

## 7.2. Средства интеллектуализации информационных систем учебного назначения.

**Ваграменко Я.А.**

*Заведующий лабораторией ФГБНУ «Институт управления образованием РАО», д-р техн.наук, профессор, г. Москва*

**Яламов Г. Ю.**

*Ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Институт управления образованием РАО», канд. физ.-мат. наук, г. Москва.*

Представление знаний в информационных системах с целью их интеллектуализации и абстрагирования возникает практически во всех сферах деятельности, особенно в образовании. Средства интеллектуализация информационных систем в образовании можно рассматривать с точки зрения применения тех или иных технологий, позволяющих их создавать. Это: агентно-ориентированные технологии, технология экспертных систем, искусственные нейронные сети, нечеткая логика, генетические алгоритмы и ряд других. В интеллектуальных информационных системах учебного назначения (ИИСУН) данные технологии ориентируются на современную организацию образования всех уровней.

Анализ публикаций по исследуемой тематике показал, что за последнее десятилетие сформировался целый ряд направлений интеллектуализации информационных систем учебного назначения. Эти направления связаны с разработкой следующих типов ИИСУН [1]:

- экспертные обучающие системы, такие как KnowledgeCT, AST, ACE ARTWeb, KBS-Hyperbook, ADI, ILESA, DCG, SIETTE, ELM-ART-II, КОНВАКС, МАРКЕТ-ПРИУС, ТЕРРА-УЧИТЕЛЬ;
- комплексные интеллектуальные системы, основанные на интеграции технологий гипертекст/гипермедиа и экспертных систем (АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, Knowledge Pro, INTERNIST, TIES, КРЕДО, SATELIT);
- системы, основанные на технологии гипертекста и гипермедиа (в частности ELMART-II, InterBook, Tutor, KBS-Hyperbook ILESA, DCG и SIETTE, WESTKBNS, Hupadapter);
- интеллектуальные мультиагентные информационные системы (СДО ХГТУ, OPUS One – OLAT, Гефест, МОСАС, MathTutor).

Несмотря на некоторые результаты, достигнутые по данным направлениям, исследования программно-технического и теоретико-педагогического аспектов применения ИИСУН в обучении продолжают. Заметим, что проблема реализации интерактивности и творческого начала при обучении с использованием ИИСУН, определения его качества исследованы совершенно недостаточно.

Рассмотрим каждое из представленных выше направлений.

**Экспертные системы учебного назначения (ЭСУН).** Именно такие системы нашли широкое применение в образовании. Как известно, они направлены, главным образом, на решение практических учебных задач, возникающих в слабо структурированных и трудно формализуемых предметных областях в образовании. При этом в основу концепции интеллектуальности положено умение работать с формализованными знаниями человека. Поэтому проблема поиска прогрессивных математических методов анализа и проектирования образовательных сред как сложных систем не теряет своей актуальности.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к разработкам в области экспертных систем учебного назначения среди широких слоев специалистов разных профилей, в том числе преподавателей. Отмечается интерес и к распределенным интеллектуальным системам в сетевом обучении, при этом, нет четкого понимания, как можно эффективно организовать образовательный процесс в сети для получения желаемого результата. Очевидно, что речь должна идти, прежде всего, о построении

педагогических образовательных моделей в сетевой информационной образовательной среде.

Теоретико-педагогический аспект эффективности применения ЭСУН в сетевом обучении требует новых способов и приемов в организации совместной учебной деятельности при сетевом взаимодействии учащихся и преподавателей. Это связано с тем, что одно из основных свойств интерактивного обучения – это открытая форма информационного обмена с внешней средой [2], в том числе и доступ к знаниям профессиональных педагогов-экспертов, которые имеют личный опыт работы с сетевыми технологиями и способны прогнозировать развитие этих технологий. Зачастую, эти знания недостаточно структурированы, т.е. такая предметная область скорее всего нуждается в экспертной системе. При этом возникают проблемы, связанные с тем, что многие исследователи в области технологий сетевого обучения переносят традиционные педагогические методики на сетевое обучение, без учета его специфику. Совершенно очевидно, что традиционные лекции и учебник малоэффективны при сетевом обучении, так как специфика сетевого обучения подразумевает организованный, направленный и открытый доступ к динамичным системам постоянно актуализуемой информации, нужны доступные в любое время «on-line консультации», новые методические подходы к организации совместной проектной деятельности и другое.

Технология сетевого обучения во многих случаях предполагает возможность выбора учащимся собственного расписания, темпа и ритма обучения. Таким образом, возрастает нагрузка на сетевых преподавателей, модераторов и тьюторов. Индивидуализация и снижение данной рутинной нагрузки невозможны без использования целого ряда подсистем. Эти подсистемы могли бы обеспечить развитую автоматизированную систему «интеллектуальных» подсказок, помощи, on-line консультаций на протяжении всего времени сетевого обучения и при использовании разных образовательных методов и форм обучения: лекций, практикумов, проектной деятельности, конференций, деловых игр, интерактивных тренингов и др. При этом лишь уникальные вопросы адресуются непосредственно преподавателю-эксперту. Анализ применения информационных систем автоматизации учебного процесса в образовательных учреждениях [3] выявил ряд противоречий, нарушающих две основных тенденции современного образования – *дифференциацию и интеграцию*, показал отсутствие их целенаправленного использования для управления учебным процессом в соответствии с требуемыми принципами дидактических систем. Поэтому до настоящего времени остается актуальным выявление основных противоречий в управлении процессом обучения и определение средств их решения на основе использования современных информационных технологий [3–5], в первую очередь экспертных систем.

Устранению указанных противоречий может служить введение в учебный процесс подсистемы, осуществляющей процесс обучения адаптивного блока интеллектуальной поддержки процесса обучения, т.е. интеллектуализацию информационной системы в целом. Фактически путем создания ряда интеллектуальных подсистем (или модулей), позволяющих не только проводить обучение, аттестацию и анализировать эффективность обучения на основе тестов, созданных экспертами, но и индивидуализировать процесс обучения.

Анализ опыта применения экспертных систем в сетевом обучении показал, что в системах дистанционного обучения имеется возможность произвести экспертную оценку знаний на основе разработанных специалистами тестовых заданий [6, с.1,12] за счет создания соответствующей подсистемы. При этом под экспертной системой преподаватели понимают автоматизированную экспертизу знаний студентов в виде тестирования, включенную в ту или иную сетевую информационную среду.

Так, авторами [8] разработаны комплексные экспертные системы сетевого обучения, реализованные в системе дистанционного обучения «Finport Training System». Возможности системы:

- разработка учебных курсов;
- проведение обучения и аттестации одновременно;
- анализ результатов и эффективности обучения на основе тестов, разработанных высококвалифицированными специалистами.

В настоящее время имеются примеры разработки и применения достаточно широкого спектра *интеллектуальных образовательных роботов* – лекции на основе обратной связи, логические схемы, адаптивные тест-тренинги, аттестационные и тестирующие программы, супертьюторы и др. По сути – это интеллектуальные информационные системы, включенные в распределенную электронную информационную образовательную среду, которая обеспечивает сетевое обучение студентов. К примеру, образовательная компьютерная программа «Тест-тренинг» является по сути ЭСУН, которая представляет собой набор вопросов по модулю дисциплины с вариантами ответов, один (или несколько) из которых является правильным. В процессе тренировочного тестирования система оценивает уровень подготовки студента по тому или иному модулю дисциплины, и на основании результатов прохождения теста-тренинга студент может принять для себя решение о необходимости восполнить пробел в знаниях [9].

Данная ЭСУН, кроме того, является многомодульной, каждый модуль которой обеспечивает один из видов учебной деятельности студентов, который проводится в виде электронного тестирования:

- 1) Промежуточная аттестация и текущий контроль успеваемости студентов обеспечивает модульное тестирование – один из видов текущего контроля успеваемости по разделу (модулю) дисциплины.
- 2) Предэкзаменационное тестирование – вид текущего контроля успеваемости по дисциплине в целом. Данный вид текущего контроля проводится после прохождения всех разделов (модулей) дисциплины. В случае успешного прохождения предэкзаменационного тестирования по дисциплине студент получает допуск к экзамену.
- 3) Электронные зачеты и экзамены – вид промежуточной аттестации студента по дисциплине.

Задания для проведения тестирования здесь адаптируются системой, т.е. формируются в автоматизированном режиме индивидуально для каждого студента с использованием обширной базы вопросов и заданий.

Представляет определенный интерес система «KnowledgeCT» [10]. Это, интеллектуальная система учебного назначения, разработанная на базе сетевых технологий для Центра дистанционного образования. Данная система помимо оценки знаний, осуществляет сбор статистики и данных о студентах, необходимых для построения математических моделей обучаемых.

Здесь система адаптивного тестирования позволяет оценивать знания, используя методы и алгоритмы нечеткой логики: эксперт по дисциплине (преподаватель) должен разработать соответствующий набор вопросов для каждого уровня сложности. Подобная система делает процесс обучения более гибким, учитывает индивидуальные особенности обучаемого и повышает точность оценки его знаний.

К настоящему времени накоплен определенный опыт в передаче экспертной системе части интеллектуальных функций по проведению и организации учебного процесса в сетевом образовании.

Примером тому [7] может служить интеллектуальная экспертная система сетевого обучения на основе *искусственных иммунных систем*. Данная система дает возможность оценивать интеллектуальный потенциал учащегося. При этом, с учетом его принадлежности к определенной группе, оперативно предоставить ему индивидуальную траекторию обучения. На выходе: комплексная оценка знаний, дифференциация студентов и прогноз качества полученного образования. Группы определяются экспертами в соответствии с определенными знаниями, практическими навыками,

творческими способностями, логическим мышлением и т.д. Оперативный анализ знаний большого числа обучающихся позволяет быстро корректировать процесс обучения, так как экспертная система предоставляет индивидуальную траекторию обучения.

Проведенный анализ показывает, что одним из подходов к созданию ЭСУН является использование методов нечеткой логики, основанной на теории нечетких множеств.

Применение интеллектуальных систем, основанных именно на нечеткой логике, имеет ряд преимуществ [11]:

- устойчивость системы к неточным входным данным и ее гибкость;
- моделирование нелинейных функций произвольной сложности;
- учет опыта специалистов-экспертов;
- использование естественного языка человеческого общения;
- расширение традиционных способов систематизации знаний;
- относительная простота в понимании;

Общие принципы построения программного комплекса, предназначенного для комплексной оценки успеваемости студентов за семестр с помощью экспертной системы, рассмотрены в [14]. Здесь используются элементы аппарата нечеткой логики. На основе анализа предметной области и статистических оценок авторы сформулировали следующие критерии:

- посещение лекций. Оценка посещаемости рассчитывается по среднему арифметическому от всей имеющихся оценок;
- работа на семинаре. Оценка работы на семинарах рассчитывается аналогично;
- выполнение контрольных работ. Оценка выполнения контрольных работ рассчитывается с учетом коэффициента сложности;
- выполнение домашнего задания. Оценка выполнения рассчитывается аналогично.

Для оценки успеваемости были использованы лингвистические переменные: «посещал лекции», «выполнял контрольные работы», «работал на семинаре», «выполнял домашнее задание». В качестве характеристик данных переменных используются понятия «активность», «оценка», «эффективность». Данный подход позволяет анализировать эффективность работы и качество знаний студента, опираясь на сформулированные критерии.

Некоторые вопросы создания экспертных систем, позволяющих давать рекомендации по профессиональной ориентации конкретному абитуриенту, использующих модели нечеткой логики, рассмотрены в [15;16].

Здесь авторы, для описания состояния обучаемого, используют группы логических переменных. На основе прототипа такой системы был сформирован механизм управления выбором кафедры (учебного заведения):

- со стартовой страницы системы абитуриент вводит школьные оценки и (или) заносит результаты единого государственного экзамена, результаты текущей успеваемости; система проводит оценку результата ввода на достоверность с помощью нечеткой логики;
- пользователь проходит тестирование способности к обучению и психологических особенностей личности, сферы интересов с оценкой результата на достоверность с помощью нечеткой логики;
- автоматизированная экспертная система проверяет абитуриента на соответствие требованиям кафедры (учебного заведения). Положительный результат является основанием для корректировки знаний пользователя с помощью управляющей образовательной среды, создания оптимальных условий для преодоления кафедрального «барьера». Кроме этого пользователь имеет возможность отказаться от борьбы за интересующую его кафедру и выбрать другую, в соответствии с его достижениями;

- тестирования повторяются раз в полгода. Результаты тестирования помогают отследить динамику развития студента, выбрать оптимальную траекторию обучения в соответствии с определенной стратегией формирования будущего профессионала.

Реализации экспертной системы, основанной на нечетком подходе к моделированию интеллектуальных систем, рассматривается в [17]. Данная система предназначена для мониторинга образовательного процесса вуза. Применяется подход, основанный на использовании «лингвистических» переменных. Нечеткие высказывания и алгоритмы описывают отношения между переменными. Предложены следующие этапы построения системой процесса мониторинга образовательного процесса вуза:

- формулируются цели обучения, определяются уровни требований каждого преподавателя (высший, средний, низший);
- выстраивается система мониторинга, определяются степени обученности по каждой дисциплине. Показателями являются: понимание, различение, элементарные навыки и умения, перенос знаний, запоминание;
- определяется фактическая эффективность деятельности преподавателя на основании показателей степени обученности учащихся. Эффективность деятельности преподавателя оценивается следующими показателями: глубина, осознанность и прочность знаний обучаемых. Они же определяют и качество образования.

**Интегрированные экспертные системы.** Данный тип систем можно рассматривать как продукты комбинации ЭСУН и систем адаптивной гипермедиа. Это может быть использование методов адаптивной гипермедиа (например, помечивание) для планирования урока, основанного на правилах экспертных систем для оценки знаний обучаемого.

В качестве инструментального средства построения таких интегрированных экспертных систем, в том числе и сетевых адаптивных интеллектуальных обучающих систем (ИОС), представляет интерес комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, разработанный на базе лаборатории «Интеллектуальные системы и технологии» кафедры «Кибернетика» Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. Здесь имеется опыт разработки и использования в учебном процессе МИФИ сетевых адаптивных ИОС для автоматизированной поддержки нескольких дисциплин в рамках учебного процесса по направлению подготовки «Интеллектуальные системы и технологии» для специальностей «Прикладная математика и информатика» и «Программная инженерия». Как указывает автор [18], эффективное функционирование этих сетевых адаптивных ИОС поддерживается за счет системной динамической модификации программных средств «с помощью набора унифицированных процедур» на базе текущей работающей версии комплекса. Модификация программных средств включает модификацию реализуемых алгоритмов, моделей и методов, а также исходного кода и сценария работы, в том числе и взаимосвязь самого модифицируемого компонента с другими программными средствами. В рамках учебных курсов по данному направлению подготовки изучаются вопросы формирования эвристических моделей представления знаний. Здесь особое внимание уделяется сетевым моделям представления знаний, в том числе и моделированию простейших ситуаций проблемной области с помощью фреймовых моделей описания знаний и семантических сетей. В настоящее время в составе средств поддержки построения модели обучения в сетевой версии комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ существует целый ряд компонентов выявления умений обучаемого моделировать простейшие ситуации предметной области с помощью фреймов и семантических сетей.

В данной системе использованы общности базовых подходов к процессу выявления этих умений обучаемых. Например, в ходе процесса выявления умений обучаемых моделировать ситуации предметной области и в том, и в другом случае текущая модель обучения сравнивается с эталонной моделью учебного курса или дисциплины. В [18]

обоснована целесообразность объединения этих двух процессов в один обобщенный процесс, осуществляемый с использованием сетевых адаптивных ИОС.

Авторами [19] предложена архитектура сетевой интеллектуальной информационной системы, обеспечивающей вариативность траектории самообучения, имеющей во многом характер экспертной системы. Рассмотрены методы формирования ее архитектуры, проведено теоретическое и математическое обоснование возможной архитектуры данной системы. Предложен также специальный механизм логического вывода фактов и фрагментов образовательного контента (например, локальная верификация и оценка качества учебного процесса на основе сравнения выбранной стратегии прохождения учебного материала и эталонной). Реализовать алгоритмы логического вывода и обучения можно в виде достаточно большого набора кривых, допускающих естественную интерпретацию типа: «прогресс», «единичная ошибка». Для обеспечения алгоритма выборки и логического вывода фрагментов образовательного контента предложен подход к декомпозиции информационного ресурса, сущность которого заключается в представлении его в виде набора деревьев, имеющих перекрёстные ссылки. Данный подход позволяет обеспечить иерархичность структуры обучающего материала и формирование различного рода ссылок, создающих первичные, вторичные и другие структуры учебного материала, отражающие взаимосвязи различных учебных целей, задач компетенций и управляющих воздействий.

В зависимости от типа модели обучаемого и его индивидуальных подходов к обучению (в общем виде подходы могут быть индуктивным, дедуктивным и гибридным) предлагается использовать три вектора обучения (быстрый, нормальный и медленный).

На этой основе имитируется процесс реального обучения с учётом таких характерных его особенностей, как взаимная интеграция процессов верификаций моделей обучаемого, преподавателя и учебного курса, способности ученика, оптимальность стратегии дозировки знаний и упражнений учителем, скорость запоминания и забывания знаний учеником, продолжительность и устойчивость его активного состояния и т.п.

Представленная в [19] концепция архитектуры интеллектуальной информационной системы в виде экспертной системы, обеспечивающей вариативность траекторий самообучения, в общем случае может обеспечивать достижение эффективности самообучения благодаря возможностям реализации самостоятельного выбора траекторий, оперирования информацией о результатах самообучения и привлечения информационных ресурсов, создаваемых как самим обучающимся, так и поступающим из внешних источников.

**Системы адаптивной гипермедиа.** Этот тип систем разработан для гипертекстовых сред, таких как WWW. Они могут восприниматься как интеллектуальные обучающие системы или адаптивные гипермедиа системы, реализованные в Web. Такие системы позволяют адаптировать содержание обучения и навигацию путем представления на странице соответствующих гиперссылок т.е. они позволяют выполнять навигацию на адаптированных образовательных страницах. Такие страницы создаются динамически, в отличие от «классических» ЭСУН, в которой содержание образовательных страниц обычно статичны.

Данные информационные системы используют технологию построения последовательности курса обучения в соответствии с целью обучения и подмножеством понятий изучаемой предметной области, которыми надо овладеть. Основной целью данной технологии является построение индивидуальной траектории обучения (последовательности информационных блоков и последовательности знаний).

В подобных системах применяются различные модели пользователей для адаптации (приспособливания) под индивидуальные характеристики и знания обучаемого, поставленные цели как содержимого, так и вспомогательных ссылок обучающих страниц гипермедиа. Таким образом, в системах адаптивной гипермедиа можно выделить две основные технологии:

1) Адаптивное представление – ориентация всего контента динамической обучающей страницы на цели, уровень знаний и подготовки пользователя, с учетом информации, отраженной в модели обучаемого. В обучающей системе с адаптивным представлением страниц они являются адаптивно генерируемыми, то есть полностью формируются персонально для каждого пользователя. Например, опытный пользователь получает более подробную и углубленную информацию, в то время как начинающий получает больше базовых понятий и дополнительных разъяснений. Адаптивное представление играет важную роль в современном образовательном процессе. Обучающая страница должна удовлетворять познавательным потребностям порой абсолютно разных пользователей.

2) Адаптивная поддержка при навигации, предполагающая ориентацию и навигацию обучаемого внутри всего гиперпространства. Система ориентирует конкретного пользователя на наиболее подходящий ему и оптимальный по своему содержанию дополнительный материал [20].

Во всех этих направлениях явно просматривается тенденция придания ИИСУН следующих интеллектуальных способностей:

- адаптация к целям обучения и личностным характеристикам обучаемого;
- проведение экспертизы состояния обучаемого и его положения в структуре целей учебного процесса;
- анализ реализуемой стратегии обучения, выбор или построение новой стратегии и траектории обучения, соответствующих целям обучения и текущему состоянию процесса;
- построение последовательности индивидуального курса обучения;
- придание человеко-машинному интерфейсу личностных и эмоциональных свойств;
- использование сервис-ориентированных технологий (дополнительных, относительно самостоятельных сервисов и инструментов).

Агентно-ориентированный подход при проектировании ИИСУН, основанный на использовании интеллектуальных агентов (программ) наиболее полно соответствует данной тенденции [1].

**Мультиагентные интеллектуальные системы.** В последнее время на арену интеллектуальных систем выходят мультиагентные (МАС, англ. Multi-agent system) интеллектуальные системы и среды проектирования интеллектуальных информационных систем. Здесь процедурные знания могут применяться в распознавании образов, текстах, речи.

Агентно-ориентированный подход в построении ИИСУН предполагает создание информационных агентно-ориентированных учебных комплексов (ИАОУК), использующих виртуальные миры предметных областей - сложные динамические модели предметных областей, наиболее приближенные к реальности моделируемых сред и ситуаций [1; 21].

Архитектура таких комплексов представляет собой сложную распределенную многопользовательскую информационную систему, которую можно адекватно интерпретировать только используя многоуровневые (многослойные) архитектурные модели.

Каждый уровень является сравнительно самостоятельным, может быть описан отдельно и разработан автономно, а способы взаимодействия между уровнями унифицированы. Представляет интерес представленная в [1] обобщенная структура прототипа (ИАОУК), разработанного на основе системы дистанционного обучения Moodle, дополненной рядом новых возможностей. Архитектура данной ИАОУК имеет несколько логических уровней (слоев):

- уровень человеко-машинного взаимодействия, отвечающий за представление информации пользователям ИАОУК (обучаемые и преподаватели) и интерактивное взаимодействие с каждым конкретным пользователем с максимальным удобством

для него, вне зависимости от того, каким клиентом (браузер, мобильный клиент, другой клиент) он пользуется для связи с ИАОУК;

- уровень пользовательских агентов, каждый из которых реализует логику взаимодействия с пользователем в зависимости от его роли в ИАОУК;
- уровень базовых агентов, которые несут основную нагрузку в процессе функционирования ИАОУК, обеспечивая возможности параллельного и независимого протекания двух основных процессов – адаптивного обучения студентов и управления обучающими материалами со стороны преподавателей (создание и модификация учебных курсов, анализ качества обучения и т.д.).

Интеллектуальная подсистема ИАОУК включает множество базовых интеллектуальных агентов, которые исполняют свои функции по запросам пользовательских агентов. Данное множество включает «сообщество» агентов процесса обучения, которые по запросам агентов обучаемого и преподавателя-тьютора выполняют интеллектуальные функции поддержки процесса гибкого адаптивного обучения.

Агентно-ориентированный подход дает возможность для применения в построении ИАОУК сервис-ориентированных технологий. Это дает следующие преимущества:

- интеграция приложений, созданных на основе различных технологий, использующих для обмена информацией сервис-ориентированные протоколы;
- возможность подключения к ИАОУК дополнительных программных компонентов от сторонних разработчиков (обучающие и мультимедиа программы);
- возможность подключения к удаленным сервисам (например, сервисов хранения и поиска информации, обработки звука и изображений и т.д.) и предоставление их «внешним» потребителям, в том числе интеллектуальным агентам;
- обеспечение доступа разнородных клиентов (например, стационарных, мобильных или браузерных клиентов) к распределенному ИАОУК.

В заключение можно сказать, что интеллектуальные подсистемы интегрированные в рассмотренные выше ИИСУН, имея разную программную и теоретическую основу, могут быть организованы в виде подключаемых к системе отдельных модулей (блоков). Уровень интеллектуальной нагрузки на каждый модуль подсистемы разный. Поэтому при проектировании конкретной подсистемы, в одном случае, достаточно использовать традиционную логику, а в другом – целесообразно создавать подсистему на основе аппарата нечеткой логики[5;11]. Это не исключает использования уже известных, отработанных на практике технологий сетевого обучения. Такой подход расширяет возможности их применения, оптимизирует качество, трудозатраты и затраченное время на интеллектуализацию технологий сетевого обучения.

Тем не менее, разработкам ИИСУН, интегрированных в сетевую информационно образовательную среду уделяется недостаточное внимание. Немногочисленные публикации по данному направлению носят, в основном, прогнозный характер. Рассматриваемые системы в большинстве случаев используются для построения базы знаний, отражающей минимальный необходимый контент конкретной предметной области, в лучшем случае с учетом её качественных и количественных характеристик. В то время как интеллектуальная технология в ИИСУН должна обеспечивать построение последовательности индивидуального курса обучения, интеллектуальный анализ ответов обучаемых и интерактивную поддержку в решении задач.

## Литература

1. Швецов А.Н, Сибирцев Е.В., И.А. Андрианов И.А Компьютерные обучающие системы: мультиагентный подход // XII Всероссийское совещание по проблемам

- управления ВСПУ–2014. [Электронный ресурс].–Режим доступа:  
<http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/vspu2014.zip>.
2. Громов Ю. Ю., Иванова О. Г., Алексеев В. В. [и др.] Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие // Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – 2013 – 244 с.
  3. Ваграменко Я. А., Яламов Г. Ю. Коллективная учебная деятельность учащихся в сетевой информационно-образовательной среде // Педагогическая информатика. – 2015 – №3. – С. 42-51.
  4. Ваграменко Я. А., Яламов Г. Ю. Автоматизированные информационные системы учебного назначения // Актуальные проблемы реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Книга I. М.: Изд-во СГУ. – 2015 – С.14-26.
  5. Ваграменко Я. А., Яламов Г. Ю. Техничко-технологические требования к адаптивной автоматизированной информационной системе управления учебным процессом в общеобразовательной школе // Педагогическая информатика. – 2014 – № 4 – С. 3-19.
  6. Молчанов А. А. Использование экспертных систем в системе открытого образования // Гаудеамус. – 2014 – № 2 (24) – С.57-68.
  7. Самигулина Г. А. Интеллектуальная экспертная система дистанционного обучения на основе искусственных иммунных систем // Информационные технологии моделирования и управления. – 2007 – Вып. 9 (43) – С. 1019-1024.
  8. Зубов А. В., Денисова Т. С. Создание комплексных экспертных Интернет-систем для дистанционного обучения // Информатизация образования и науки. М.: Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций. – 2010– № 1(5) – С. 172-182.
  9. Электронная информационная образовательная среда СГА. URL [http://www.muh.ru/teaching/teaching\\_dot.php#robot](http://www.muh.ru/teaching/teaching_dot.php#robot).
  10. Попов Д. И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия Южного федерального университета. Серия: Технические науки. – 2001 – Т. 22, № 4 – С. 325-332.
  11. Чванова М. С., Киселёва И. А., Молчанов А. А., Храмова М. В. Использование аппарата теории нечетких множеств при проектировании современных технологий дистанционного обучения // Образовательные технологии и общество. – 2013 – Т.16, № 2 – С.447-468.
  12. Попов Д. И. Проектирование интеллектуальных систем дистанционного образования // Известия Южного федерального университета. Серия: Технические науки. – 2001 – Т. 22, № 4 – С. 325-332.
  13. Астанин С. В. [и др.] Интеллектуальная образовательная среда дистанционного обучения // Новости искусственного интеллекта. – 2003 – № 1 – С. 7-14.
  14. Тоискин В. С. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие. Ставрополь: Изд-во СГПИ.– 2010. Ч. 2. – 188 с.
  15. Солодовников И. В. [и др.] Экспертная система оценки эффективности обучения на основе математического аппарата нечеткой логики // Качество. Инновации. Образование. – 2006 – № 1 – С. 19-22.
  16. Самойло И. В., Жуков Д. О. Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования // Сборник научных статей. Кн. 2. Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14-15 апр. 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)». М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». – 2010 – С. 89-95.

17. Мелихова О. А., Мелихова З. А. Использование нечеткой математики при моделировании систем искусственного интеллекта // Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР»: в 2 т. Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2007 – С. 113-119.
18. Рыбина Г. В. Интеллектуальные обучающие системы на основе интегрированных экспертных систем: опыт разработки и использования // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2011 – №10 – С. 4-16.
19. Ваграменко Я. А., Яламов Г. Ю., Фанышев Р. Г. Требования к архитектуре интеллектуальной информационной системы, обеспечивающей вариативность траекторий самообучения // Ученые записки ИИО РАО. Вып. 49. М.: ИИО РАО. – 2013 – С. 63-68.
20. Журкин А. А., Использование технологий визуализации и полисенсорного представления обучающего материала в интеллектуальных обучающих системах// Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. Вып. № 3 (27). Том 1. – 2013. [Электронный ресурс].–Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnologiy-vizualizatsii-i-polisensornogo-predstavleniya-obuchayuschego-materiala-v-intellektualnyh-obuchayuschih>.
21. Швецов А.Н. Метаметодология построения мультиагентных интеллектуальных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2010– № 1– С. 28-33.
22. Ваграменко Я.А., Яламов Г.Ю. Анализ направлений интеллектуализации современных информационных систем учебного назначения //Управление образованием: теория и практика. – 2016–№4(24). [Электронный ресурс] .–Режим доступа: [http://iuorao.ru/category/set\\_izdanie\\_ver2/](http://iuorao.ru/category/set_izdanie_ver2/).