

УЛУЧШЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

© 2016 Юмашев В.Л.

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

Статья посвящена рассмотрению существующих мультиагентных моделей образовательного процесса и систем дистанционного обучения и их улучшения с целью введения категории эффективности образования. Рассмотрено современное состояние образовательных технологий и существующие мультиагентные модели для имитационного моделирования систем образования, указаны решаемые ими проблемы доступности, удобства и результативности обучения. Предложено улучшение существующих моделей путем добавления категории эффективности образовательного процесса. Предложено введение элементов виртуального посредничества для повышения эффективности взаимодействия агентов в единой образовательной системе.

Ключевые слова: мультиагентный, модель, образовательный процесс, дистанционное обучение, эффективность образовательного процесса.

В 20-м веке образование представляло собой линейную модель получения знаний по схеме «школа-вуз/техникум-переподготовка»: после обучения в школе молодой человек получал профессиональные знания в вузе (техникуме, училище), после чего поступал на работу, где либо процесс обучения заканчивался, либо продолжался в виде отдельных «вкраплений» переподготовки или повышения квалификации. Образование носило директивный характер и представляло собой передачу знаний от учителя / преподавателя / наставника студенту. В настоящее время эта модель уже не отвечает требованиям различных отраслей бизнеса, экономики, производства в силу высокой их динамичности и постоянным изменениям требований к выпускникам любых форм подготовки. Появляются новые методы и методики обучения, которые в большей степени отвечают запросам бизнес-заказчиков. Но при этом традиционная модель не списывается, а насыщается новыми технологиями. При этом процессе обучения в той или иной степени решалось несколько проблем: проблема *доступности* обучения, проблема *удобства* обучения и проблема *результативности* обучения.

С появлением вычислительных систем и информационных технологий в образовательных учреждениях начались изменения процесса обучения [1,13]. В

первую очередь в традиционные компоненты были внесены цифровые элементы: электронные лекции, задания, электронные средства контроля знаний, электронные справочники. При этом состав компонентов обучения не менялся: компонент передачи информации (лекционные и семинарские занятия), компонент самостоятельной работы (домашние задания и самостоятельное изучение материала), компонент практического закрепления материала (лабораторные и практические занятия), компонент контроля (зачеты, экзамены), компонент методических материалов (книги в электронном и печатном виде, методические материалы, документация), компонент организации учебного процесса (расписания, учебные планы и комплексы). Серьезные изменения в образовательном процессе начались с широким распространением сети Internet и локальных сетей. Некоторые элементы взаимодействия учащихся и учебных заведений были перенесены в сеть в виде простых сайтов и учебных порталов, разрозненных информационных систем. Эти изменения позволяли решать проблему *доступности* образовательных элементов для участников образовательного процесса, не меняя схему «знания-практика-контроль».

Развитием веб-сайтов и их интеграцией с учебными информационными системами стали системы управления контентом и

курсами (CMS – content management system). В этих системах материалы были связаны в учебные предметы и курсы, то есть представляли собой интегрированную проекцию традиционных методик обучения в электронный формат. Системы управления курсами и контентом позволяли решать проблему *удобства* и интегрированности путем добавления пользовательского интерфейса. Но эти технологии все еще не были ориентированы на результат. Вопросы результативности обучения по-прежнему решались за рамками цифровой среды обучения. Развитием CMS стали системы управления процессом обучения (LMS – learning management system и LCMS – learning content management system), добавившие к CMS дополнительные функции: управление профилями учащихся, отслеживание их прогресса и успехов во всех аспектах учебного процесса, обеспечение доступа к программам обучения и трекам, контрольные точки, индивидуальные задания, отчетность по успехам, тестирование и анализ навыков учащихся, модульной организации контента для переконфигурации материала под

требования курсов, треков и программ [2]. Системы LMS и LCMS решают задачу повышения *результативности* обучения: насколько качественно освоен предмет или направление. Взаимодействие учащегося с LMS/LCMS строится так, чтобы обучаемый достиг наилучшего результата в освоении курса, дисциплины или трека, для чего используются различные адаптивные методики подачи материала и оценки прогресса обучающегося [3]. Помимо этого развитие ИТ и вычислительной техники в последнее десятилетие, а также развитие Internet позволило "нагружать" отдельные системы LMS/LCMS множеством учащихся (до десятков и сотен тысяч на одну систему), что вместе с инициативой свободных и открытых образовательных ресурсов привело к появлению массовых онлайн-курсов (МООС – massive open online course). Но МООС, при всей своей новизне и инновационности, не решали никаких дополнительных задач, кроме *доступности*, *удобства* и *результативности*. Для изучения работы всех упомянутых систем, улучшения их функционирования создаются модели различной степени сложности [4].

| | |
|--------------------------------|--|
| + результативность | системы управления процессом обучения (LMS/LCMS), массовые курсы (МООС) |
| + удобство | системы управления контентом и курсами |
| + доступность | электронные версии учебных и методических материалов, сети, Internet |
| Традиционные технологии | лекции, практики, лабораторные, семинары, зачеты, экзамены, самостоятельная работа |

Рисунок 1 – Развитие образовательных технологий

Однако все эти системы (и их модели) никак не управляют эффективностью образовательного процесса. Под эффективностью образования следует понимать, с одной стороны, степень соответствия результатов образовательной деятельности поставленным целям, а с другой – соотношение ресурсоемкости процесса и полученного результата. На входе любой образовательной системы мы имеем обучающегося с определенным набором

знаний и компетенций. При прохождении учащегося со входа на выход системы к его знаниям и компетенциям должны быть добавлены еще и дополнительные, в соответствии с требованиями либо самого учащегося, либо организации-заказчика, которую он представляет. Путь от входного учащегося до «выходного продукта обучения» может быть самым разным, и нет гарантии, что временные и материальные ресурсы обучающегося будут потрачены

рационально. Это значит, что требуется создать такие модели учебного процесса, которые помимо категорий доступности, удобства и результативности вводили категорию *эффективности* образовательного процесса, причем определяя не только критерии эффективности, но и методы измерения и управления ею.

В современном образовании постоянно присутствует множество участников образовательного процесса. Один из этих типов участников – это участники, получающие образование, – студенты, абитуриенты, слушатели курсов и т.п. Другой тип – участники, которые это образование предоставляют: оффлайновые и

онлайновые учебные заведения, курсы разных форматов и размеров, а также отдельные преподаватели и учителя. Все эти участники *автономны и самостоятельны* в принятии решений в рамках законодательства и подзаконных актов. На их решения влияет множество факторов окружающей экономической и социальной среды, но решения они принимают самостоятельно. У каждого участника есть определенные цели, к которым они стремятся. Участники взаимодействуют друг с другом таким образом, что весь образовательный процесс с точки зрения одного участника – это последовательность взаимодействий с другими участниками.

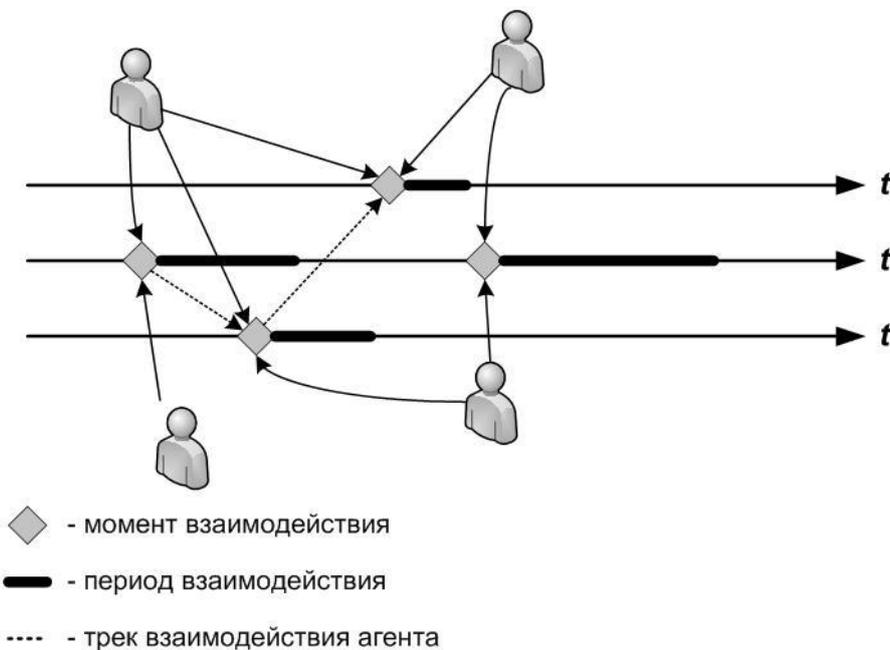


Рисунок 2 – Образование трека взаимодействия участников процесса

Для моделирования систем с большим количеством участников применяется мультиагентные технологии (МАТ), где вся моделируемая среда насыщается агентами, основными свойствами которых являются [5]: полуавтономность, чувствительность, активность, социальность. В получившейся мультиагентной системе (МАС) агенты взаимодействуют друг с другом и с окружением. МАТ хорошо зарекомендовали себя при решении разнообразных проблем в различных отраслях, где системы состоят из множества элементов, обладающих достаточной самостоятельностью. В

качестве примеров можно привести рынок недвижимости, где существует множество покупателей, продавцов и посредников. Причем большинство из них – небольшие организации или отдельные риелторы, полностью самостоятельные, достаточно мобильные в адаптации к меняющимся условиям. Мультиагентный подход также применяется в системах принятия решений в управлении социальными системами, транспортом, рынком телекоммуникаций и т.д [6, 7, 10].

Вскоре после появления мультиагентного (МА) метода в 90-х годах начались попытки

применить МА-модели к разным сторонам образовательного процесса. При создании этих МА-моделей использовались и используются разные подходы. Одним из первых подходов было использование агентов в качестве компонентов интеллектуальной системы в дополнение к LMS/LCMS [8]. В одной из таких моделей предлагается представить архитектуру системы как совокупность следующих типов агентов:

- агент-ассистент (assistant agent), задачей которого является взаимодействие с обучающимся, помощь ему в процессе

обучения, подсказки и указания по обучению;

- агент оценивания (evaluation agent), задачей которого является оценивание уровня прогресса обучающегося и обновление данных его профиля;

- обучающий агент (pedagogical agent), который занимается автоматической генерацией и перестраиванием контента курсов;

- агент-эксперт (expert agent), ответственный за решение заданий в рамках курса.

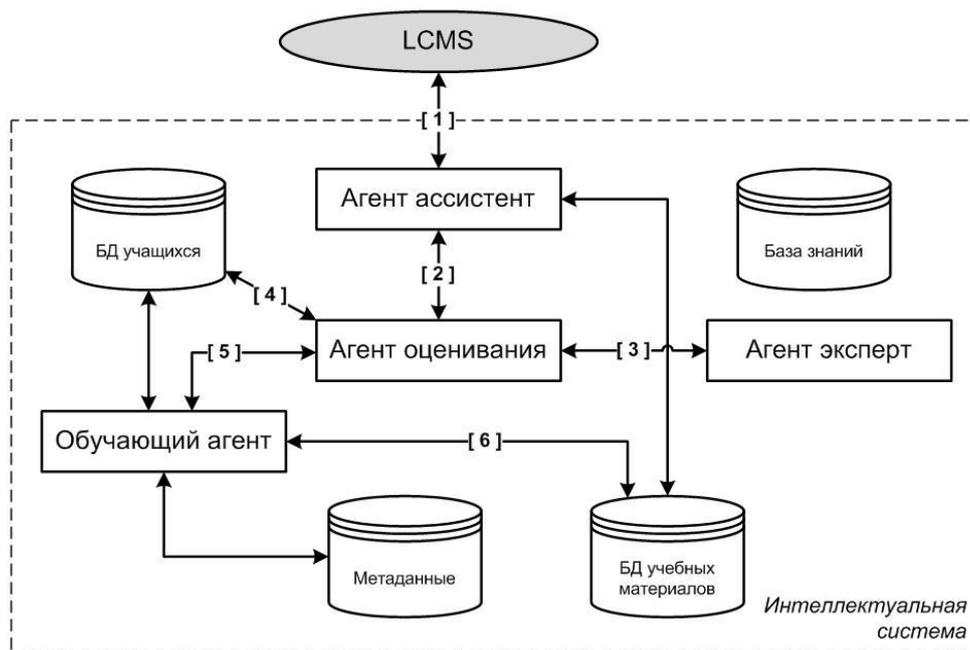


Рисунок 3 – МА модель интеллектуальной системы образовательного процесса

В такой МАС агент-ассистент получает информацию, например решение задания, от студента (1) через систему управления контентом курса (LCMS) и передает ее агенту оценивания (2). Агент оценивания с привлечением агента-эксперта (3) оценивает выполненное задание и обновляет профиль студента (4), оповещая при этом обучающего агента (5), который, в свою очередь при необходимости перестраивает учебный план для студента. Важным в этом подходе являются три особенности МАС:

- во-первых, она работает как дополнительный интеллектуальный управленческий механизм для LCMS,
- во-вторых, агентом является отдельная относительно автономная часть системы,

выполняющая определенный набор функций,

- в-третьих, набор – количество и тип – агентов в такой системе фиксирован.

Подобное применение мультиагентных технологий популярно как для моделирования и проектирования отдельно взятых LMS и LCMS, так и для решения задач распределенного искусственного интеллекта [9], где обучающая система строится из интеллектуальных рефлекторных агентов, которые представляют собой законченные автономные системы. Обращает на себя внимание тот факт, что агентами моделируются не участники процесса обучения, а элементы дополнительной

интеллектуальной системы. Назовем такой подход «МА-моделирование снизу». В более поздних практиках использования МА моделей моделироваться стали уже участники самого процесса обучения. В таких моделях присутствовали три основных типа агента: агент-учащийся, обучающий агент (агент обучающего ресурса) и один или несколько видов промежуточных вспомогательных агентов, осуществляющих взаимодействие первых двух типов агентов и взаимодействие с базами данных и базами знаний. В качестве примера можно привести модели, построенные на базе онтологий с использованием технологий Semantic web. Эти модели и технологии начали развиваться в тот момент, когда на базе крупных зарубежных вузов возникла задача объединения всех учебно-методических материалов в единое пространство с возможностью машинной обработки. Во

многих странах создавались образовательные системы, в которых объединялись территориально рассредоточенные обучающие ресурсы различных поставщиков образовательных услуг, начиная от школ и заканчивая университетами и центрами повышения квалификации. Но существующая и активно использовавшаяся для построения CMS/LMS технология «клиент-сервер» не обеспечивала обработку учебных материалов из рассредоточенных информационных обучающих ресурсов. Тогда стали использоваться результаты проекта Semantic Web, базирующиеся на мультиагентном онтологическом подходе, для создания распределенных систем дистанционного обучения.

Пример системы, построенной на базе онтологий с использованием Semantic Web, показан на рисунке 4 [11]:

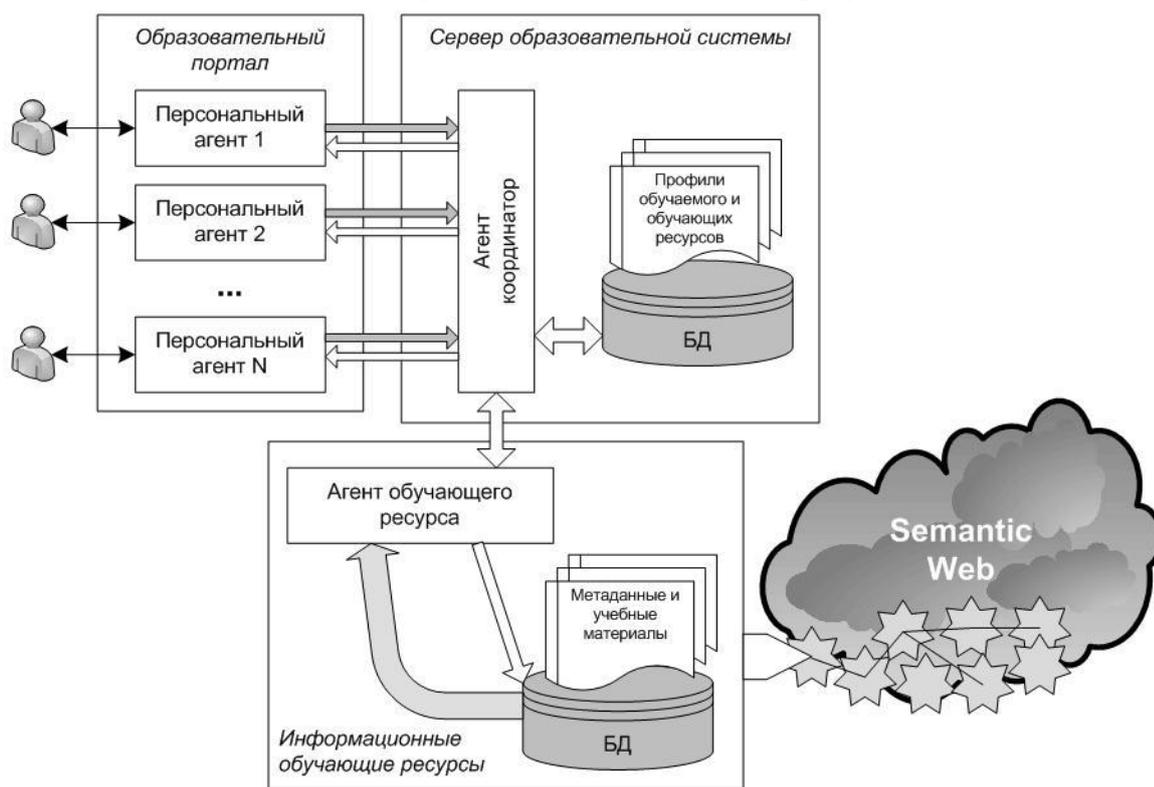


Рисунок 4 – МА - модель на базе онтологий и Semantic Web

Алгоритм функционирования системы, построенной по этой модели состоит, из нескольких этапов:

1. Пользователь регистрируется через интерфейс системы (чаще всего – web-интерфейс); персональным агентом на базе онтологической модели учащегося и

информации от него создается профиль пользователя и записывается в базу данных.

2. Программным агентом-координатором формируется запрос на получение профилей учебных материалов с использованием онтологической модели обучающего ресурса и профиля учащегося.

3. Программным агентом обучающего ресурса строится запрос к обучающим ресурсам в сети Интернет на поиск метаданных учебных материалов с использованием запроса 2 этапа.

4. Обучающие ресурсы предоставляют метаданные учебных материалов для проведения анализа о необходимости их использования в процессе обучения.

5. Индивидуальный подбор учебных материалов осуществляется программным агентом-координатором при пересечении профиля обучаемого и профиля учебных материалов, после чего посылается запрос на получение необходимых учебных материалов.

6. Агентом обучающих ресурсов формируется множество учебных материалов, рекомендуемых обучаемому.

7. На заключительном этапе программным агентом-координатором передается множество учебного материала персональному программному агенту для отображения его с целью изучения обучаемым.

Особенностью описанной модели является полное отсутствие оценочных средств. То есть онтологические мультиагентные модели с самого их появления предназначались для поиска и формирования учебных ресурсов для обучаемого. Для полноценной поддержки учебного процесса и систем LMS/LCMS требуется усложнение онтологических МАС путем добавления средств оценивания знаний и средств получения обратной связи от обучаемого.

Другой возможный подход в применении МА технологий в образовании – создание общей модели всей отрасли образования, например, на уровне страны в целом. Целью создания такой модели является изучение поведения субъектов образования в большом масштабе в зависимости от вносимых в систему возмущений. Типами агентов в такой модели будут:

- учащиеся либо специалисты, требующие переподготовки;
- учебные заведения разного уровня и масштаба;
- независимые учебные площадки, например онлайн-школы;

- регулирующие и контролирующие органы.

Кроме агентов в модели обязательно будет присутствовать окружающая среда, представленная:

- требованиями экономических и социальных систем к специалистам, выходящим из учебных программ;

- элементами социально-экономической ситуации в стране и на международном уровне.

Конечным программным продуктом такой модели является не информационная система, развернутая на уровне какого-то учебного заведения, а программное обеспечение, позволяющее изучать поведение больших образовательных систем и помогающее принимать решения на общегосударственном уровне.

На базе описанных подходов предлагается новая мультиагентная модель образовательного процесса, где будет введена категория эффективности. В этой модели будут присутствовать два основных типа агентов: агент-потребитель (образовательных ресурсов) и агент-поставщик (образовательных ресурсов). Агент-потребитель является программным представлением учащегося, причем учащегося как настоящего, так и потенциального, который только собирается начать обучение и ищет приемлемые для себя варианты. Агент-поставщик является программным представлением организации или субъекта, обладающего образовательными ресурсами (учебными программами, курсами, территориями, материальными ресурсами) и предлагающего их обучающимся.

Для взаимодействия агентов-потребителей и агентов-поставщиков требуется специальная площадка. В настоящее время площадки взаимодействия практически всегда создаются образовательными организациями, то есть в нашей модели площадки генерируются агентами-поставщиками. В результате сегодня на рынке образования присутствует статичный набор образовательных площадок, а потенциальным учащимся приходится выбирать "из того, что есть". Выбор пути обучения – то есть последовательности

взаимодействия агентов-студентов и агентов-ресурсов – лежит целиком на потенциальном учащемся. И даже представляя текущий уровень своих компетенций и желаемый уровень компетенций после окончания обучения, учащийся с высокой долей вероятности может ошибиться в выборе эффективного трека взаимодействий. Это впоследствии может привести к необходимости корректировки обучения, доучивания, переучивания.

Для решения проблемы эффективности необходимо объединить всех участников в единую информационную образовательную среду (ЕОС) и управлять образовательным процессом в ЕОС. У всех типов участников ЕОС есть цели и критерии, которые определяют их поведение. Для управления эффективностью взаимодействия участников системы – то есть эффективности обучения –

в систему вводится дополнительный тип агента – *виртуальный посредник*. Задача виртуального посредника – в соответствии с целями и критериями агентов создавать площадки взаимодействия, насыщать их поставщиками и потребителями, следить за жизненным циклом площадок, оптимизировать взаимодействие между агентами, сглаживать конфликты. Создаваемые виртуальным посредником площадки независимы как от агентов-поставщиков, так и от агентов-потребителей. Важно понимать, что в предлагаемой модели задачей виртуальных посредников не является императивное управление всей образовательной средой, а только создание точек взаимодействия агентов-поставщиков и агентов-потребителей, фактически управляя внешней средой и реализуя идею кондиционального управления (управления обстоятельствами) [6].

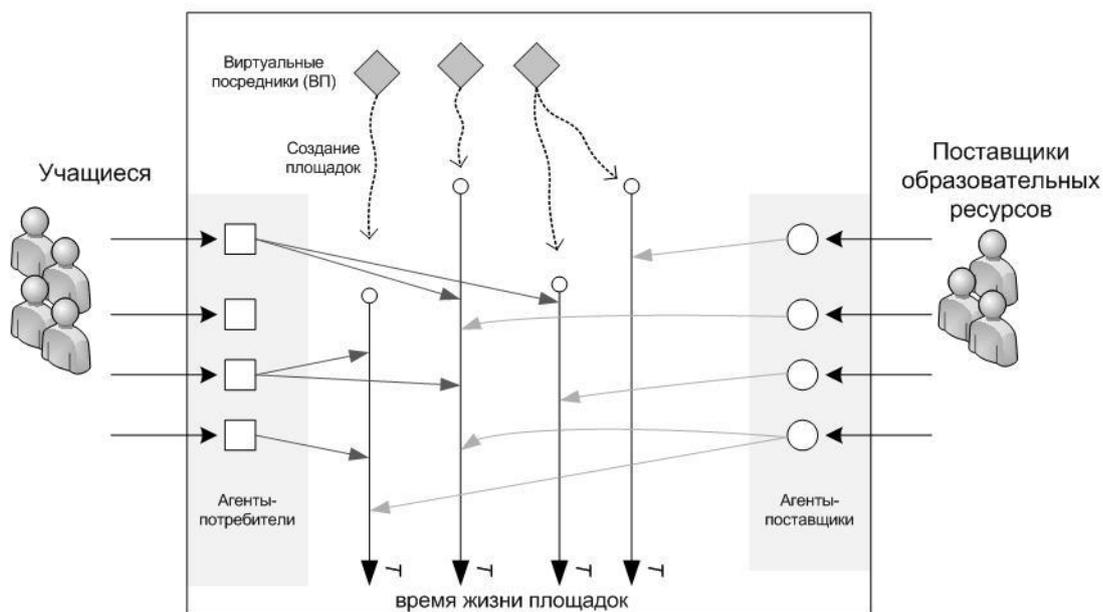


Рисунок 5 – МА - модель ЕОС с виртуальными посредниками

Важной особенностью описанной модели является введение категории эффективности образовательного процесса и подхода к управлению образованием с точки зрения критериев эффективности (а не только описанных выше доступности, удобства и результативности).

Модель ЕОС с виртуальными посредниками может лечь в основу сложной глобальной информационной системы, к которой будут подключены многие образовательные организации и ресурсами которой смогут пользоваться учащиеся разных категорий и уровней.

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. Охотникова Е.С. Математические методы и модели в современных системах управления обучением // Вестник ТюмГУ. 2007. №5 С.86-94.
3. Coates H., James R., Baldwin G. A Critical Examination Of The Effects Of Learning Management Systems On University Teaching And Learning. Tertiary Education and Management. 2005, 11(1), 19-36.
4. Bozkurt, A., Akgun-Ozbek, E., Yilmazel, S., Erdogdu, E., Ucar, H., Guler, E., Sezgin, S., Karadeniz, A., Sen-Ersoy, N., Goksel-Canbek, N., Dincer, G., Ari, S., & Aydin, C. H. (2015). Trends in distance education research: A content analysis of journals 2009-2013. The International Review Of Research In Open And Distributed Learning, 16(1), 330-363.
5. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта, 1998. № 2. С. 28-29.
6. 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.
7. Юмашев В.Л. Моделирование стратегий риелтора в многоакторной информационной среде // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2014. – с.183-187
8. 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
9. Нарожный А.В. Агентно-ориентированный подход к построению систем управления процессом обучения // ВЕЖПТ. 2013. №3 (65) С.20-23.
10. Гимаров В.В. Мультиагентный подход к прогнозированию динамики рынка телекоммуникационных услуг // Вестник МИЭП. 2011. №4 (5). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/multiagentnyu-podhod-k-prognozirovaniyu-dinamiki-rynka-telekommunikatsionnyh-uslug> (дата обращения: 12.09.2016).
11. Келеберда И.Н., Лесная Н.С., Репка В.Б. Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения // Образовательные технологии и общество. 2004. №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-multiagentnogo-ontologicheskogo-podhoda-k-sozdaniyu-raspredeleennyh-sistem-dstantsionnogo-obucheniya> (дата обращения: 12.09.2016).
12. Иванов С.Н. Модель информационной образовательной системы, основанной на мультиагентной технологии // Известия АлтГУ. 2012. №1-1 С.156-159.
13. Китаев Д.Ф., Макаров А.А., Смольников С.Д. Синергетическая концепция образования//Современные проблемы науки и образования.2014.№6. С.866.

IMPROVEMENTS IN THE EXISTING MULTI-AGENT MODELS OF LEARNING ENVIRONMENT

© 2016 Vladimir L. Yumashev

International Market Institute, Samara, Russia

The article discusses the existing methods of multi-agent simulation applied to e-learning, distance learning and overall education process. The article reviews the modern learning technologies and tasks solved by them. The existing multi-agent models were enhanced by adding the effectiveness category. The task of increasing the efficiency of learning process was also added to existing learning technologies. It is suggested to extend the models with new agent type named virtual mediation agent to solve this new task.

Keywords: multi-agent, model, learning process, distant learning, learning process effectiveness