

## МУЛЬТИАГЕНТНАЯ PEER-TO-PEER МОДЕЛЬ ЕДИНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

© 2017 Юмашев В.Л.

ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара, Россия

Статья посвящена одноранговой мультиагентной модели образовательной среды с множеством участников. Описано современное состояние образовательного пространства, показана мультиагентная природа современного образовательного процесса с элементами однорангового (peer-to-peer) взаимодействия при обмене образовательными ресурсами. Рассмотрены принципы однорангового файлообмена в глобальных сетях в применении к одноранговому образовательным средам. Показаны возможные недостатки и улучшения одноранговой модели единого образовательного пространства путем введения виртуального посредника и площадок взаимодействия.

Ключевые слова: мультиагентные модели, одноранговые сети, образовательное пространство, одноранговое взаимодействие.

В современном образовании присутствует множество участников процесса. С одной стороны, это участники, которые желают получить какое-то образование: абитуриенты, студенты различных уровней, сотрудники, повышающие квалификацию или меняющие направление деятельности, другой стороны – участники, которые обладают образовательными ресурсами и предлагают их обучающимся. За последние десятилетия процесс образования претерпел сильные изменения. Во-первых, изменилась среда, окружающая образовательные организации, и процесс обучения: далеко не всегда требуется получение большого объема фундаментальных знаний по какой-то специальности. Появился достаточно большой пласт заказчиков – государственные и муниципальные организации, бизнес, в чьих требованиях к выпускникам учебных заведений нет требований фундаментальных знаний, а есть запросы на определенный объем базовых знаний и некоторый объем периодически обновляемых оперативных знаний. Традиционное инерционное фундаментальное образование не потеряло своей актуальности, но потеряло монопольное положение в общей образовательной среде. Раньше существовало сравнительно мало центров и организаций, где можно было получить нужное образование – школы, вузы, средние учебные заведения и техникумы, центры

обучения при предприятиях. Сейчас очень много организаций предлагают образовательные услуги, и часто небольшие учебные заведения закрывают потребности бизнеса и различных заказчиков в получении оперативных, быстро меняющихся знаний, повышении квалификации и т.п.

С другой стороны, широкое распространение информационных технологий (ИТ) также внесло сильные изменения в образовательный процесс. Традиционные технологии состояли из процесса передачи знаний (лекции, очные занятия и семинары, лабораторные работы), самостоятельной работы (домашние задания, самостоятельное изучение), контроля (зачеты, экзамены и т.п.), печатных методических материалов (книги, печатные методические материалы и документация, печатные научные издания), традиционных средств организации (расписания, учебные планы). С приходом ИТ в образовательный процесс были внесены цифровые элементы в каждый из перечисленных компонентов, т.е. в цифровые лекционные и методические материалы, средства контроля и организации учебного процесса. Серьезные изменения начались с широким распространением сети Internet и новых образовательных технологий, расширивших образовательный процесс, добавив в него категории доступности, удобства, интегрированности и результативности [1]. В учебном процессе

стали широко использоваться системы доставки контента и управления контентом (CMS – content management system), системы управления образовательным процессом (LMS – learning management system, LCMS – learning content management system). Параллельно с развитием LMS/LCMS на базе инициативы по развитию открытых и свободных образовательных ресурсов (OER) за рубежом развивается идея массовых онлайн-курсов (MOOC – massive open online course) и других схожих инициатив, основными особенностями которых являются онлайн-среда обучения, большое количество слушателей курса или учебного трека, повторное использование и открытость всех учебных материалов и образовательных ресурсов.

В последние десять лет получили широкое распространение мобильные устройства: смартфоны, планшеты и ноутбуки. Важно заметить, что быстро меняющиеся условия и быстрое развитие различных отраслей и бизнеса привели к тому, что образование стало не единичным событием в жизни индивида, а непрерывным процессом. Это привело к тому, что в настоящее время участники-потребители образования – это не только возрастная группа от 6 до 23 лет, а гораздо более широкий пласт населения.

Все описанное приводит к следующим выводам:

- существует множество образовательных организаций разного размера, оперативности, фундаментальности – поставщиков образовательных ресурсов;
- существует множество потребителей образовательных ресурсов, имеющих определенные требования к образовательному процессу: получить либо фундаментальные знания, либо узкоспециализированные навыки, либо повысить квалификацию, либо пройти переподготовку в какой-то отрасли;
- существует традиционный регулирующий центр – правительство и министерства, определяющие «правила игры», но не имеющие возможности управлять каждым участником образовательного процесса;

- все участники образовательного процесса самостоятельны в принятии решений.

Таким образом, как было показано в [1], образовательная среда представляет собой совокупность самостоятельных субъектов, взаимодействующих для обмена ресурсами. Для моделирования таких систем с большим количеством субъектов хорошо подходят мультиагентные модели, состоящие из агентов, основными свойствами которых являются [2]: полуавтономность, чувствительность, активность, социальность. Рассмотрим один из вариантов моделирования поведения субъектов в образовательном пространстве, для чего обратимся к современным технологиям глобальных сетей.

В глобальных компьютерных сетях и в сети Internet существуют методики и протоколы децентрализованного однорангового (peer-to-peer) обмена файлами. Основная особенность одноранговых протоколов для такого файлового обмена – наличие множества равноправных независимых участников процесса, самостоятельно принимающих решения: какой файл и откуда скачивать, какой файл и как раздавать. В основе однорангового обмена файлами лежит идея DHT (distributed hash table), т.е. распределенного поискового сервиса, работающего подобно хэш-таблице (ассоциативному массиву), основными свойствами которого являются децентрализация, масштабируемость, отказоустойчивость. Работы в направлении DHT проводятся давно, и первым такой принцип файлового обмена был реализован в сети Napster. По результатам исследований в конце 2000-х годов на трафик одноранговых файлообменных сетей приходилось от 45% до 70% всего Internet – трафика [3]. Исследуются как различные аспекты самого принципа однорангового файлообмена, так и его реализации [4]. Из современных распределенных сетей хотелось бы отметить BitTorrent.

Рассмотрим принцип работы сети обмена файлами, построенной на базе протокола BitTorrent. Сеть BitTorrent состоит из участников файлообмена и одного или

нескольких серверов, называемых «трекерами» (trackers). Некоторые из участников обмена обладают файлами, которые они готовы предоставить другим участникам. Для удобства скачивания файлы разбиты на части (чанки – chunks) небольших размеров и снабжены контрольными суммами. Участники, обладающие файлами, оповещают трекер о том, какими файлами или чанками каких файлов они обладают. С другой стороны, в открытых или закрытых источниках доступны torrent-файлы, содержащие

информацию о нужном файле, его чанках и с какого трекера получить информацию о том, где брать файл. Важно, что изначально в torrent-файле не содержится информация о том, у кого из участников файлообмена есть нужный файл или его чанки. Эту информацию можно получить лишь подключившись к трекеру. Более того, список участников, обладающих файлом и его чанками, постоянно меняется: к сети подключаются новые участники, а некоторые отключаются.

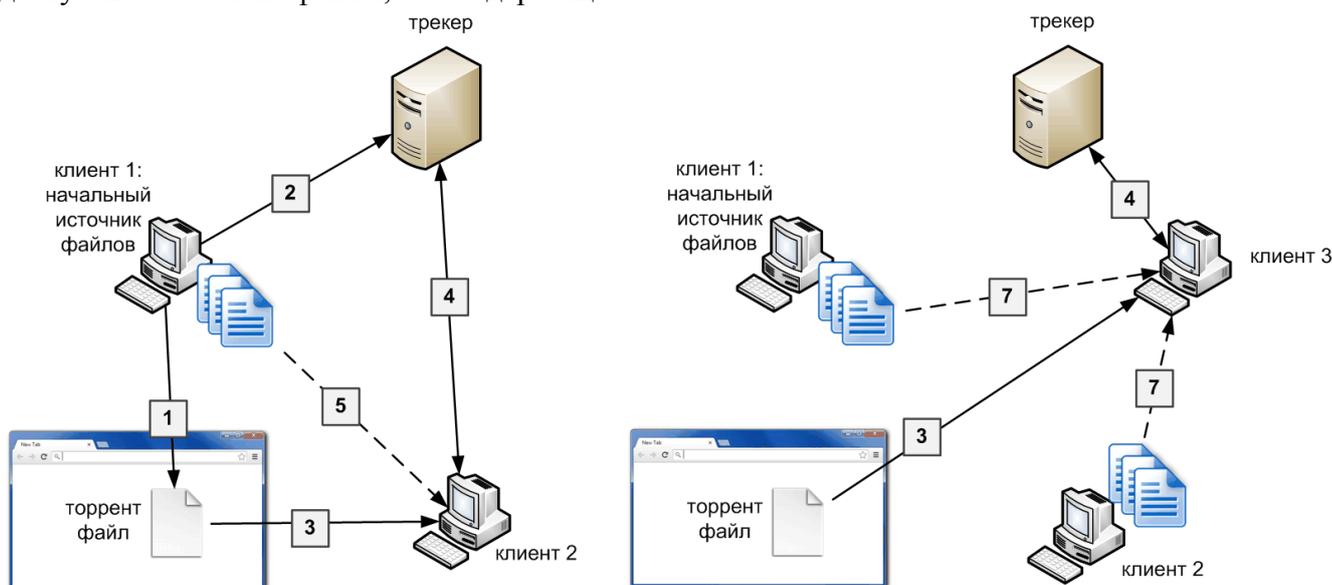


Рисунок 1 – Этапы файлового обмена

Общая схема однорангового файлообмена (рис.1) состоит из следующих этапов:

1. Определенный участник готовит файл для раздачи, разделяет его на чанки, готовит torrent-файл и выкладывает его в публичный или ограниченный доступ.
2. Этот же участник подключается к трекеру, передает ему подготовленный torrent-файл и сообщает, что обладает определенным файлом.
3. Другой участник скачивает torrent-файл с публичного или ограниченного ресурса. Далее этот участник открывает у себя на компьютере полученный файл с помощью специальной программы для однорангового файлообмена – torrent-клиента.
4. Torrent-клиент подключается к трекеру (трекерам) из torrent-файла и выясняет, у кого из других участников есть чанки нужного файла.

5. Файл скачивается у другого участника.
6. После скачивания второй пользователь может оповестить трекер о том, что обладает нужным файлом.
7. Следующий пользователь повторяет шаги 3 и 4, но имеет возможность скачивать нужный файл частично с первого пользователя, частично – со второго.

В конечном итоге, если в сети N пользователей обладают одним и тем же файлом (пусть даже не целиком), то N+1-ый пользователь имеет возможность выбора, откуда скачивать различные чанки файла. Критерии выбора источника чанков могут быть самыми разными: географическое положение, рейтинг, количество промежуточных узлов, скорость соединения и т.д. После получения информации о нахождении частей файлов клиенты обмениваются информацией уже без участия трекера – только между собой.

В этой схеме функции трекера минимальны и сводятся к роли точки регистрации участников и точки взаимодействия между участниками. С технической точки зрения возможно модифицировать программное обеспечение трекера таким образом, чтобы он

предоставлял какие-то привилегии определенным участникам файлового обмена. Однако массовость файлового обмена приводит к тому, что подобные манипуляции будут быстро распознаны. К тому же подобных прецедентов еще не было.

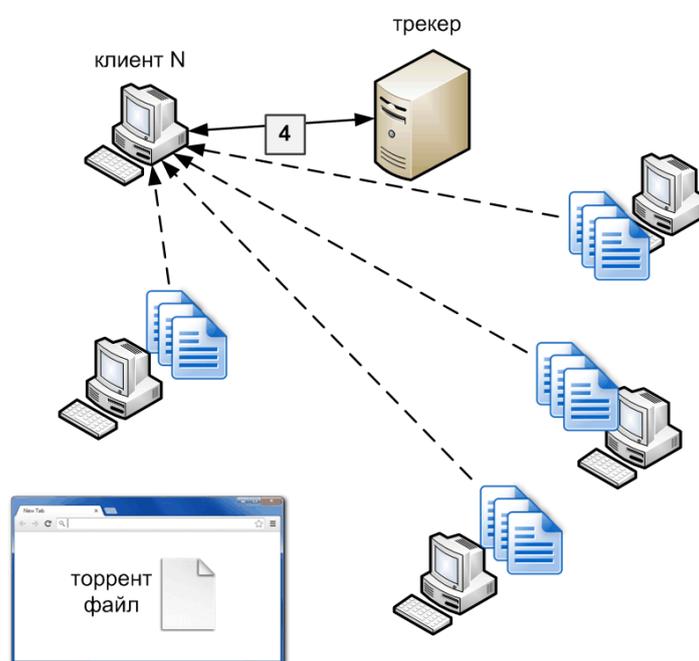


Рисунок 2 – Файловый обмен в присутствии N участников

Идею однорангового файлообмена можно применить к единому образовательному пространству (рис.2), где также присутствует множество независимых участников. Как и в случае с файлообменом, среди участников есть те, кто обладает ресурсами – в нашем случае образовательными программами, знаниями, учебными ресурсами, – и те, кому эти ресурсы необходимы – обучающиеся, заинтересованные в получении определенного багажа знаний. Причем возможна ситуация, когда получателям образования нужно будет обращаться за ресурсами не к одному поставщику, а к нескольким либо в силу объемности знаний, либо из-за отсутствия всех нужных ресурсов у одного поставщика. В случае получения образовательных ресурсов от разных поставщиков встает проблема совместимости и стыкуемости образовательных ресурсов всех поставщиков ресурсов образовательного пространства.

Таким образом, первая задача, которую надо решать при введении образовательных ресурсов в единую образовательную среду, –

стандартизация ресурсов. Эта задача может быть решена разбивкой определенной большой совокупности знаний, навыков и умений на отдельные образовательные блоки (чанки). Каждый блок реализует определенный набор знаний и умений, которые, в свою очередь, описываются компетенциями. Характеристика компетенции включает в себя:

- знания, умения, навыки
- предварительные требования: список компетенций, которые обязательны или рекомендованы перед получением этой компетенции.

Поставщики образовательных ресурсов перед выводом своих ресурсов в единое образовательное пространство проводят процесс стандартизации, т.е. разбивку ресурсов на образовательные блоки и определение компетенций по каждому образовательному блоку.

Конечными потребителями готовых обученных специалистов в той или иной области являются различные организации или индивидуальные, которые предъявляют

требования к знаниям и умениям специалистов. Эти требования переводятся в термины компетенций: получается набор компетенций, которыми должен обладать соискатель той или иной должности или позиции. Набор компетенций составляет компетентностный массив, являющийся аналогом torrent-файла в файлообменных сетях. Потенциальный потребитель образовательных ресурсов, претендующий на определенную должность или позицию, получает компетентностный массив и оказывается перед задачей получения нужного набора компетенций. Это, в свою очередь, ставит перед ним задачу поиска поставщика образовательных ресурсов, которые закроют весь требуемый набор компетенций.

Итак, в образовательном пространстве присутствуют поставщики образовательных

ресурсов, разбитых на образовательные блоки с привязкой компетенций, и потребители ресурсов с определенным набором компетенций, которые им необходимо освоить. Требуется точка взаимодействия двух типов участников образовательного процесса. Такой точкой будет участник, называемый «образовательный трекер».

Образовательный трекер будет играть ту же роль, что играет сервер трекер в процессе файлообмена. Поставщики ресурсов анонсируют свои образовательные блоки и соответствующие компетенции на трекер, а потребители ресурсов обращаются к трекеру в поиске образовательных блоков, реализующих требуемые компетенции. Поэтапная схема взаимодействия всех участников показана на схеме (рис 3).

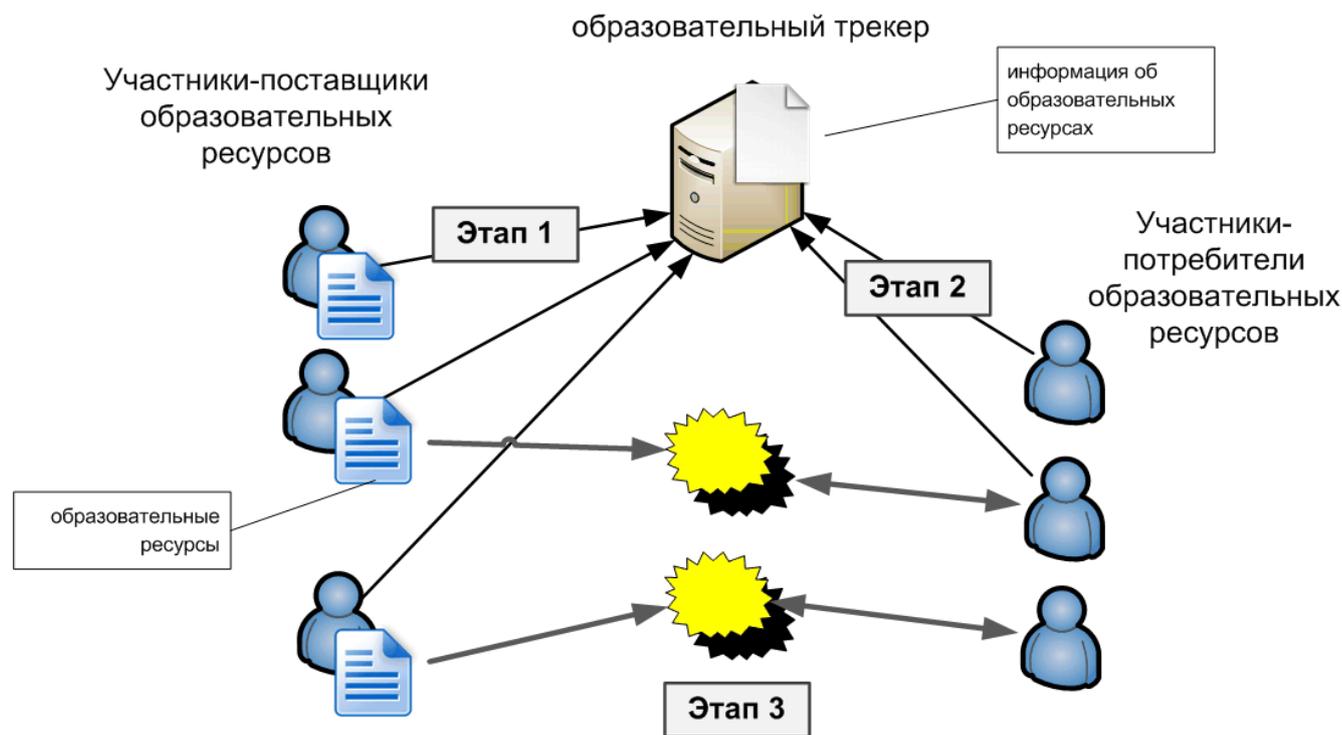


Рисунок 3 – Этапы однорангового обмена ресурсами

Этап 1 – анонс одними участниками своих образовательных ресурсов на трекере. Этап 2 – поиск нужных компетенций другими участниками. Этап 3 – взаимодействие участников и получение одними участниками образовательных ресурсов от других участников.

В таком виде одноранговая образовательная среда схожа с системой файлового обмена Napster. Недостатком Napster является наличие

единой точки отказа. При выходе из строя центрального трекера участники не в состоянии найти друг друга. Налицо низкий уровень надежности модели. Решить эту проблему можно путем обмена между участниками не только образовательными ресурсами, но и мета-информацией о других участниках, как это было реализовано в протоколе peer exchange (PEX) в файлообменных сетях.

Еще один недостаток описанной модели: в ней не описываются способы взаимодействия поставщиков и потребителей образовательных услуг. В глобальных сетях при передаче файлов чанки скачиваются напрямую по каналу передачи данных от одного участника к другому без посредников. В образовательной среде для получения образовательных ресурсов требуется площадка взаимодействия участников. В [1] было показано, что для организации площадок взаимодействия в модель можно ввести виртуального информационного посредника, задачей которого является создание площадок взаимодействия участников образовательного процесса.

Дополнительно улучшить предлагаемую модель можно, применив принципы управления обстоятельствами (кондиционального

управления) в среде, состоящей из множества участников (мультиагентной среде) [5, 6]. Суть кондиционального управления заключается в ситуационном динамическом формировании обстоятельств для участников, в которых они заинтересованы действовать в интересах управляющего. В отличие от классических подходов в этом случае происходит оперирование не задачами, которые предписывают необходимое поведение в императиве, и не информацией, которая влияет на действия участников в конкретной ситуации, а обстоятельствами, влияющими на их поведение и определяющими общие правила совместной деятельности. Внешне для участников образовательной среды кондициональное управление выглядит как изменение «правил игры» в образовательном пространстве.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Юмашев В.Л. Расширенный мультиагентный подход в моделировании единого информационного пространства образовательного процесса // Вестник Международного института рынка. 2016. №1. С.211-221.
2. Ландсберг С.Е., Хованских А.А. Особенности построения информационных систем с использованием мультиагентных технологий // Вестник ВГТУ. 2014. №3-1 С.37-39.
3. Hendrik Schulze, Klaus Mochalski. Internet Study 2008/2009. Leipzig, Germany: ipoque. 2009.
4. Menasche, Daniel S.; Rocha, Antonio A. A.; de Souza e Silva, Edmundo A.; Leao, Rosa M.; Towsley, Don; Venkataramani, Arun. Estimating Self-Sustainability in Peer-to-Peer Swarming Systems. arXiv:1004.0395. 2010. <http://arxiv.org/abs/1004.0395>
5. Иващенко А.В., Юмашев В.Л., Пейсахович Д.Г., Леднев А.М. Модели систем кондиционального управления в многоакторной интегрированной информационной среде предприятия // Надежность и качество – 2013 : тр. Междунар. симп. : в 2 т. / под ред. Н.К. Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – Том 2. – с.302-303.
6. Иващенко А.В., Диязитдинова А.Р., Юмашев В.Л. Построение системы кондиционального управления в мультиагентной среде // Шестая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления (30 сентября – 5 октября 2013 г.)// Материалы мультиконференции: в 4 т. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2013. Т.1. – с. 133 - 137
7. Fabiano A. Dorca, Carlos R. Lopes, Marcia A. Fernandes. A Multiagent Architecture for Distance Education Systems // Proceedings of the The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03), 2003
8. Нарожный А. В. Агентно-ориентированный подход к построению систем управления процессом обучения // ВЕЖПТ. 2013. №3 (65) С.20-23.

## **MULTIAGENT PEER-TO-PEER MODEL OF LEARNING ENVIRONMENT**

© 2017 Vladimir L. Yumashev

International Market Institute, Samara, Russia

The article discusses peer-to-peer multi-agent approach to simulation of the learning environment involving multiple independent participants. Modern educational environment and its multi-agent principle is reviewed. Modern peer-to-peer file-sharing networks, protocols and principles are observed. It is suggested to apply the peer-to-peer file-sharing principles to member interaction in learning environment. It is also suggested to extend the peer-to-peer models with new agent type named virtual mediation agent to eliminate the disadvantages of the model.

Keywords: multi-agent, model, learning process, learning environment, peer-to-peer interaction