



# OSTIS-2016

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.891

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НИЯУ МИФИ

Рыбина Г.В., Рыбин В.М., Сергиенко Е.С.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва, Российская Федерация*

[galina@ailab.mephi.ru](mailto:galina@ailab.mephi.ru)

Анализируется опыт разработки и использования в учебном процессе НИЯУ МИФИ обучающих интегрированных экспертных систем, созданных на основе задачно-ориентированной методологии и интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ. Делается акцент на особенностях реализации некоторых задач интеллектуального обучения, связанных с выявлением знаний и умений обучаемых решать неформализованные задачи.

**Ключевые слова:** обучающие интегрированные экспертные системы, интеллектуальное обучение, повторно-используемые компоненты, инструментальный комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ.

### Введение

В обширном спектре проблематики интеллектуальных обучающих систем (ИОС), рост интереса к которым возник на рубеже XX и XXI веков, к настоящему времени предложено значительное число подходов и системных архитектурных решений для интеллектуализации, индивидуализации и веб-ориентации процессов обучения и подготовки специалистов. Не претендуя на полноту обзора публикаций в области ИОС, укажем только некоторые современные отечественные [Рыбина Г.В., 2011], [Рыбина Г.В., 2014а], [Юрков Н.К., 2010], [Тельнов Ю.Ф., 2014], [Тельнов Ю.Ф., 2015], [Трембач В.М., 2013], [Швецов А.Н. и др., 2014], [Смирнова Н.В. и др., 2012] и зарубежные [Nye B.D., 2015], [Bonner D. и др., 2015], [Allu M., 2008], [Keleş A. и др., 2010] работы, отражающие широкую типологию архитектур ИОС.

В лаборатории «Интеллектуальные системы и технологии» кафедры «Кибернетика» НИЯУ МИФИ за последние годы накоплен опыт разработки и использования в учебном процессе целого ряда обучающих интегрированных экспертных систем (ИЭС), созданных на основе задачно-ориентированной методологии и мощного современного инструментария – комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ [Рыбина Г.В., 2008]. Обучающие ИЭС и веб-ИЭС являются полнофункциональными ИОС нового поколения, обеспечивающими

реализацию всех базовых моделей ИОС (модель обучаемого, модель обучения, модель проблемной области, онтологии курсов/дисциплин и др.), а также решение комплекса задач интеллектуального обучения, основными из которых являются [Рыбина Г.В., 2014а]: индивидуальное планирование методики изучения учебного курса/дисциплины; интеллектуальный анализ решения учебных задач; интеллектуальная поддержка принятия решений.

Как показано в [Рыбина Г.В., 2011], [Рыбина Г.В., 2014а], [Трембач В.М., 2013] и др. работах, объединяющей основой задач интеллектуального обучения путем использования различных архитектур ИОС являются процессы выявления *знаний* (декларативные знания по конкретному курсу/дисциплине) и *умений* (процедурные знания, позволяющие демонстрировать, как на практике применяются полученные декларативные знания). Например, для реализации этих процессов в обучающих ИЭС, сетевая компетентностно-ориентированная модель обучаемого [Рыбина Г.В., 2008] динамически формируется на основе анализа ответов на вопросы из специальных веб-тестов, генерация которых осуществляется с помощью генетических алгоритмов, а методика оценивания знаний базируется на вычислении результирующей оценки за полный тест. Затем текущая модель обучаемого сравнивается с онтологией курса/дисциплины, в результате чего выявляются так называемые «проблемные зоны» в знаниях обучаемого по отдельным разделам и темам курса/дисциплины. Есть и другие подходы к

выявлению уровня знаний обучаемого, описанные, в частности, в работах [Юрков Н.К., 2010], [Трембач В.М., 2013], [Смирнова Н.В. и др., 2012], [Durlach P.J. и др., 2012], [Conati C., 2012], [Feng M. и др., 2010], однако, с методической, алгоритмической и технологической точек зрения реализация данных процессов не представляет особой сложности.

Что касается методов компьютерного выявления умений обучаемых решать учебные задачи, то здесь возникают проблемы, связанные со спецификой конкретного курса/дисциплины. Как показано в [Рыбина Г.В. и др., 2015а], в образовательном процессе выделяются два основных класса курсов/дисциплин – сильно и средне формализованные (математика, физика, теоретическая механика и др.) и слабо формализованные (неформализованные) гуманитарные, инженерные и специальные курсы/дисциплины. Для первого из них вопросы создания компьютерных средств, отражающих методику преподавания, специфику требований к учебным задачам, способы оценивания и др., достаточно хорошо проработаны и опираются на уже готовые решения и стандарты.

Относительно второй группы курсов/дисциплин, ситуация складывается намного сложнее, поскольку для подобных неформализованных курсов/дисциплин процесс выявления умений решать учебные задачи связан с моделированием рассуждений человека (обучаемого), и уже требуются совершенно другие подходы, которые связаны с искусственным интеллектом, в частности, с методами и средствами традиционных экспертных систем (ЭС) и ИЭС.

Например, преподавание специальных курсов/дисциплин по направлениям подготовки «Прикладная математика и информатика» и «Программная инженерия» («Введение в интеллектуальные системы», «Экспертные системы», «Интеллектуальные информационные системы», «Интеллектуальные диалоговые системы» и др.) связано с привитием навыков и умений обучаемых решать такие задачи, как [Рыбина Г.В., 2011], [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015а], [Рыбина Г.В., 2014б]: умение строить по принципу «сам себе эксперт» модели простейших ситуаций проблемной области (Про) на основе фреймов и семантических сетей, моделирование стратегий прямого/обратного вывода в ЭС, построение компонентов лингвистической модели подязыка деловой прозы и другие. Перечисленные выше учебные задачи базируются на неформализованных экспертных методиках (НФ-методиках), опыт реализации которых накоплен в технологиях традиционных ЭС и ИЭС, в частности, в инженерии знаний.

С другой стороны, преподавание специальных курсов/дисциплин по направлению подготовки «Электроника и автоматика физических установок» («Автоматизация физических установок и научных исследований») связано с привитием навыков и

умений сочетать строгие формализованные методы с НФ-методиками, например, в тех случаях, когда [Рыбин В.М., 2011]: невозможно построить точную математическую модель объекта управления; возникают дополнительные источники внешних возмущений (например, эксплуатационные параметры в системах управления электрофизическими комплексами); требования пользователей оказываются противоречивыми, неполными, приближенными и т.д. Поэтому, для поддержки построения обучающих ИЭС на основе задачно-ориентированной методологии (комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ) были созданы и апробированы на практике в учебном процессе НИЯУ МИФИ и других вузов специальные средства, реализующие «ручные» методики решения различных НФ-задач, в частности, представленных в [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В., 2014б].

Цель данной работы – описать полученный опыт реализации некоторых задач интеллектуального обучения именно в контексте НФ-методик, использующихся в обучающих ИЭС и веб-ИЭС по конкретным курсам/дисциплинам.

## **1. Общая характеристика компонентов интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ**

Комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ – это современный инструментальный тип WorkBench, поддерживающий интеллектуальную программную технологию автоматизированного построения ИЭС различной типологии и уровня сложности. Концептуальной основой для интеграции методов инженерии знаний, онтологического инжиниринга, интеллектуального планирования и традиционного программирования является понятие «интеллектуальной программной среды», впервые введенной в работе [Рыбина Г.В., 2008] и экспериментально исследованное в процессе разработки целого ряда прикладных ИЭС, в том числе обучающих ИЭС [Рыбина Г.В., 2008], [Рыбина Г.В. и др., 2013], [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015б]. Базовая роль в интеллектуальной программной среде принадлежит *интеллектуальному планировщику*, управляющему проектами по разработке ИЭС и веб-ИЭС. Различные версии планировщика детально описаны в [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В., 2008], [Рыбина Г.В. и др., 2013], [Рыбина Г.В. и др., 2015б] и др. работах. Поэтому в фокусе внимания данной работы находятся вопросы, связанные с методами реализации рассмотренных выше задач интеллектуального обучения с помощью других, не менее важных компонентов интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ.

Как показано в [Рыбина Г.В., 2008], основное место в составе компонентов интеллектуальной программной среды, использующихся для построения и исполнения планов разработки прототипов прикладных ИЭС, отводится *типовым*

проектным процедурам (ТПП) и повторно-используемым компонентам (ПИК). В частности, основным значимым алгоритмическим элементом, используемым для построения обучающих ИЭС и веб-ИЭС, является ТПП «Построение обучающих ИЭС», под которой в целом понимается набор типовых действий (инструкций), традиционно совершаемых инженером по знаниям на каждой стадии жизненного цикла разработки ИЭС при решении каких-либо проектных задач.

Сложность данной ТПП связана с необходимостью поддержки двух режимов функционирования обучающих ИЭС – режима Design Time, ориентированного на работу преподавателей и/или инженеров по знаниям (построение онтологии курсов/дисциплин, построение обучающих воздействий различных типов и т.д.) и режима RunTime, предназначенного для работы с обучаемым (построение текущих компетентностно-ориентированных моделей обучаемых, включая психологические портреты, динамическое формирование индивидуальных планов обучения на основе использования различных обучающих воздействий и т.д.).

Относительно роли ПИК следует отметить, что поскольку архитектура инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ построена по принципу распределенной функциональности, которая «разносится» по компонентам, зарегистрированным в комплексе и действующим под управлением интеллектуальной программной среды, то данные компоненты являются ПИК комплекса и реализуются по правилам, определенным для ПИК [Рыбина Г.В., 2008]. Поэтому при прототипировании обучающих ИЭС в настоящее время используется значительное число *операционных* и *информационных* ПИК, отражающих базовые процессы, связанные с решением задач интеллектуального обучения. Именно в контексте ПИК ниже представлено описание отдельных аспектов реализации интеллектуальной технологии обучения на основе применения в учебном процессе НИЯУ МИФИ обучающих ИЭС и веб-ИЭС. Данные вопросы обсуждались также в [Рыбина Г.В., 2008], [Рыбина Г.В. и др., 2013], [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015а].

## **2. Особенности реализации некоторых задач интеллектуального обучения на основе использования операционных и информационных ПИК**

В соответствии с задачей-ориентированной методологией построения ИЭС [Рыбина Г.В., 2008], одним из важных компонентов обобщенной модели *типовой задачи обучения* является сетевая модель обучаемого, построение и обновление которой осуществляется динамически с помощью проведения контрольных мероприятий,

предусмотренных учебным планом каждого курса/дисциплины.

Для этих целей в составе подсистемы поддержки построения обучающих ИЭС/веб-ИЭС, функционирующей в базовой и веб-версии инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, предназначены, в том числе, специальные средства построения модели обучаемого, представляющие из себя совокупность программных компонентов, использующихся для выявления как теоретических знаний, так и практических умений обучаемых решать учебные задачи по конкретным курсам/дисциплинам. Используя [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015а], рассмотрим более детально примеры реализации некоторых задач интеллектуального обучения.

### **2.1. Индивидуальное планирование методики изучения учебного курса**

Основным операционным ПИК для данной задачи являются средства построения онтологии курса/дисциплины. В настоящее время компонентами интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ поддерживаются *обобщенная* онтология «Интеллектуальные системы и технологии» (кафедра «Кибернетика») и онтология «Автоматизация физических установок и научных исследований» (кафедра «Автоматика»). Кроме того используется порядка десяти информационных ПИК, связанных с фрагментами гипертекстовых электронных учебников (ГТ-учебники) по конкретным курсам/дисциплинам, и несколько информационных ПИК для построения обобщенной онтологии «Интеллектуальные системы и технологии».

В целом, для построения текущих моделей обучаемого предназначены несколько ПИК [Рыбина Г.В. и др., 2015а], перечень которых приводится ниже.

1. Операционный ПИК «Компонент выявления уровня знаний» и несколько информационных ПИК, описывающих тестовые задачи для различных фрагментов онтологии конкретного курса/дисциплины.

2. Для обобщенной онтологии «Интеллектуальные системы и технологии» используются четыре операционных ПИК, связанных с выявлением умений обучаемых решать задачи на основе НФ-методик («Компонент выявления умений обучаемых моделировать стратегии прямого/обратного вывода», «Компонент выявления умений обучаемых строить компоненты лингвистической модели подязыка деловой прозы», «Компонент выявления умений обучаемых моделировать простейшие ситуации ПрО с помощью семантических сетей», «Компонент выявления умений обучаемых моделировать простейшие ситуации ПрО с помощью фреймов»).

3. Для онтологии «Автоматизация физических установок и научных исследований» используется

операционный ПИК, связанный с выявлением умений обучаемых разрабатывать системы автоматического управления (САУ) физическими установками («Компонент САУ физическими установками»).

4. Два операционных ПИК - «Генератор психологических тестов» и «Компонент выявления личностных характеристик обучаемых», причем процесс генерации психологических тестов осуществляется с использованием информационных ПИК, содержащих фрагменты авторских психологических тестов, направленных на выявление совокупности личностных характеристик обучаемых.

Следует отметить, что компонент отображения текущей модели обучаемого на онтологию курса/дисциплины, оформленный в виде ПИК, позволяет выявить «проблемные зоны» обучаемого, что лежит в основе построения индивидуального плана (стратегии) обучения. В контексте интеллектуальной технологии построения ИЭС, для автоматической генерации индивидуального плана обучения используется операционный ПИК «Компонент формирования планов (стратегий) обучения», а исполнение плана осуществляется специальными ПИК «Компонент управления реализацией обучающих воздействий».

Соответственно, каждая стратегия обучения включает определенную последовательность обучающих воздействий, в качестве которых в настоящее время используются следующие [Рыбина Г.В., 2008], [Рыбина Г.В., 2014a]: чтение ГТ-учебника; решение нескольких типов учебно-тренировочных задач; выполнение обучающего воздействия «Тренинг с ИЭС»; объяснения полученных результатов; подсказки; локализация ошибочных действий; контроль правильности решения и др.

Любая стратегия обучения характеризуется конкретным набором и порядком применения учебных воздействий, содержание которых определяется степенью конкретизации поставленной задачи, зависящей от уровня знаний/умений обучаемого и его психологического портрета. Процесс формирования и реализации всех обучающих воздействий поддерживается двумя специальными операционными ПИК (без учета ПИК, соответствующих базовым средствам комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ), а также несколькими информационными ПИК.

## 2.2. Интеллектуальный анализ решений учебных задач

В соответствии с [Рыбина Г.В., 2011], [Рыбина Г.В., 2014a], для выявления навыков/умений обучаемых решать учебные НФ-задачи из шести курсов/дисциплин, представленных в обобщенной онтологии «Интеллектуальные системы и технологии», используется моделирование процесса рассуждений студентов, решающих четыре типа следующих учебных задач: моделирование

стратегий прямого/обратного вывода в ИЭС; моделирование простейших ситуаций ПрО с использованием фреймов и семантических сетей; построение компонентов лингвистической модели простейшего подязыка деловой прозы. Используя [Рыбина Г.В. и др., 2015a], приведем краткую характеристику операционных ПИК, обеспечивающих реализацию вышеперечисленных задач.

1. ПИК «Компонент выявления умений обучаемых моделировать стратегии прямого/обратного вывода» и несколько информационных ПИК (фрагменты баз знаний) полностью обеспечивают данную функциональность в рамках изучения таких курсов, как «Введение в интеллектуальные системы», «Экспертные системы», «Интеллектуальные информационные системы» и др. Обучаемый проходит следующие этапы: создание фрагмента базы знаний, состоящей из продукционных правил; задание начальных фактов для осуществления прямого вывода; моделирование стратегии прямого вывода с получением оценки; задание начальных фактов и целей для осуществления обратного вывода; моделирование стратегии обратного вывода с получением оценки. Для оценивания умений обучаемого реализован простейший решатель, осуществляющий полный цикл эталонного вывода, а затем на основе «защитных» эвристик, производится сравнение действий обучаемого с эталонными этапами.

2. ПИК «Компонент выявления умений обучаемых моделировать простейшие ситуации ПрО с помощью фреймов» и несколько информационных ПИК (фрагменты фреймов-прототипов на упрощенном языке представления знаний FRL [Рыбина Г.В., 2014b]) обеспечивают объявленную функциональность в рамках курсов «Введение в интеллектуальные системы», «Экспертные системы», «Интеллектуальные информационные системы». Обучаемый выполняет контрольные задания по созданию фреймов-прототипов для ПрО, заданной преподавателем, после чего на основе использования простейшего FRL-интерпретатора производится оценка его умений, причем ведется полная история действий обучаемого, воспроизводящая логику рассуждений обучаемого и его ошибки.

3. Операционный ПИК «Компонент выявления умений обучаемых моделировать простейшие ситуации ПрО с помощью семантических сетей» и несколько информационных ПИК (фрагменты семантических сетей) обеспечивают объявленную функциональность в рамках курсов «Введение в интеллектуальные системы», «Экспертные системы» и «Интеллектуальные информационные системы». Обучаемый выполняет контрольные задания по построению фрагментов семантической сети для заданной ПрО, после чего на основе экспертной методики сравнения с эталонными фрагментами семантической сети производится

оценка уровня умений обучаемого решать данный тип задач.

4. ПИК «Компонент выявления умений обучаемых строить компоненты лингвистической модели подъязыка деловой прозы» и несколько информационных ПИК (словари, фрагменты текстов подъязыка деловой прозы, и т.д.) обеспечивают объявленную функциональность в рамках курса «Интеллектуальные диалоговые системы». Обучаемый выполняет контрольные задания по созданию лексического, синтаксического и семантического компонентов лингвистической модели для конкретного текста подъязыка деловой прозы, а затем с помощью специальной экспертной НФ-методики производится оценка уровня его умений;

Для выявления навыков/умений обучаемых решать как формализованные так и НФ-задачи, представленных в онтологии «Автоматизация физических установок и научных исследований» используется операционных ПИК «Разработка САУ физическими установками», который обеспечивает следующую функциональность в рамках соответствующего курса/дисциплины [Рыбин В.М., 2011]: разработка структурных схем САУ; расчет устойчивости САУ; выбор элементов САУ и др.

### **2.3. Интеллектуальная поддержка принятия решений**

Важно отметить, что при разработке обучающих воздействий типа «Тренинг с ИЭС» для различных курсов/дисциплин, содержащих НФ-методики, наиболее актуальной является задача построения моделей Про (в том числе на основе знаний, содержащих отдельные виды НЕ-факторов знаний [Рыбина Г.В., 2008]), а также реализация режима консультации с ИЭС путем построения сценария диалога с обучаемым, в котором значительное внимание уделяется объяснениям, подсказкам и/или проверке следующего этапа решения задачи и т.д.

Здесь применяются несколько операционных ПИК из базовых средств комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ (подсистема общения, универсальный АТ-РЕШАТЕЛЬ, подсистема объяснений и др.), поскольку разработка обучающего воздействия данного типа представляет собой задачу создания полноценной ИЭС. Используются также информационные ПИК (фрагменты баз знаний из ранее созданных обучающих воздействий «Тренинг с ИЭС», фрагменты сценариев диалога пользователя в режиме консультации с ИЭС и др.) и операционный ПИК «Объяснительный компонент», осуществляющий помощь на каждом этапе решения учебных задач, в частности, подсказку следующего этапа, объяснения типа «как?» и «почему?», а также визуализацию трассы вывода.

### **3. Особенности мониторинга функционирования обучающих ИЭС и веб-ИЭС**

Таким образом, важной особенностью разработки и использования обучающих ИЭС и веб-ИЭС является автоматизация практически всех процессов, которые возникают в ходе обучения и контроля знаний/умений обучаемых [Рыбина Г.В., 2008], [Рыбина Г.В., 2011], [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015а]. Вся информация об обучаемых, онтологиях курсов/дисциплин, результатах прохождения обучения, результатах контроля обучаемых, индивидуальных рекомендациях на основании полученных результатов обучения и т.д. находится в единой среде и в любое время доступна обучаемому и/или контролирующему процесс обучения, что обеспечивается за счет специальных средств мониторинга процесса функционирования обучающих ИЭС. Иными словами, удовлетворяются все требования образовательного мониторинга, представляющего собой систему сбора, хранения, анализа и представления информации о состоянии наблюдаемых объектов, явлений, процессов с целью их оценки, контроля или прогноза.

Соответственно, в рамках операционного ПИК «Мониторинг процессов функционирования обучающих ИЭС» проводится аналитико-статистическая обработка всех данных, полученных о моделях обучаемых, что осуществляется на основе специальных параметров статистической обработки информации, используемых в процессе функционирования обучающих ИЭС и веб-ИЭС [Рыбина Г.В., 2014а], [Рыбина Г.В. и др., 2015а] и характеризующих как обучаемого, так и контингент обучаемых (для анализа накопленных данных, с целью улучшения качества обучения и выполнения функций мониторинга).

В [Рыбина Г.В. и др., 2015а] приведены примеры базовых параметров, предназначенных для обработки информации по каждому обучаемому: анализ «проблемных зон» по конкретным курсам/дисциплинам и их кластеризация; эффективность применения индивидуального плана обучения (типология и последовательность обучающих воздействий): оценка влияния обучающих воздействий на повышение уровня знаний и определение наиболее эффективных обучающих воздействий; расчет корреляции между уровнем умений и уровнем знаний по соответствующим темам курса/дисциплины; прогноз оценки на экзамене по результатам успеваемости в семестре; учет психологического портрета обучаемого; степень достижения целевых компетенций по конкретным курсам/дисциплинам и др.

Предусмотрены также параметры, используемые для обработки информации по всему контингенту обучаемых (группа, поток и др.), а именно: совокупный анализ «проблемных зон» по

конкретным курсам/дисциплинам и их кластеризация; оценка и кластеризация индивидуальных планов обучения по конкретным курсам/дисциплинам; прогноз результатов экзаменационной сессии; анализ и кластеризация психотипов обучаемых и др.

## Заключение

В настоящее время осуществляются экспериментальные программные исследования, реинжиниринг и дальнейшее развитие всех компонентов интеллектуальной технологии построения обучающих ИЭС. Кроме того проводятся работы по реализации ИФ-методик решения учебных задач по другим курсам различных онтологий (в частности «Динамические интеллектуальные системы» и др.)

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-01-00467 «Методы и инструментальные средства построения интеллектуальных обучающих систем на основе интегрированных экспертных систем» и 15-01-04696 «Разработка теоретических основ и инструментальных средств построения динамических интегрированных экспертных систем».

## Библиографический список

- [Рыбина Г.В., 2011] 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.
- [Рыбина Г.В., 2014а] Рыбина Г.В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в 3 кн.: Кн. 1: Системы основанные на знаниях. Интегрированные экспертные системы. – М.: Научтехлитиздат, 2014. – 224 с.
- [Юрков Н.К., 2010] Юрков Н.К. Интеллектуальные компьютерные обучающие системы: моногр./ Н.К. Юрков. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. – 304 с.
- [Тельнов Ю.Ф., 2014] Тельнов Ю.Ф. Принципы и методы семантического структурирования информационно-образовательного пространства на основе реализации онтологического подхода // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – М.: МЭСИ. 2014. №1. С.187
- [Тельнов Ю.Ф., 2015] Тельнов Ю.Ф. Реализация процессов учебно-методического обеспечения в интегрированном информационно-образовательном пространстве на основе сервисной архитектуры // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – М.: МЭСИ. 2015. №1. С.198
- [Трембач В.М., 2013] Трембач В.М. Системы управления базами эволюционирующих знаний для решения задач непрерывного образования. – М.: МЭСИ, 2013. – 255 с.
- [Швецов А.Н. и др., 2014] Швецов А.Н., Сибирцев Е.В., Андрианов И.А. Компьютерные обучающие системы: мультиагентный подход // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Москва, 16-19 июня 2014 г.: Труды. [Электронный ресурс] М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. 9616 с.
- [Смирнова Н.В. и др., 2012] Смирнова Н.В., Шварц А.Ю. Мотивационно-волевой компонент модели обучаемого в следящих интеллектуальных системах. Часть 1 // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. №1. С.65-80.
- [Nye B.D., 2015] Nye B.D. Intelligent tutoring systems by and for the developing world: A review of trends and approaches for educational technology in a global context // International Journal of Artificial Intelligence in Education. Volume 25, Issue 2, 2015, P. 177-203
- [Bonner D. и др., 2015] Bonner D., Walton J., Dorneich M.C., Gilbert S.B., Winer E., Sottolare R.A. The development of a testbed to

assess an intelligent tutoring system for teams // Workshops at the 17th International Conference on Artificial Intelligence in Education, AIED-WS 2015; Madrid; Spain; CEUR Workshop Proceedings. Volume 1432, 2015, P. 31-37

[Ally M., 2008] Ally M. Intelligent tutoring systems for distributed learning // Agent-Based Tutoring Systems by Cognitive and Affective Modeling. 2008, P. 292-306

[Keleş A. и др., 2010] Keleş A., Keleş A. Intelligent tutoring systems: Best practices // Intelligent Tutoring Systems in E-Learning Environments: Design, Implementation and Evaluation. 2010, P. 1-26

[Рыбина Г.В., 2008] Рыбина Г.В. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. Монография. – М.: «Научтехлитиздат», 2008. – 482 с.

[Durlach P.J. и др., 2012] Durlach P.J., Lesgold A.M. Adaptive technologies for training and education. Cambridge University Press. 2012, 360 p.

[Conati C., 2012] Conati C. Student modeling and intelligent tutoring beyond coached problem solving // Adaptive Technologies for Training and Education. 2012, P. 96-116

[Feng M. и др., 2010] Feng M., Heffernan N., Koedinger K. Student modeling in an intelligent tutoring system // Intelligent Tutoring Systems in E-Learning Environments: Design, Implementation and Evaluation. 2010, P. 208-236

[Рыбина Г.В. и др., 2015а] Рыбина Г.В., Сергиенко Е.С. Интеллектуальное обучение на основе интегрированных экспертных систем: моделирование умений обучаемых решать сложные учебные задачи // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – №1. – С.31-39.

[Рыбина Г.В., 2014б] Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. Учебное пособие. – М.: «Финансы и статистика», 2014. – 432с.

[Рыбин В.М., 2011] Рыбин В.М. Интеллектуальное управление на основе динамических интегрированных экспертных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011, №6, с.16-19

[Рыбина Г.В. и др., 2013] Рыбина Г.В., Блохин Ю.М., Иващенко М.Г. Некоторые аспекты интеллектуальной технологии построения обучающих интегрированных экспертных систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2013. №4. С.27-36

[Рыбина Г.В. и др., 2015б] Рыбина Г.В., Блохин Ю.М. Методы и средства интеллектуального планирования: применение для управления процессами построения интегрированных экспертных систем // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. №1. С.75-93

## SOME FEATURES OF DEVELOPMENT AND USING OF TUTORING INTEGRATED EXPERT SYSTEMS IN EDUCATIONAL PROCESS MEPHI

Rybina G.V., Rybin V.M., Sergienko E.S.

*National Research Nuclear University MEPHI  
(Moscow Engineering Physics Institute), Moscow,  
Russia Federation*

galina@ailab.mephi.ru

## Introduction

Analyzes the experience of development and use in the educational process MEPHI tutoring integrated expert systems created on the basis of task-oriented methodology and programming intelligent environment of AT-TECHNOLOGY workbench. The emphasis is on the peculiarities of the implementation of certain tasks of intellectual training, related to the identification of knowledge and skills of students to solve the problem unformalized.