем больше размер части, тем на меньшее количество частей будет поделена раздача передаваемых файлов, тем меньший размер будет иметь создаваемый torrent-файл и процесс его создания

пройдёт немного быстрее. При этом следует помнить, что большой размер части лучше подходит для небольшого количества больших файлов, а для множества маленьких файлов более подходящим будет меньший размер части.

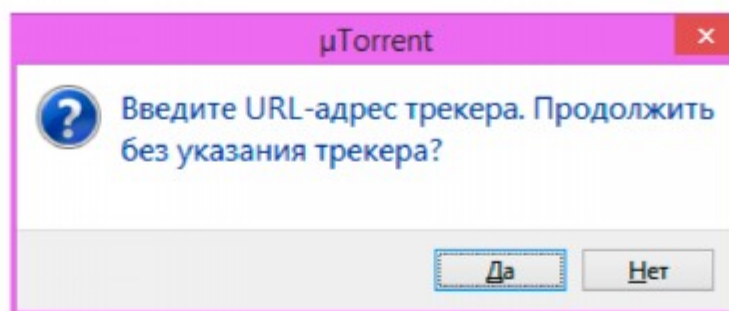
Пункт «Сохранить порядок файлов» влияет на алгоритмы создания и скачивания файлов раздачи. При снятом флажке «Сохранить порядок файлов» в uTorrent версий 3.x.x первыми в раздачу помещаются файлы с наибольшим размером, при этом их сортировка по алфавиту полностью игнорируется. Таким образом, при скачивании файлов такой раздачи другие пользователи будут получать файлы не по порядку (даже если у качающих выбрана опция «Скачивать части последовательно», именно «части», не «файлы») и для просмотра фотографий в хронологическом порядке пользователям потребуется дожидаться полного завершения загрузки раздачи. Следовательно, лучшим вариантом будет установка флажка «Сохранить порядок файлов».

Пункт «Начать раздачу» автоматизирует процесс вашего присоединения к только что созданной раздаче файлов. Не углубляясь подробно: данный флажок необходимо установить.

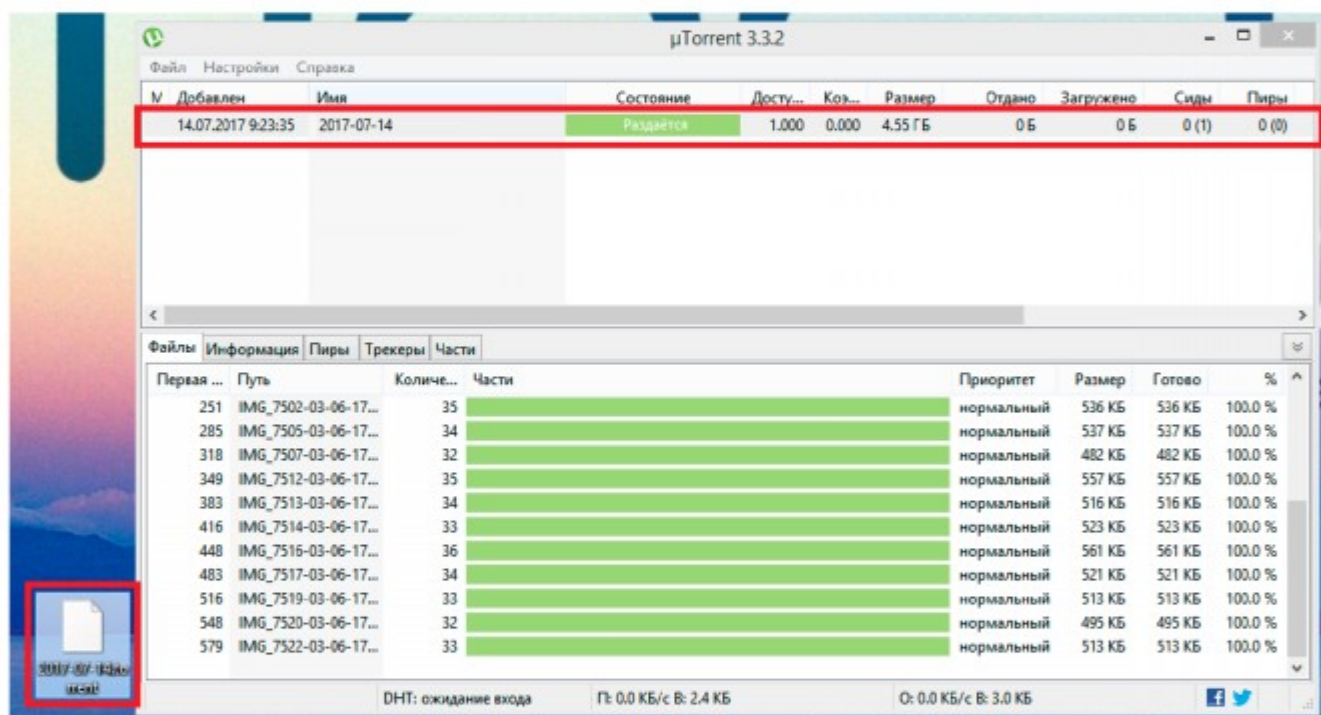
Включенный пункт «Частный торрент» блокирует использование DHT (Distributed Hash Table), что не позволит вам передать фотографии друзьям без регистрации torrent-файла на специальном координирующем сервере – торрент-трекере (что это такое и зачем нужно – далее). Следовательно, для функционирования DHT данный флажок необходимо снять.

При установке флажка «Create encrypted» (Создать зашифрованным) всё содержимое раздачи, в том числе имена входящих в неё файлов, будут приведены в нечитаемый человеком вид. Опять-таки, не углубляясь подробно о предназначении и способе дешифровки: в данном случае флажок «Create encrypted» устанавливать не обязательно.

При нажатии кнопки «Создать», программа запросит путь для создаваемого torrent-файла. После выбора пользователем любого удобного расположения, будет выведено предупреждение об отсутствии введённого URL-адреса торрент-трекера, на что необходимо ответить согласием на продолжение создания без указания адреса трекера.



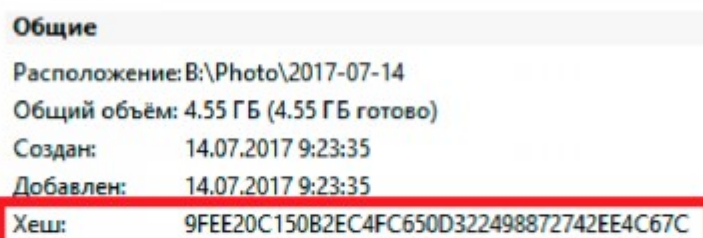
По окончании процесса в окне программы появится задание со статусом «Раздаётся», а в выбранном для сохранения torrent-файла местоположении – файл с именем, соответствующем имени папки с раздачей (в нашем случае файл будет называться 2017-07-14.torrent, потому как папка с фотографиями имела название 2017-07-14).



Итак, вы создали раздачу информации и являетесь единственным раздающим. Для того чтобы ваши друзья могли подключиться к раздаче, они должны получить от вас созданный файл 2017-07-14.torrent. Этот файл имеет размер всего несколько килобайт и может быть быстро передан через потовый сервис, соц. сети или любым другим способом. Получив его, ваши друзья должны будут открыть этот torrent-файл в их торрент-клиенте, выбрать местоположение для скачивания и подтвердить выбор. Таким образом, они присоединятся к обмену информацией, и, не имея информации, начнут получать её от вас.

Ключевым элементом обмена информацией о раздаче файлов является созданный вами файл 2017-07-14.torrent. Этот файл содержит в себе некоторую

описательную информацию: имя папки, в которой будут находиться фотографии; название программы, в которой был создан torrent-файл; дату создания; комментарий и т.д. Однако главным элементом torrent-файла является хеш. В случае torrent-файла, хеш (или info-hash) – это уникальный идентификатор раздачи, полученный по определенному алгоритму на основе информации о составе раздачи, её размера, размера входящих в неё файлов, имён файлов и, самое главное, содержимого файлов. Хеш представляет собой 40-символьную комбинацию, например:

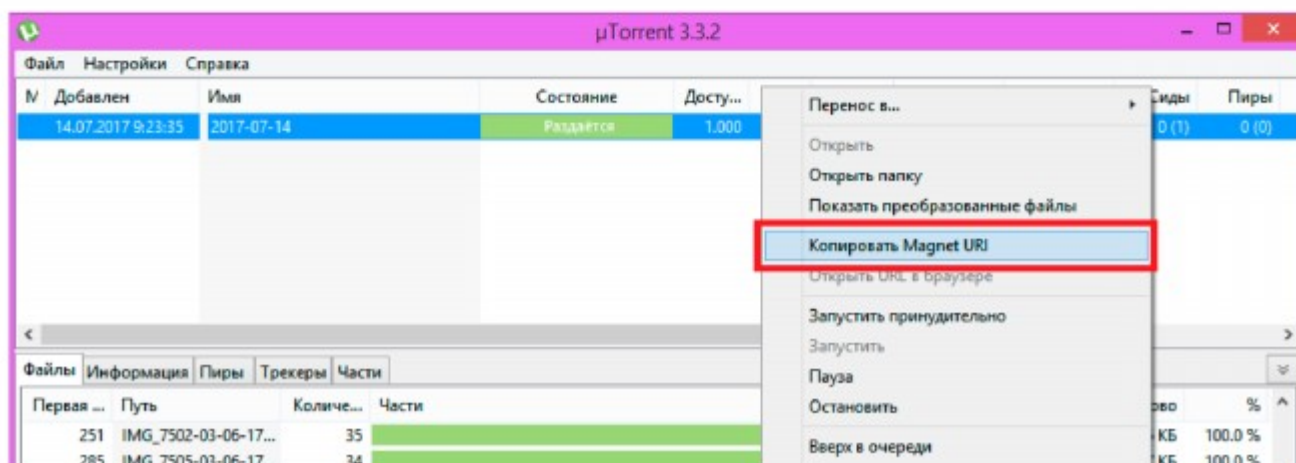


Допустимыми являются цифры от 0 до 9 и буквы латинского алфавита от А до F, всего 16 значений (16-разрядное число). Таким образом, хеш – это комбинация из сорока 16-разрядных чисел. Следовательно, $16^{40} =$

1 461 501 637 330 902 918 203 684 832 716 283 019 655 932 542 976

Именно такое количество уникальных раздач можно создать в рамках протокола BitTorrent.

Передача созданного torrent-файла – не единственный способ поделиться с друзьями информацией о раздаче с фотографиями. Для присоединения к раздаче достаточно знать только 40-символьный хеш раздачи. Его можно получить, выбрав в контекстном меню раздачи пункт «Копировать Magnet URL».

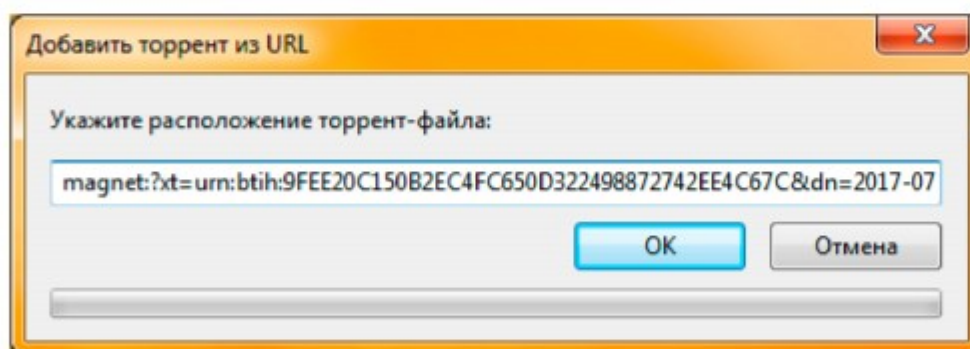


В результате в буфер обмена будет помещена строка вида:

<magnet:?xt=urn:btih:9FEE20C150B2EC4FC650D322498872742EE4C67C&dn=2017-07-14>

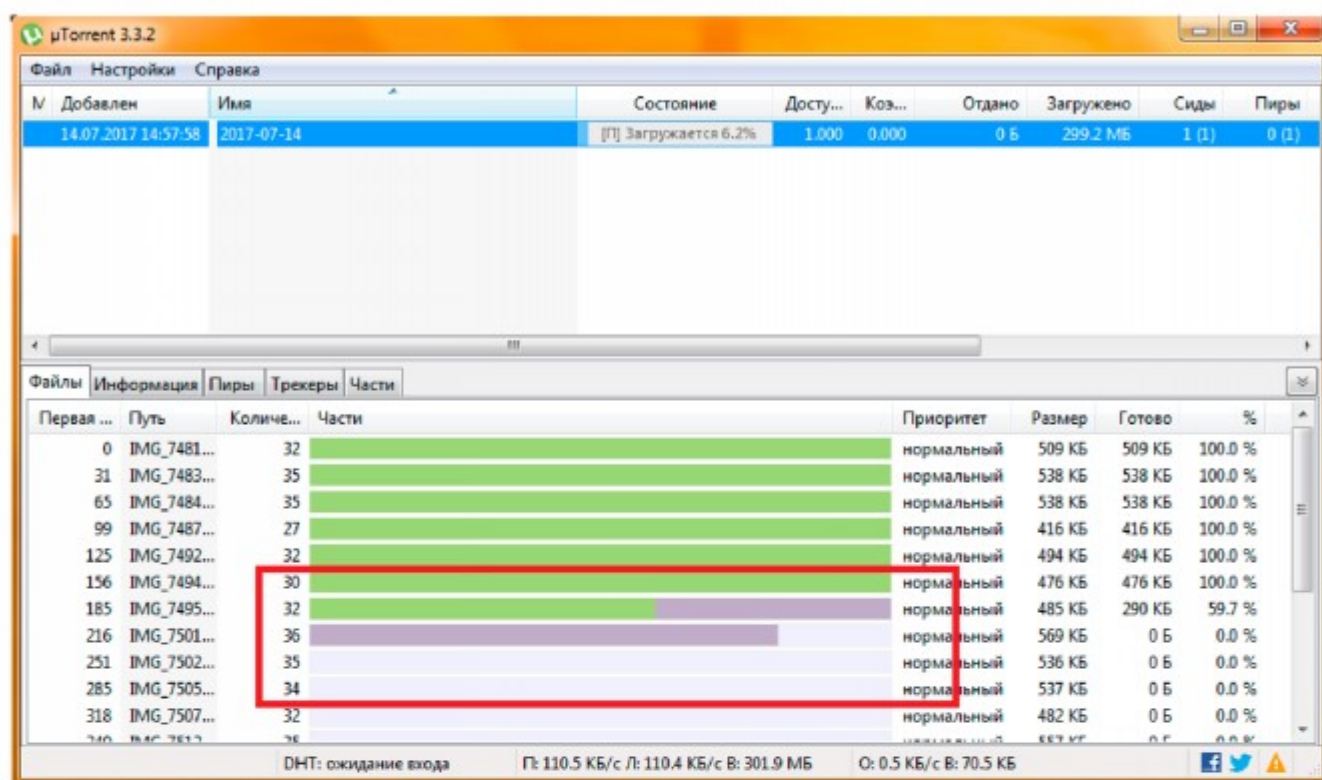
Для торрент-клиента данная строка символов практически равнозначна файлу 2017-07-14.torrent – она не содержит вспомогательной информации, но может быть передана для гораздо большим числом способов. Содержащийся в ней 40-символьный хеш раздачи абсолютно идентичен, представленному на одном из рисунков выше. Синим цветом отмечена служебная информация для торрент-клиента, о том, что добавляемая ссылка является именно magnet-ссылкой; зелёным отмечена дополнительная информация, о том, какое имя раздаче следует присвоить («dn» – сокращение от «download name», а «&» – символ, указывающий программе, что начинается следующая секция вспомогательной, но необязательной информации).

Для присоединения к раздаче, имея лишь вышеописанную строку символов, в клиенте uTorrent необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Добавить торрент из URL», либо нажать сочетание клавиш <CTRL>+<U>. В появившееся окно необходимо вставить полученную magnet-ссылку, содержащую уникальный хеш раздачи, и нажать «ОК».

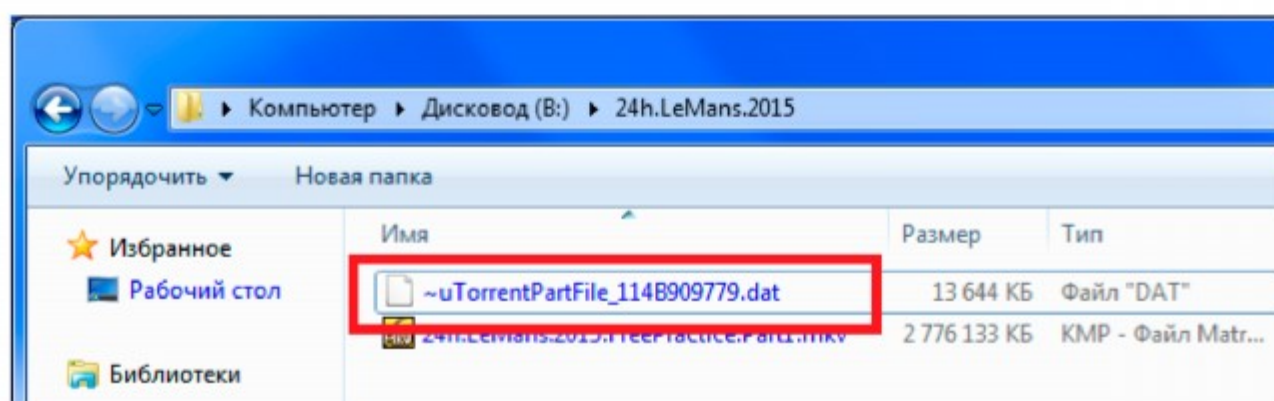


Итак, одним из вышеописанных способов ваши друзья присоединились к вашей раздаче фотографий и начался процесс скачивания на их устройство.

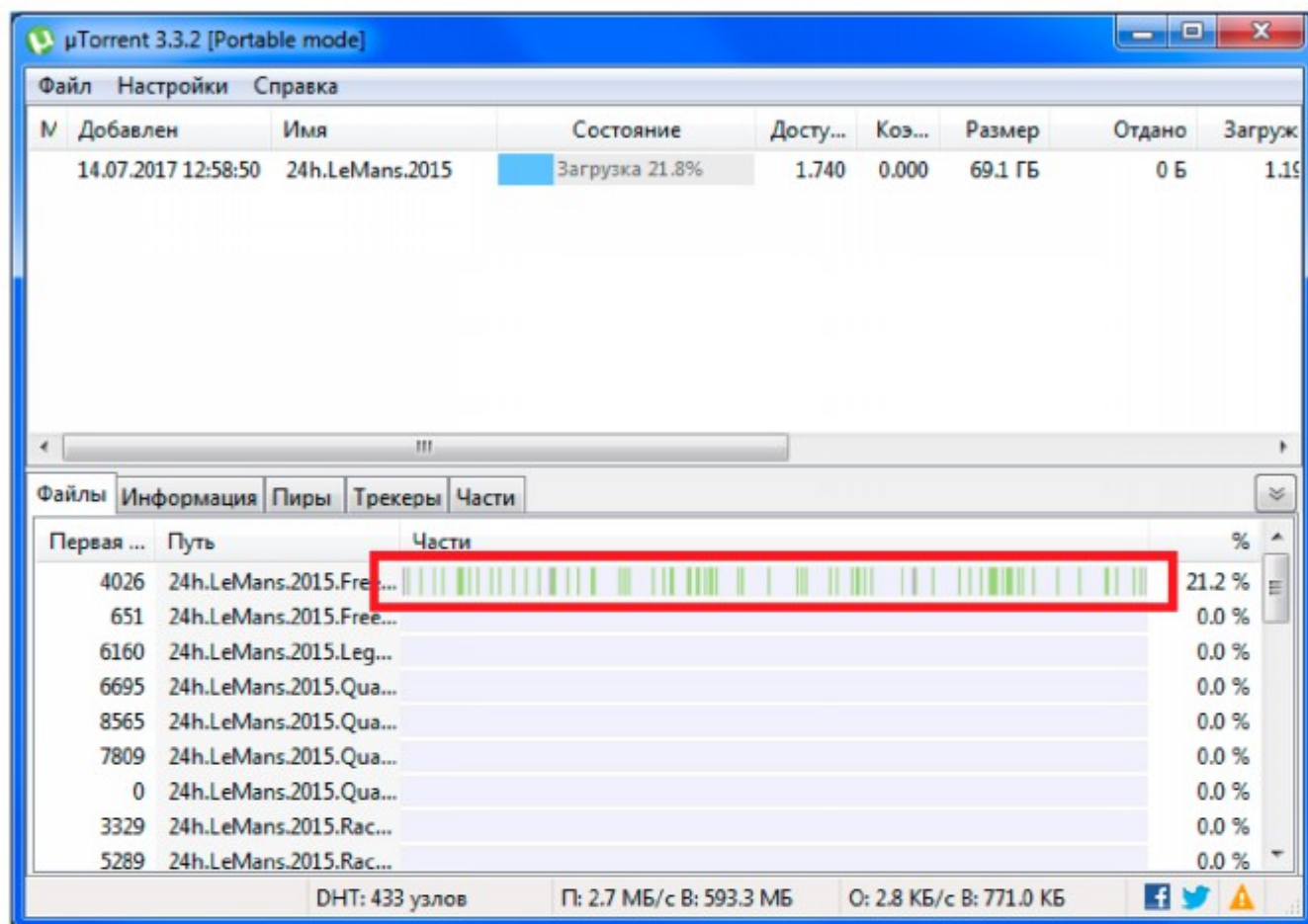
На примере скачивания созданной нами раздачи, обратим внимание на распределение файлов в частях раздачи.



Мы видим, что в процессе скачивания частей раздачи (зелёные – полученные части, тёмно-серые – в процессе загрузки, светло-серые – ожидают загрузки), их границы не совпадают с границами файлов, что является одной из особенностей работы протокола BitTorrent. В случае если пользователь выбрал загрузку только некоторых, а не всех файлов раздачи, то торрент-клиент скачивает полностью все части, содержащие нужные файлы, а излишки скачанной информации (начальные или конечные части не выбранных для загрузки файлов) помещаются в специальный служебный файл.

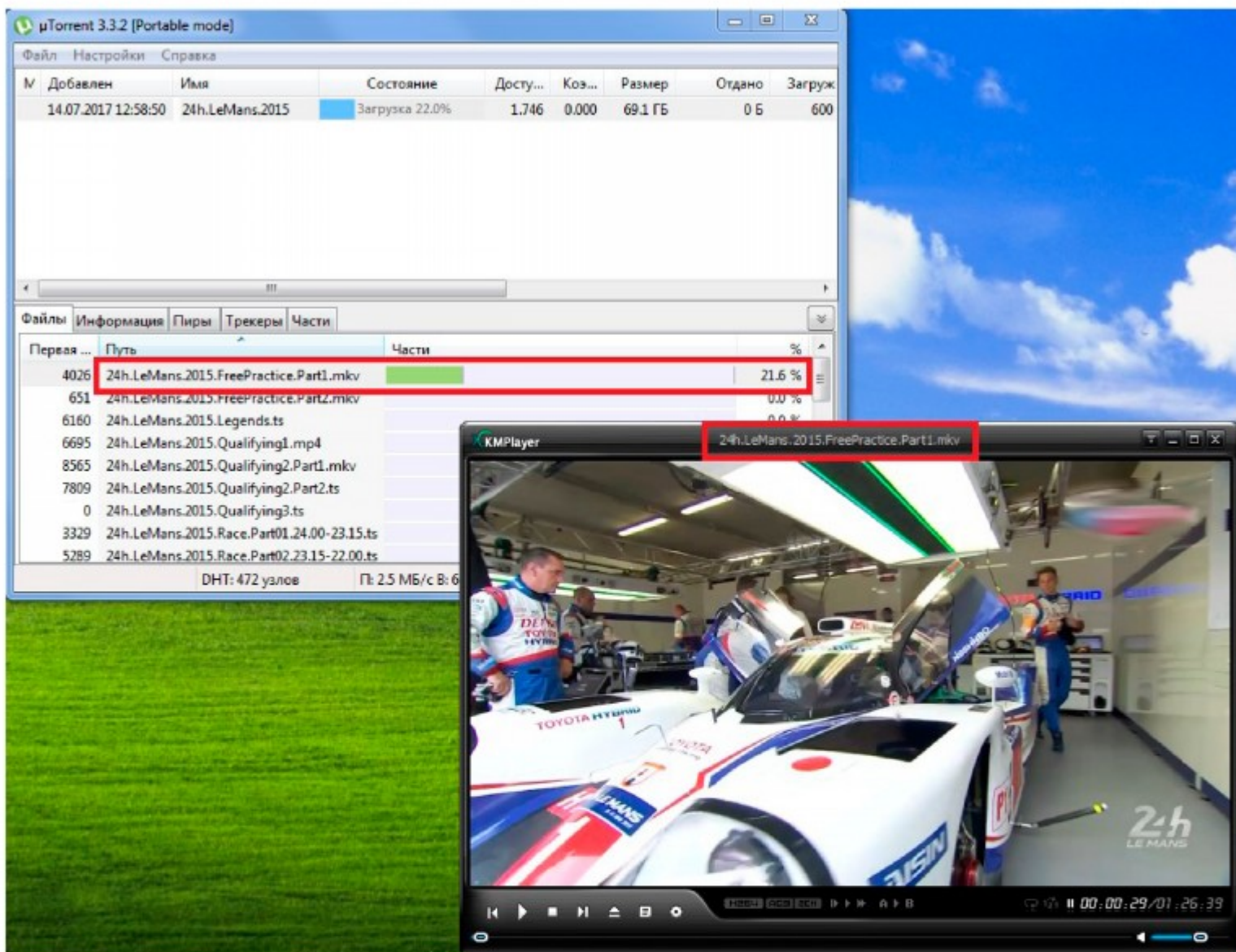


Для демонстрации ещё одной особенности функционирования протокола BitTorrent, запустим скачивание какой-либо раздачи в клиенте uTorrent без произведения в нём дополнительных настроек.



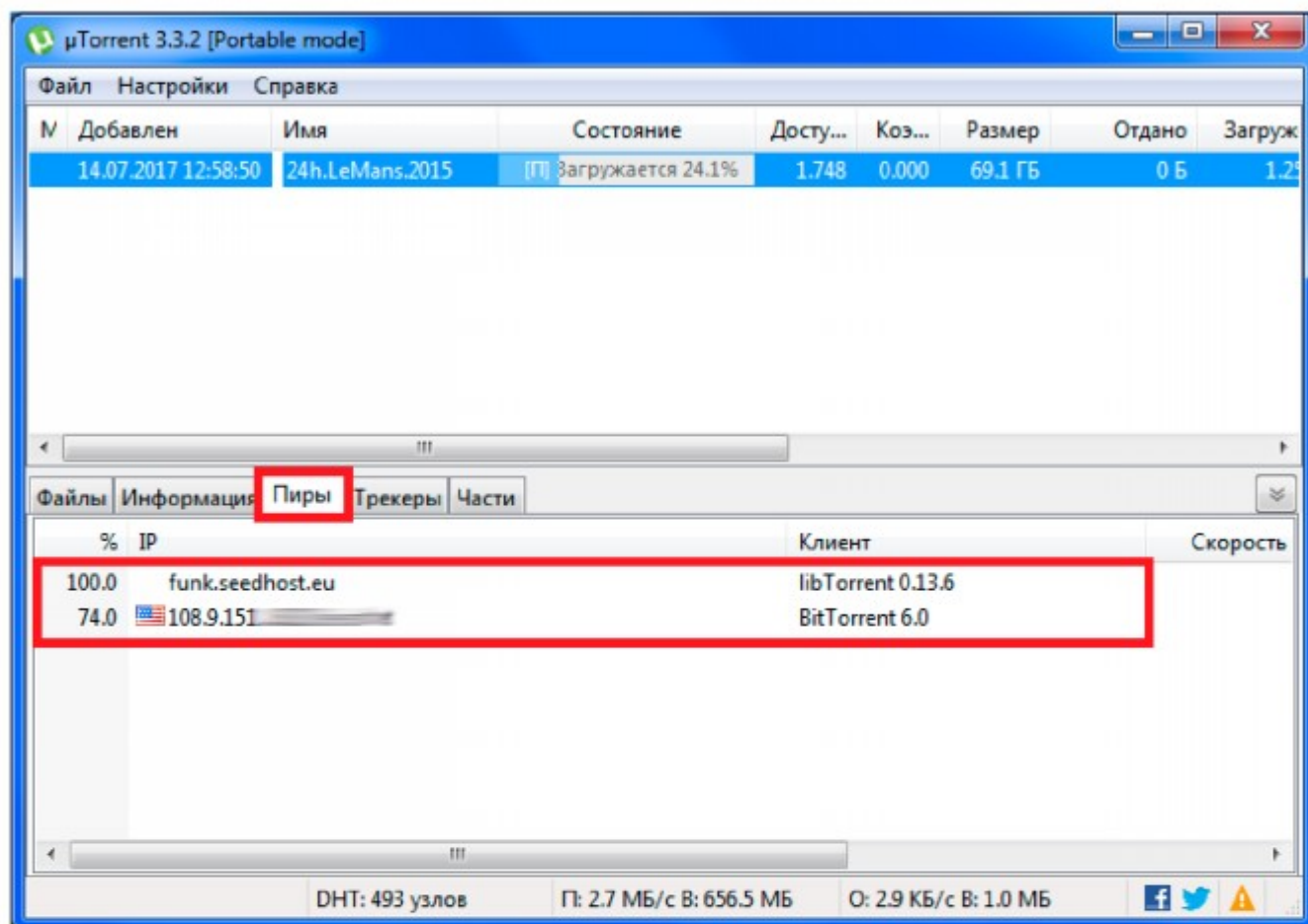
Как видим, части раздачи скачиваются в «хаотичном» порядке. На самом деле, согласно спецификациям протокола BitTorrent, первыми скачиваются самые редкие части, присутствующие у меньшинства участников обмена. Например, вы подключаетесь к раздаче с 25 участниками с целью скачать файлы. Часть 4201 раздачи имеется у 10-ти участников обмена, а часть 4202 – пока только у одного. Ваш торрент-клиент попробует скачать первой именно часть 4202 и сразу начнёт раздавать её, тем самым повышая общий уровень доступности информации в раздаче. Однако при попытке открыть данный файл, беспорядочно наполненный информацией на 21,2 %, мы получим сообщение о невозможности воспроизведения.

Теперь активируем опцию «Скачивать части последовательно» и заново запустим скачивание того же файла в той же раздаче.



На этот раз части скачиваются от начала, строго последовательно наполняя файлы раздачи информацией. Таким образом, опция «Скачивать части последовательно» даёт пользователям удобную возможность максимально быстро начинать просмотр скачиваемого контента ещё в процессе закачки на устройство, не дожидаясь его полного завершения (да-да, видеофайл, скачанный таким образом не до конца, можно воспроизводить, когда без пропусков загружены его первые части). Опция «Скачивать части последовательно» является скрытой, информацию о способах включения данного режима можно найти в сети Интернет.

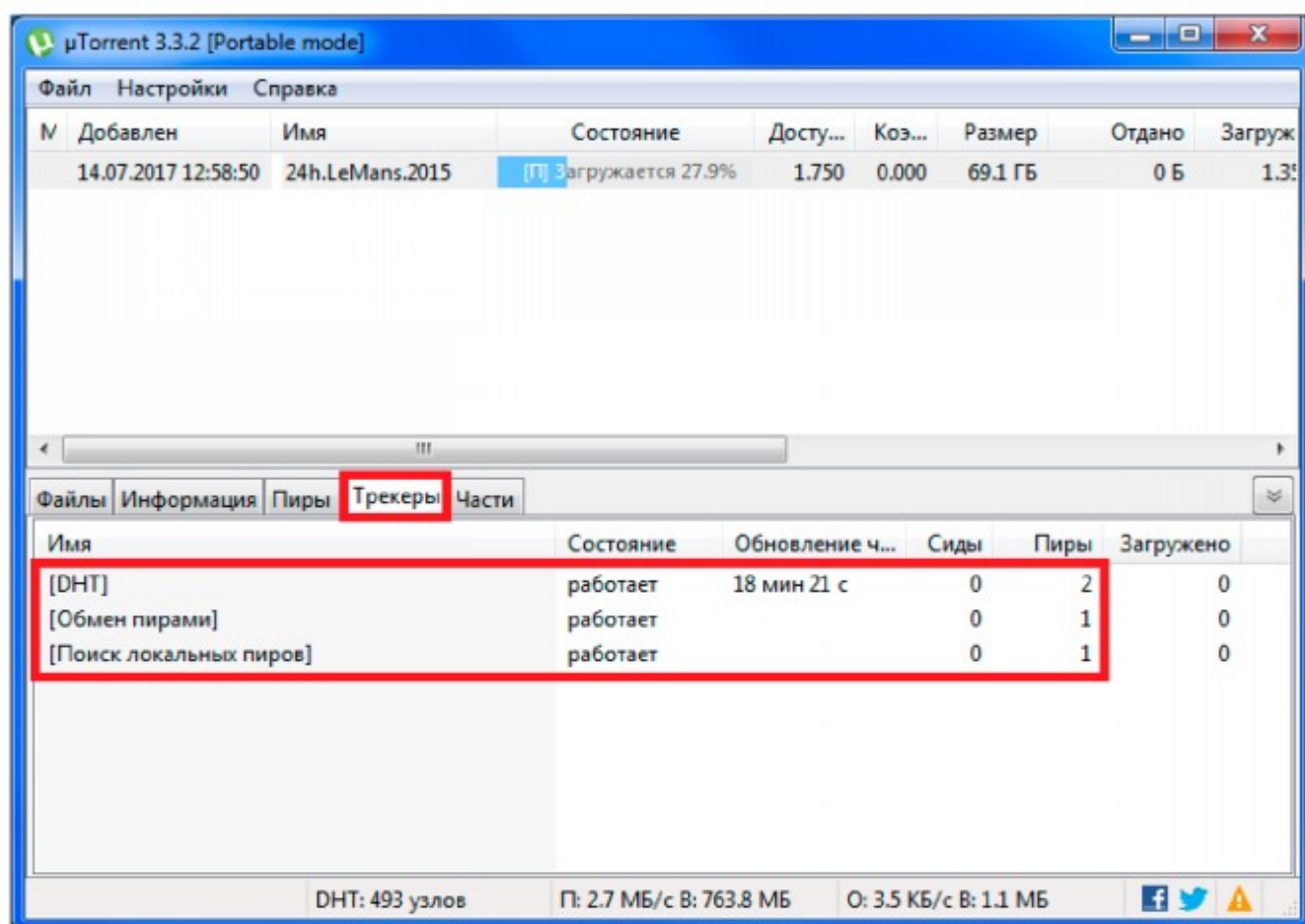
Интерфейс программы uTorrent предоставляет пользователю множество сведений касательно процесса обмена информацией. Например, сведения об участниках обмена можно получить на вкладке «Пирь».



Здесь мы можем увидеть, какой долей раздачи обладает каждый пир, его IP-адрес, используемый торрент-клиент, скорость обмена информацией с каждым из пиров и т.д.

По правилам функционирования протокола BitTorrent, в процессе раздачи информации наибольший приоритет получает пир (т.е. наиболее активно участвует в раздаче) обладающий наибольшей скоростью отдачи (что, в общем-то, очень даже логично). Скорость определяется торрент-клиентом сразу при подключении к каждому пиру.

Вкладка «Трекеры» также содержит некоторую полезную информацию об источниках сведений о пирах.



На этой вкладке мы можем видеть из каких именно источников получены сведения о пирах, состояние этих источников т.д. Сведения о пирах могут быть получены из следующих источников.

DHT (Distributed Hash Table, распределённая таблица хешей) – основа обмена информацией по протоколу BitTorrent. Как очевидно из названия, суть DHT – распределение сведений среди множества участников обмена информацией так, что каждый участвующий может найти необходимое ему значение (в случае BitTorrent торрент-клиенту необходимо узнать сведения о пирах, имеющих нужную пользователю раздачу – их IP-адрес и номер порта). Здесь следует также упомянуть о UTP (uTorrent Transport Protocol) – транспортный протокол с контролем доставки, созданный специалистами BitTorrent Incorporated. Этот протокол не отображается во вкладке «Трекеры», имеет вспомогательную

функцию (ускоряет скачивание) и поддерживается клиентом uTorrent начиная с версии 1.8.1.

«Обмен пирами» – это количество тех пиров, сведения о которых были получены от уже найденных и подключённых к вам пиров.

«Поиск локальных пиров» – это участники обмена информацией, входящие в локальную сеть, к которой подключен компьютер пользователя; либо – у некоторых провайдеров – все абоненты провайдера.

И наконец, ещё один источник получения списка участников обмена информацией, участвующих в раздаче, является какой-либо торрент-трекер (на рисунке не показан, т.к. не использовался в продемонстрированных раздачах).

Как отмечалось ранее, торрент-трекер – это специальный координирующий сервер, задачами которого является выдача пирам сведений о других пирах, обладающих частями нужной раздачи, а также сбор и учёт статистики о том, сколько каждый из пиров скачал и раздал информации. Этот сервер в большинстве случаев не функционирует самостоятельно: наряду с сайтом, содержащим описание каждой раздачи, он входит в состав ресурса сети Интернет, который также называют «торрент-трекер». Таким образом, «торрент-трекер» – это общее название ресурса в сети Интернет, и «торрент-трекер» – это сервер, входящий в состав этого ресурса и учитывающий статистику пользователей ресурса.

Как правило, понятие «торрент-трекер» у обывателя ассоциируется с пиратством. Действительно, большая часть контента, раздаваемая на торрент-трекерах, является незаконно скопированной. Однако, как мы видели раньше, сам ресурс (торрент-трекер) содержит лишь описание раздач и учитывает статистику пользователей. Незаконно скопированный контент не находится на торрент-трекере, он находится у участников обмена, а торрент-трекер выступает лишь в роли инструмента передачи сведений о раздачах незаконно скопированного контента. Так, например, если вы без разрешения правообладателей скопируете на USB-Flash накопитель фильм или музыкальный альбом, купленный вами, и передадите носитель другу/знакомому, то вы – распространитель незаконно скопированного контента, а USB-Flash накопитель –

инструмент, средство распространения этого контента. Аналогично, торрент-трекеры и протокол BitTorrent – это лишь один из множества способов распространения незаконно скопированного контента. Но это вовсе не значит, что абсолютно все USB-Flash накопители содержат незаконно скопированный контент, так и торрент-трекеры, содержат сведения не только о незаконно скопированном контенте.

На торрент-трекерах есть масса контента, распространяемая без нарушения лицензий. Это могут быть бесплатные программные продукты; сборки операционных систем с открытым исходным кодом; музыкальные альбомы начинающих исполнителей, выкладываемые самими исполнителями в целях приобретения известности; обучающее видео; видеофильмы, снятые независимыми режиссёрами и многое другое.

Кроме того, торрент-трекеры зачастую служат способом сохранения целого пласта информации – информации, не существовавшей в цифровой форме, либо изданной очень малым тиражом. К такому типу информации относятся старые книги на бумажном носителе; видеозаписи, изданные только на киноплёнке или VHS-кассетах; аудиозаписи, выпущенные на виниловых дисках или магнитных лентах. Объединяет эти категории контента то, что они находятся на саморазрушающихся с течением времени носителях: бумага тлеет, магнитная плёнка размагничивается, виниловые пластинки деформируются и рассыпаются. Всё это приводит к безвозвратной утрате информации, содержащейся на них. Оцифровка информации с подобных носителей – долгая и трудоёмкая задача, требующая специализированного оборудования и знаний, и зачастую выполняется пользователями, осознающими ценности этой информации, на чистом энтузиазме. Результаты оцифровки нередко распространяются как раз посредством торрент-трекеров, таким образом продлевая существование этой информации. Торрент-трекеры при этом служат чуть ли не единственным способом сбережения увядающего интеллектуального и культурного наследия человечества.