

## Оглавление

Введение.....	5
Раздел 1. Анализ современных подходов к интеллектуальному обучению и построению интеллектуальных обучающих систем.....	8
1.1. Интеллектуальные обучающие системы как один из основных программных продуктов искусственного интеллекта .....	8
1.2. Общая характеристика архитектур интеллектуальных обучающих систем и инструментальных средств для их разработки ...	12
1.3. Эволюция парадигм и технологий разработки интеллектуальных обучающих систем .....	17
1.4. Особенности реализации модели обучаемого и модели обучения в интеллектуальных обучающих системах .....	21
1.5. Место и роль онтологий в интеллектуальном обучении на основе использования интеллектуальных обучающих систем .....	25
Раздел 2. Модели и методы построения обучающих интегрированных экспертных систем на основе задачно-ориентированной методологии и средств инструментального комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ.....	33
2.1. Эвристическая модель типовой задачи обучения .....	33
2.2. Компетентностно-ориентированная модель обучаемого (М1) и методы ее построения .....	34
2.3. Модель онтологии в виде семантической сети и методы построения прикладных онтологий учебных курсов/дисциплин.....	37
2.4. Особенности построения текущих моделей обучаемых на основе использования прикладных онтологий курсов/дисциплин...	43
2.5. Адаптивная модель обучения (М2) и методы ее построения .....	45
2.6. Модель объяснения (М3) и особенности построения моделей профессиональных и универсальных компетенций обучаемых.....	48

2.7. Особенности разработки и использования обучающих интегрированных экспертных систем .....	50
2.8. Способы реализации типовых задач интеллектуального обучения .....	58
2.9. Базовые принципы интеллектуальной технологии построения прототипов обучающих интегрированных экспертных систем.....	61
2.10. Перспективы расширения сферы использования обучающих интегрированных экспертных систем .....	65
2.11. Концепция автоматизированного формирования онтологического пространства знаний и умений обучаемых на основе разработки и применения обучающих интегрированных экспертных систем .....	68
Раздел 3. Практические занятия с использованием обучающих интегрированных экспертных систем по различным дисциплинам .....	73
1. Использование обучающей ИЭС по дисциплине «Введение в интеллектуальные системы и технологии» .....	74
1.1. Практическое занятие № 1.....	74
1.2. Практическое занятие № 2.....	86
1.3. Практическое занятие № 3.....	91
2. Использование обучающей ИЭС по дисциплине «Интеллектуальные диалоговые системы».....	95
2.1. Практическое занятие № 1.....	95
2.2. Практическое занятие № 2.....	97
2.3. Практическое занятие № 3.....	105
3. Использование обучающей ИЭС по дисциплине «Проектирование кибернетических систем, основанных на знаниях»	109
3.1. Практическое занятие № 1.....	109
4. Использование обучающей ИЭС по дисциплине «Динамические интеллектуальные системы».....	112
4.1. Практическое занятие № 1.....	112
Литература.....	116

## Введение

Данное учебное пособие продолжает серию учебно-методической литературы, предназначенной для практической поддержки большого круга специальностей и специализаций в области искусственного интеллекта (ИИ), в частности, направления «Интеллектуальные системы и технологии», которое входит в состав основных образовательных программ по таким направлениям подготовки, как «Программная инженерия» (бакалавриат и магистратура), «Прикладная математика и информатика» (бакалавриат и магистратура), «Информатика и вычислительная техника» (аспирантура) и др.

В НИЯУ МИФИ учебные планы в рамках направления «Программная инженерия» в настоящее время включают в себя следующие дисциплины: «Введение в интеллектуальные системы и технологии», «Интеллектуальные диалоговые системы», «Интеллектуальные информационные системы», «Динамические интеллектуальные системы», «Современные архитектуры интеллектуальных систем», «Проектирование кибернетических систем, основанных на знаниях», «Интеллектуальные системы и технологии».

Для автоматизированной поддержки всех вышеперечисленных дисциплин, начиная с 2008 г. в лаборатории «Интеллектуальные системы и технологии» кафедры «Кибернетика» НИЯУ МИФИ осуществляется разработка и активное использование в учебном процессе целого ряда обучающих интегрированных экспертных систем (ИЭС), созданных на основе авторской (Г. В. Рыбина) задачно-ориентированной методологии построения ИЭС и оригинального современного инструментария — комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, предназначенного для поддержки всех этапов жизненного цикла разработки и сопровождения ИЭС различной архитектурной типологии.

Обучающие ИЭС и веб-ИЭС являются полнофункциональными интеллектуальными обучающими системами (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 (индивидуальное планирование методики изучения учебного курса/дисциплины; интеллектуальный анализ решения учебных задач; интеллектуальная поддержка принятия решений).

Обучающие ИЭС и веб-ИЭС сопровождают практическую часть учебного процесса по всем вышеперечисленным дисциплинам по направлению «Интеллектуальные системы и технологии». Особое внимание здесь уделяется привитию навыков и умений обучаемых решать такие неформализованные задачи, как: умение строить по принципу «сам себе эксперт» моделей простейших ситуаций проблемной области на основе продукций, семантических сетей и фреймов, моделирование стратегий прямого/обратного вывода в ИЭС, построение компонентов лингвистической модели подязыка деловой прозы и другие.

В качестве базовой учебной литературы для студентов и преподавателей используются следующие книги:

- Рыбина Г. В. Основы построения интеллектуальных систем. Учебное пособие. — М.: «Финансы и статистика», 2014. — 432 с.

- Рыбина Г. В., Паронджанов С. С. Технология построения динамических интеллектуальных систем. Учебное пособие. — М.: НИЯУ МИФИ, 2011. — 240 с.

- Рыбина Г. В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в трех книгах. Кн. 1. Кн. 2. Кн. 3 — М.: «Научтехлитиздат», 2014, 2015.

Полученные научные и практические результаты в области теории и технологии построения обучающих ИЭС, а также накопленный многолетний опыт активного применения разработанных обучающих ИЭС и веб-ИЭС на практических занятиях по вышеперечисленным дисциплинам, показал необходимость создания нового учебного пособия, как для помощи в выполнении научных исследований и разработок в области ИЭС в целом, так и с целью методической подготовки преподавателей и студентов к работе с отдельными компонентами обучающих ИЭС и веб-ИЭС.

Учитывая, что в настоящее время, практически, полностью отсутствуют учебные пособия и научные издания (монографии), в которых излагается систематизированный взгляд на достаточно обширную проблематику ИЭС, здесь кроме представления собственных научных и технологических результатов в этой области,

автор счел необходимым включить также аналитические обзоры отечественных и зарубежных работ, связанных с различными архитектурами ИОС и использованием онтологий в образовательном процессе, что значительно расширяет традиционные рамки учебного пособия.

Таким образом, два первых раздела книги содержат теоретико-методический материал по основам построения ИОС на базе архитектур обучающихся ИЭС, а третий раздел включает описание конкретных методик и инструкций проведения практических и/или лабораторных занятий с использованием оригинального программного обеспечения обучающихся ИЭС по нескольким различным курсам. Важно отметить, что материал книги может быть эффективно использован для постановки самостоятельных курсов по тематике, связанной с методами и технологиями построения собственно ИОС.

Данное учебное пособие предназначено не только для студентов бакалавриата, магистратуры и аспирантуры направлений «Программная инженерия», «Прикладная математика и информатика», «Прикладная информатика», «Информатика и вычислительная техника», обучающимся в НИЯУ МИФИ. Книга может быть использована всеми университетами, осуществляющими подготовку специалистов в области интеллектуальных систем и технологий, а также широким кругом исследователей и разработчиков программного обеспечения прикладных интеллектуальных систем с различной архитектурной типологией.

Автор признателен всем студентам и аспирантам лаборатории «Интеллектуальные системы и технологии» кафедры «Кибернетика» НИЯУ МИФИ, активно участвовавшим в реализации, апробации и реинжиниринге отдельных компонентов обучающихся ИЭС, а также выражает особую благодарность аспирантам Е. С. Фонталиной, А. А. Слинькову и А. А. Григорьеву за методическую и техническую помощь в проведении практических и лабораторных занятий с использованием обучающихся ИЭС по различным дисциплинам.

## **Раздел 1. Анализ современных подходов к интеллектуальному обучению и построению интеллектуальных обучающих систем**

### **1.1. Интеллектуальные обучающие системы как один из основных программных продуктов искусственного интеллекта**

Методы искусственного интеллекта (ИИ) лежат в основе ключевых технологий XXI века, а интеллектуальные системы и технологии как основные программно-аппаратные продукты ИИ применяются сегодня, практически, во всех сферах человеческой деятельности, причем не только в производственных, но и в социально-значимых областях для управления сложными системами и процессами, анализа и принятия решений, мониторинга, прогнозирования, диагностики, поиска и анализа текстовой информации и решения других задач, определенных Указом Президента РФ (№ 490 от 10.10.2019) о приоритетных направлениях развития ИИ.

Одним из наиболее распространенных и практически значимых классов прикладных интеллектуальных систем являются интегрированные экспертные системы (ИЭС), обладающие масштабируемой архитектурой и расширяемой функциональностью. Для построения ИЭС создана, динамически развивается и активно используется на практике предложенная автором задачно-ориентированная методология [1], принципиальная особенность которой заключается в концептуальном и программном моделировании архитектуры разрабатываемых прикладных ИЭС (статических, динамических, обучающих) на всех уровнях конкретизации процессов интеграции в ИЭС с ориентацией на наиболее востребованные типы неформализованных задач (НФ-задач), релевантных технологии систем, основанных на знаниях (СОЗ(ЭС)).

Соответственно, постоянно усовершенствуется и экспериментально исследуется на практике созданный для автоматизированной поддержки этой методологии специальный инструментарий типа Workbench (комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ) [1; 2], на базовой функциональной платформе которого уже создано несколько поколений инструментальных средств (ИС), обеспечивающих автоматизированную и интеллектуальную поддержку процессов разработки и сопровождения прикладных ИЭС на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ).

Детальное описание задачно-ориентированной методологии и интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ приводится в монографиях автора [1; 2] и многочисленных работах разных лет. Наиболее доступные полнотекстовые работы авторского коллектива, опубликованные в периодических русскоязычных журналах, приводятся в списке литературы [3–27], из которых [3–11; 14; 16; 19; 24–26] посвящены теории и технологии построения ИЭС на основе задачно-ориентированной методологии, а работы [12; 13; 15; 17; 18; 20; 22; 23; 27] непосредственно связаны с обучающими ИЭС, находящимися в фокусе внимания данной работы.

Современный опыт применения задачно-ориентированной методологии и сложившейся за эти годы технологии *прототипирования* прикладных ИЭС уже насчитывает несколько десятков ИЭС различной архитектурной типологии, разработанных для задач диагностики, проектирования, управления, обучения и др., среди которых значительное место занимают именно *обучающие* ИЭС, которые в полной мере удовлетворяют требованиям самых современных компьютерных технологий обучения с точки зрения реализации процессов *индивидуализации, интеллектуализации и веб-ориентации* [1; 2].

Анализ обширного потока отечественных и зарубежных публикаций, проведенный автором в [2; 12; 13; 15–18] и др. работах, свидетельствует о том, что усилия значительной части разработчиков по-прежнему направлены на порождение большого количества компьютеризированных курсов и систем электронного обучения по различным предметам и дисциплинам, включая системы дистанционного электронного обучения и создание многочисленных коммерческих курсов и программ.

Однако, как показано в [2; 12; 29; 30; 33; 46], переход от образовательной парадигмы индустриального общества к образовательной парадигме *постиндустриального* общества означает отказ от понимания образования как способа получения готового знания и

представления о преподавателе как носителе готового знания, что в целом изменяет цели обучения, его мотивацию, формы и методы, а также роль преподавателя.

Поэтому традиционные информационные технологии, ориентированные только на предоставление обучаемым электронных версий учебного материала (например, в гипертекстовой форме или с использованием мультимедийных средств, включая удаленный доступ к этим информационным ресурсам и дистанционное взаимодействие с преподавателем и/или другими обучаемыми), уже не удовлетворяют новым требованиям инновационного развития собственно образовательного процесса и механизмов взаимодействия обучаемых с компьютером, а также возможностям использования доступного пространства *знаний и умений*.

В настоящее время самые перспективные исследования направлены на создание различных средств *интеллектуального* компьютерного обучения [2; 12] на основе разработки и использования интеллектуальных обучающих систем (ИОС) различной архитектурной типологии, однако успехи здесь пока достаточно ограничены, поскольку реально функционирующие ИОС пока еще в очень незначительной степени используют все многообразие методов и средств ИИ [13; 15; 18; 42–45] и интеграционные возможности с другими областями научных знаний.

С другой стороны, используя популярность данной проблемы, достаточно часто предлагаются «фантазийные» проекты и описания ИОС без учета уровня математической, алгоритмической и программной сложности реализации предлагаемых архитектур ИОС, не говоря уже о необходимости создания инструментальных средств автоматизации их проектирования.

Исторические рамки зарождения и становления проблематики ИОС обычно соотносят с периодом 1970–1980-х гг. и связывают с именами Дж. Карбонелла (J. R. Carbonell) [51] и П. Л. Брусилковского [47; 50], которыми было сформулировано общее представление об ИОС как особом классе интеллектуальных систем, в архитектурах которых предусмотрена возможность автоматизированной поддержки не только моделей проблемных областей (ПрО), но и моделей *обучаемых* и разнообразных моделей *обучения*.

За прошедший период было предложено значительное число различных подходов и концепций к разработке ИОС, обладающих широкой архитектурной типологией и определенной спецификой, но которые вполне удовлетворяют всем базовым определениям и



требованиям, предъявляемым к ИОС, в соответствии с приведенными ниже двумя определениями, принадлежащими одному из самых известных специалистов в области ИОС П. Л. Брусиловскому [50].

### ***Определение 1.***

ИОС обладает такими свойствами, как: адаптация к знаниям и особенностям обучаемого; гибкость процесса обучения; выбор оптимального обучающего воздействия; определение причин ошибок обучаемого.

### ***Определение 2.***

Существенной частью ИОС является наличие модели обучаемого, модели процесса обучения, модели Про обучения, на основе которых для каждого обучаемого строится рациональная стратегия обучения.

Таким образом, основными целями создания ИОС в отличие от обычных компьютерных обучающих систем являлись: разработка и развитие адаптивной обучающей среды; организация диагностического процесса выявления ошибок в знаниях и умениях обучаемых; динамическое формирование обучающей программы в соответствии с текущей ситуацией в процессе обучения; эффективная помощь преподавателям по подготовке учебных материалов (задач) и т. п.

Различные классификации ИОС, исходя из общей архитектуры ИОС, состава и функциональной структуры базовых компонентов, стали активно предлагаться уже в конце 1980-х — начале 1990-х гг. (В. Л. Стефанюк [49], П. Л. Брусиловский [50], В. А. Петрушин [52], Г. В. Рыбина [72–79] и др.). В середине 1990-х гг. впервые упоминаются сетевые ИОС и сетевые адаптивные ИОС (П. Л. Брусиловский [47], В. В. Голенков [48] и др.). В начале 2000-х гг. появляются агентно-ориентированные ИОС и ИОС на основе многоагентных технологий (Т. У. Tang [57], С. R. Lopes [58], И. Х. Галеев [53; 54; 55], Ю. Ф. Тельнов [30; 117], В. М. Трембач [29] и др.).

В последнее десятилетие возросло значение Интернета, облачных вычислений, обучения через веб и онтологического подхода (S. Sosnovsky at all [45], К. Kabassi [56], В. В. Грибова [40], Г. В. Рыбина [2; 18], Ю. Ф. Тельнов [90; 91], В. М. Трембач [31; 32], Т. А. Гаврилова [28], и др.).

Таким образом, для поддержки решения задач интеллектуального обучения, в основе которого заложена концептуальная и

логическая взаимосвязь процессов индивидуализации, веб-ориентации и интеллектуализации за счет интеграции методов ИИ и педагогики [2; 12; 13], возник и получил значительное развитие в отечественной и зарубежной практике новый класс архитектур интеллектуальных систем в виде ИОС, которым сегодня предсказывают большие перспективы в современном образовательном процессе.

Ниже проводится общий анализ наиболее характерных подходов к реализации отечественных и зарубежных ИОС с различной *архитектурной типологией*. Анализ существующих типов ИОС на основе других критериев, например, по направлениям подготовки специалистов в конкретных профессиональных областях и т. п. представлен, в частности, в [38] и др. работах.

## **1.2. Общая характеристика архитектур интеллектуальных обучающих систем и инструментальных средств для их разработки**

С точки зрения архитектуры, состава и структуры основных компонентов и средств ИОС, к настоящему времени исторически сформировалось несколько типов базовых архитектур ИОС как одного из наиболее распространенных и востребованных классов прикладных интеллектуальных систем:

- проблемно-специализированные ИОС на основе традиционных экспертных систем (ЭС) и экспертно-обучающих систем;
- обучающие ИЭС и веб-ИЭС как полнофункциональные классы ИОС;
- агентно-ориентированные и многоагентные (МАС) ИОС;
- ИОС на основе технологий облачных платформ другие.

Рассмотрим особенности некоторых типов архитектур ИОС. К числу наиболее известных и часто упоминаемых в литературе ИОС, появившихся в начале 2000-х гг., относятся веб-ориентированные ИОС (веб-ИОС) [48; 49] и веб-ориентированные обучающие адаптивные системы (веб-ОАС) типа ELM-ART, CALAT, WITS и др. [42], развитие и совершенствование которых всегда находилось в фокусе внимания многих отечественных и зарубежных исследователей, например работы [42–45; 56].

Следует отметить, что архитектуры современных веб-ОАС и веб-ИОС не являются полностью новыми или уникальными,

поскольку также как и в традиционных ИОС здесь используются знания о ПрО, об обучаемом и стратегиях обучения для поддержки гибкого персонифицированного процесса изучения конкретных дисциплин/курсов (формирование знаний) и привития практических навыков использования этих знаний (формирование навыков/умений) [12; 13; 15; 18].

Новым шагом в интеллектуальном компьютерном обучении стало появление агентно-ориентированных ИОС [42–44; 57; 58], в состав архитектуры которых входят, например, следующие типы агентов: агенты интерфейса преподавателя, агент интерфейса обучения, агент доступа к знаниям, агент онтологий, агент-координатор взаимодействий между агентами и др. Однако, в большинстве работ декларируются, в основном только функциональные свойства агентов, включенных в состав ИОС, и не рассматриваются архитектуры собственно агентов (делиберативная, реактивная, гибридная [92]) и методы их реализации, что затрудняет оценку сложности и работоспособности описываемых ИОС.

Есть целый ряд работ, в которых *агенты* ИОС, например, кафедры ВУЗа [31; 32], создаются с учетом требований сервисно-ориентированной архитектуры, основными компонентами которой являются: репозиторий учебных объектов; агент обучаемого; оценка знаний обучаемого; формирование индивидуальных программ обучения; персональная среда обучения; методическая поддержка и некоторые др.

В других ИОС [90; 91] получил распространение сервисно-компонентный подход к архитектуре системы с целью обеспечения доступности и автономности компонентов. Использование этого подхода обусловлено тем, что интернет-ориентированные сервисные службы позволяют поддерживать доступ к системе в любое время и с любого подключенного к сети Интернет клиентского компьютера. Прототип MAC сетевого взаимодействия учебных заведений описан в [30; 117].

Достаточно интересными архитектурными решениями отличается ИОС «Волга» [62], в которой центральное место занимает модуль управления процессом обучения, использующий для планирования и выбора действий системы логические и другие решатели и методы теории принятия решений.

В работе [63] предложен подход к построению архитектуры ИОС в виде интеллектуальной системы контроля знаний, когда система имитирует поведение преподавателя в процессе контроля

знаний, определяет пробелы в знаниях и вырабатывает рекомендации по дальнейшему обучению.

Характерной особенностью современного этапа развития ИОС стало появление в архитектурах ИОС онтологий различного типа, которые имеют достаточно широкий спектр функционального применения — от описания структуры конкретных курсов/дисциплин или Про обучения до онтологических моделей обучаемых и обучения. Место и роль онтологий в ИОС отдельно рассматриваются в разделе 1.5.

С точки зрения решений, полученных и в области создания инструментальных средств (ИС) поддержки разработки ИОС и веб-ИОС (что применимо в тех случаях, когда в алгоритмах управления процессом обучения используются педагогические (дидактические) принципы обучения, инвариантные к дисциплине/курсу, т. е. речь идет об адаптивном управлении процессом обучения), то здесь не наблюдается значительных новаций, поскольку основное внимание уделяется реинжинирингу и дальнейшему развитию существующего инструментария [12; 13; 15; 18].

В качестве примера можно привести семейство инструментальных систем МОНАП, МОНАП-ПЛЮС, веб-версия МОНАП [33–35; 53–55], на основе которых реализован ряд прикладных ИОС, обеспечивающих адаптивный процесс обучения грамматикам немецкого и русского языков, языку разметки HTML и др., представляющих собой достаточно гибкие системы открытого вида.

В [35] описан пример использования веб-версии МОНАП, с помощью которой педагоги-предметники из однотипных Про, используя удаленный доступ через Интернет, могут создавать свои среды обучения с различными дидактическими характеристиками — в данном случае это среда адаптивного обучения языку HTML.

Большими возможностями для реализации ИОС обладает отечественная платформа IASaaS [40], представляющая собой программно-информационный Интернет-комплекс для поддержки разработки, управления и удаленного использования прикладных и системных многоагентных облачных сервисов (прежде всего интеллектуальных) и их компонентов. Комплекс основан на технологии облачных вычислений и обеспечивает удаленный доступ конечным пользователям к интеллектуальным системам, в том числе ИОС, а разработчикам — к средствам их создания и управления. Уже имеется опыт создания на основе IASaaS нескольких ИОС для медицинских Про [39].

В настоящее время существует также целый ряд коммерческих ИОС, в частности, компания CarnegieLearning является лидером по продажам ИОС, предназначенных для изучения математики в школах США.

Большие перспективы в области интеллектуального обучения сегодня связаны с использованием веб-ориентированных ИЭС (веб-ИЭС) [1–3; 10], которые эффективно применяются в медицине, авиакосмической промышленности, экологии и др. ПрО, где существует необходимость оперативного доступа к экспертным знаниям для большого числа географически разнесенных пользователей.

Наследуя фундаментальные принципы представления и вывода на знаниях от ЭС и ИЭС, веб-ИЭС обладают целым рядом преимуществ, связанных с их общедоступностью, простотой распространения, удобством сопровождения, эффективностью и оперативностью обновления базы знаний (БЗ), а также обладают масштабируемой архитектурой, позволяющей расширять функциональность системы с помощью дополнительных подсистем, реализующих, в частности, характерные для ИОС средства индивидуализации и интеллектуализации обучения.

Поэтому эффективным подходом в области интеллектуального обучения является широкое использование подкласса веб-ИЭС — обучающих веб-ИЭС [1; 3; 12; 15; 17; 18; 20; 22; 23], что связано с возможностями дальнейшей *интеллектуализации* процессов обучения как за счет использования различных дистанционных образовательных технологий, так и путем эффективной интеграции моделей, методов и средств традиционных ЭС с обучающими системами в рамках единой архитектуры веб-ИЭС, объединяющей в себе совокупность взаимодействующих логико-лингвистических, математических, имитационных и некоторых других типов моделей.

Предложенная автором в конце 1990-х гг. и активно развивающаяся в настоящее время задачно-ориентированная методология построения ИЭС (детально описана в монографиях [1; 2]), и поддерживающий ее инструментарий нового поколения — комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ [1; 2; 9] позволяют осуществлять разработку в том числе широкого класса *обучающих ИЭС*, обладающих развитыми методами и средствами интеллектуального обучения, мониторинга и тестирования обучаемых. На *рис. 1* выделены две группы функциональных возможностей, предусмотренных задачно-ориентированной методологией для реализации архитектур именно обучающих ИЭС [12; 13; 15; 17; 18; 20; 23] и др.



*Рис. 1.* Функциональные возможности задачно-ориентированной методологии построения ИЭС для реализации интеллектуального обучения на основе построения обучающих ИЭС

Для этих целей были созданы оригинальные модели, методы, алгоритмы и процедуры, формирующие в совокупности конкретный подход к разработке обучающих ИЭС, а также разработаны специальные ИС, встроенные в комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, позволяющие реализовать автоматизированные рабочие места (АРМ) преподавателей-предметников по инженерным и специальным дисциплинам, т. е. тем дисциплинам, для которых целесообразно создавать обучающие ИЭС по типу тренажеров наставнического типа с целью сохранения уникальных неформализованных методик и опыта преподавания конкретных курсов или дисциплин.

Инструментальный комплекс АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, детально описанный в целом ряде работ [1; 2; 9; 14] и др., является динамически развивающимся отечественным инструментарием типа WorkBench, т. е. в контексте автоматизации программирования — это интегрированная инструментальная система, поддерживающая полный жизненный цикл (ЖЦ) создания и сопровождения прикладных ИЭС в статических и динамических Про.

На базовой функциональной платформе комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ уже создано несколько поколений инструментальных средств, обеспечивающих в том числе автоматизированную интеллектуальную поддержку разработки прикладных ИЭС на основе использования интеллектуальной программной среды комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ [1; 2; 8; 18; 19; 25; 123–125].

К настоящему времени накоплен многолетний опыт использования методологии и комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ для разработки обучающих веб-ИЭС именно для целей обучения, поскольку, с одной стороны, полностью наследуется мощная функциональность обучающих ИЭС (построение модели обучаемого, адаптивной модели обучения, модели ПрО, модели объяснения, модели преподавателя), а с другой — приобретаются все основные черты современной клиент-серверной архитектуры, такие как независимость систем от платформы, простота обновления информации, удобство в администрировании и технической поддержке, что, в частности, значительно упрощает процессы аккумулирования знаний преподавателей-предметников [1].

Рассмотрим основные подходы и особенности построения ИОС, не претендуя на исчерпывающую полноту анализа всех вышеприведенных типов архитектур ИОС, а лишь последовательно позиционируя важное место и роль ЭС и ИЭС в становлении и развитии систем класса ИОС.

### **1.3. Эволюция парадигм и технологий разработки интеллектуальных обучающих систем**

Если не рассматривать Интернет как самостоятельное средство обучения, обладающее целым рядом важных преимуществ (независимость от места/времени, наличие связей между многими объектами, мультимедийное общение и взаимодействие посредством компьютера), то в исследованиях и разработках по ИОС, связанных в той или иной степени с архитектурами обучающих ИЭС, выделяются несколько основных парадигм построения систем данного класса [13].

1. *Основанная на концепции специализированных ЭС, разрабатываемых для конкретного приложения.* Детальный обзор подобных систем был сделан автором в [1]. Другим примером являются ранние работы В. А. Петрушина [52; 65] в области так называемых *экспертно-обучающих систем*.

2. *Основанная на гипертексте или гипермедиа,* например, [66] и другие (эти вопросы достаточно хорошо и давно рассматриваются в специализированной литературе, не относящейся к области ИИ).

3. *Базирующаяся на интеграции ЭС и гипертекста/гипермедиа*, т. е. с добавлением к гипертексту (ГТ) возможностей логического вывода ЭС, что получило значительное распространение в так называемых «интеллектуальных текстах» или «экспертекстах» (термин, впервые предложенный R. Rada [67]). Прокомментируем дополнительно эту парадигму, поскольку в ранних работах по ИОС было предложено два основных направления встраивания знаний в ГТ [68].

В рамках первого направления — это целый спектр подходов, начиная от автоматизированного построения ГТ из линейного текста с помощью методов семантической индексации и заканчивая построением новых связей, как в процессе навигации, производимой обучаемым, так и в зависимости от его предыдущих действий, конечных целей, с учетом контекста и условий его вызвавших и т. п.

Что касается второго направления, то здесь большое распространение получили *экспертекстовые* системы, использующие отдельные методы и процедуры ЭС для управления навигацией в ГТ, например, известные коммерческие системы Knowledge Pro, INTERNIST, TIES, Oxford System of Medicine и отечественная КРЕДО [69]. Большинство из этих систем значительно ускоряют доступ к информации и увеличивают возможности манипулирования ею, однако не осуществляют настоящего *логического вывода*, так как приобретенные и используемые в них знания не формализованы, (исключение здесь составляют системы типа SATELIT [68], в которой ввод знаний в ГТ-систему осуществляется в виде формализма концептуальных графов Sowa).

4. *Использующая концепцию интеллектуальных обучающих инструментов* [70; 71], представляющих собой разновидности систем со смешанной инициативой и перекрывающимся (оверлейным) типом модели обучаемого [65], причем предполагалось, что на основе конструктора в режиме интерактивного диалога можно создавать веб-ориентированные интеллектуальные обучающие апплеты по любой дисциплине/курсу, объединять их в большие хранилища, а затем с помощью ссылок связывать в ИОС различной конфигурации.

5. *На основе интеграции традиционных ЭС с системами обучения*. Это базовая концепция, реализованная в задачно-ориентированной методологии построения ИЭС [1], поэтому рассмотрим ее более детально, тем более что системы компьютерного обучения, исторически возникшие гораздо раньше прикладных интеллектуальных систем, в частности ЭС, прошли большой путь от



Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)