

Концептуальная модель интеллектуальной обучающей системы для пользователей лазерных технологических комплексов*

В. А. Карасев¹, С. С. Маломуж², М. Ю. Стернин³

Рассматриваются этапы жизненного цикла интеллектуальной обучающей системы, связанные с разработкой основных компонентов концептуальной и информационно-логической моделей системы, в частности, с наполнением системы содержательной информацией, формированием обучающих последовательностей и разработкой схемы контроля знаний.

Введение

Подготовка квалифицированных профессиональных кадров для быстро развивающихся высокотехнологичных областей науки и экономики связана с разработкой быстрых и эффективных путей обучения и переподготовки персонала. Дефицит преподавателей необходимого профессионального уровня и рост стоимости обучения приводят к снижению эффективности стандартных методов подготовки специалистов.

Лазерные технологические комплексы (ЛТК) отличаются большой наукоемкостью, повышенной опасностью и требуют обучения, повышения квалификации, перманентной проверки знаний, консультирования и поддержки персонала во время эксплуатации комплекса.

* Работа частично поддержана грантом Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ НШ1964.20 03.1, Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 04-01-00290, 05-01-00666), Российской академией наук (программы фундаментальных исследований РАН «Математическое моделирование и интеллектуальные системы» и ОИТВС РАН «Фундаментальные основы информационных технологий и систем»)

¹ 140700, Московская обл., г. Шатура, ул. Святоозерская, 1, Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН, kvant@laser.ru.

² 141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский переулок, 9, Московский физико-технический институт (государственный университет), serjmalomuzh@inbox.ru.

³ 117312, Москва, проспект 60-летия октября, 9, ИСА РАН, mister@isa.ru.

В процесс эксплуатации ЛТК включены работники разной профессиональной направленности, квалификации и уровня подготовки, инженеры и техники — технологи, операторы, отладчики оборудования, работники отделов безопасности и технического контроля, работники финансовых и административных подразделений.

Проблема обучения столь разнородных групп пользователей усугубляется отсутствием учебников, доставляющих необходимые сведения с единых позиций.

В этих условиях насущной необходимостью становится разработка интеллектуальных обучающих систем, основанных на знаниях опытных экспертов и предоставляющих обучаемым сервис, характерный для дистанционного обучения.

Рассматриваются этапы жизненного цикла интеллектуальной обучающей системы (ИОС), связанные с разработкой основных компонент концептуальной и информационно-логической модели ИОС, в частности, с наполнением системы содержательной информацией, формированием обучающих последовательностей и разработкой схемы контроля знаний.

Сферы применения компьютерных средств поддержки процесса обучения достаточно обширны. Относительно новой сферой применения обучающих программ является лазерная обработка материалов. Представляемая работа основана на результатах исследований в данной области [Ларичев и др., 2003], однако, предлагаемые подходы могут быть полезны и в других высокотехнологичных отраслях.

1. Обобщенная схема модели ИОС

Жизненный цикл ИОС включает этапы концептуального проектирования, разработки, прототипирования, тестирования, создания полноценного продукта, эксплуатации и модернизации системы.

Концептуальная и информационно-логическая модели отражают состав и структуру ИОС и специфицирует отношения, определяющие порядок взаимодействия разработчиков и пользователей с обучающей системой.

Концептуальная модель обучающей системы формируется в результате проектирования, включающего разработку технико-экономического обоснования, изучение известных подходов и аналогов, анализ требований к знаниям и умениям, выбор педагогической стратегии и дидактических приемов, разработку состава и структуры обучающей системы и ее информационно-логической модели, определение типов задач и стратегии контроля знаний, разработку пользовательского интерфейса и форм пред-

ставления информации, определение и реализацию наборов служебных функций [Башмаков и др., 2003].

Модель интеллектуальной обучающей системы включает базу знаний, организованную в соответствии с выбранной сферой обучения. Проектирование базы знаний и работа с ней осуществляется с помощью систем поддержки разработчиков (СПР) и обучаемых пользователей (СПОП). В свою очередь СПР и СПОП представляют собой набор взаимодействующих подпрограмм (агентов), помогающих экспертам при формировании базы знаний и учебного курса, организующих диалог с пользователем при изучении материала и проверку качества обучения.

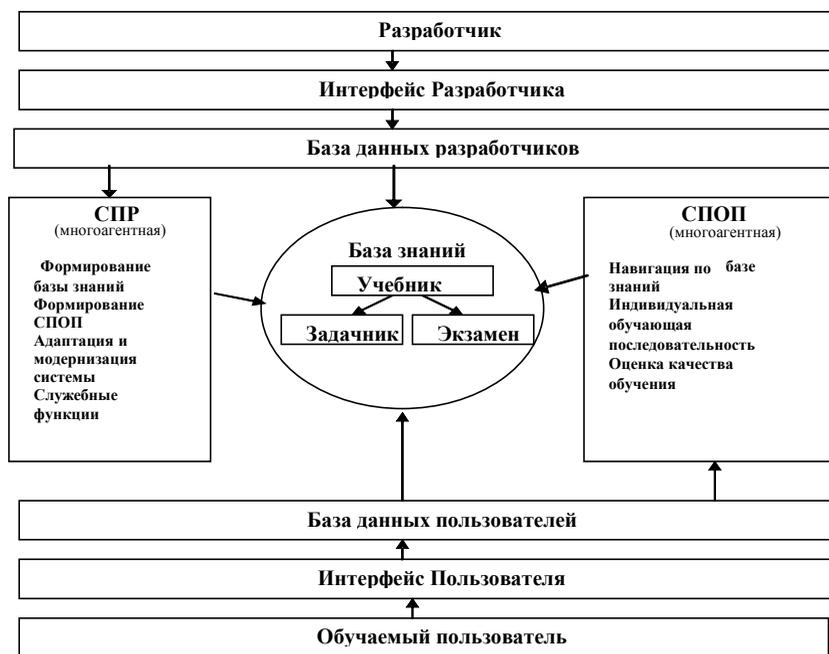


Рис 1. Обобщенная схема модели ИОС

В качестве методологической основы разработки и развития отдельных аспектов проекта ИОС, в частности систем поддержки разработчиков и пользователей, используются методы вербального анализа решений (ВАР), развиваемого в отделе «Теория и методы принятия решений» ИСА, в рамках методологии многокритериального принятия решений [Ларичев и др., 1996].

Методы ВАР предназначены для решения проблем классификации и упорядочивания альтернатив, выбора лучшей альтернативы из заданного списка и конструирования альтернатив, удовлетворяющих заданным требованиям. Методы предусматривают формирование списка вариантов (альтернатив), разработку списка критериев, их шкал, выявление и сбор исходной экспертной информации, выявление мнений экспертов и оценку альтернатив по критериям, и, наконец, помощь в выработке решений.

Разработанные в рамках предлагаемой методологии системы поддержки принятия решений, используются как в процессе проектирования, так и при эксплуатации обучающей системы. Системы поддержки применяются при решении проблем, связанных с многокритериальным выбором вариантов проектирования различных разделов системы обучения, для помощи в решении задач классификации, многокритериальной оптимизации, технической диагностики, обучения на примерах, оценки знаний и консультирования пользователей системы.

Обобщенная схема концептуальной модели ИОС включает также административные и справочные базы данных и интерфейсы разработчика и пользователя.

Основные компоненты моделей интеллектуальной обучающей системы формируются исходя из анализа исходной проблемной ситуации, намеченных целей, способов их достижения, состава участников, решающих проблему и их взаимодействия, требований к качеству работы системы.

2. Проблемная ситуация

Характерной чертой ситуации, в которой принимается решение о создании ИОС, является наличие большого количества обучаемых пользователей с неопределенным уровнем знаний, которые должны быть подготовлены к работе со сложными технологическими комплексами. Это накладывает определенные требования на систему, заключающиеся в предоставлении возможности индивидууму включаться в процесс обучения в любой момент, изучать материал в удобном для пользователя темпе и проверять свои знания в любые, подходящие пользователю, моменты времени.

Приведенные требования типичны для систем дистанционного обучения и обсуждаются в разрабатываемых стандартах для обучающих технологий.

Существует ряд международных организаций, работающих в сфере стандартизации и тесно сотрудничающих в сфере разработки элементов

системного подхода к построению обучающих систем, функционирующих на базе информационных технологий

Известными международными организациями, работающими в этой области, являются Alliance of Remote Instructional Authoring & Distribution Networks for Europe [ARIADNE], IEEE Learning Technology Standards Committee [LTSC], Sharable Content Object Model [SCORM].

Наиболее активно развивающейся международной ассоциацией в настоящее время является консорциум IMS Global Learning Consortium, Inc., [IMS].

Деятельность консорциума направлена на разработку системы базовых стандартов, описывающих требования к элементам учебного процесса в среде новых образовательных технологий. Множество создаваемых спецификаций консорциума включает в себя положения обеспечивающие стандартизацию:

- форматов хранения и поиск учебной информации;
- принципов построения систем управления обучением;
- форматов обмена данных;
- информации об участниках учебного процесса;
- элементов образовательного контента учебных материалов;
- форматов и принципов разработки учебных материалов.

Следует отметить, что разрабатываемые стандарты и спецификации, организуя работу проектировщиков обучающих систем, не затрагивают проблемы педагогики, содержания и платформы реализации. Инструментальные средства, рекомендуемые для сопровождения процесса проектирования, не охватывают многих важных содержательных моментов методологии, связанных с задачами развития интеллектуальных обучающих систем.

Именно решение методологических проблем, связанных с содержательными вопросами проектирования и реализации схем интеллектуальных консультирующих и обучающих систем, представляет наибольший интерес, поскольку стандартизовать эти процессы чрезвычайно сложно.

Предлагается строить двухуровневые ИОС. Первый уровень предназначен для обучения декларативным знаниям, то есть знаниям о фактах, явлениях и закономерностях, происходящих в изучаемых процессах. Второй уровень предназначен для обучения процедурным знаниям, представляющим собой умение решать задачи, возникающие при эксплуатации сложных технологических комплексов. На обоих уровнях ИОС используется как система поддержки специалистов для оказания консультативной помощи при решении специфических производственных проблем.

3. Состав участников, их цели и методы достижения целей

Согласование целей обучения является одним из важнейших элементов создания обучающей системы. Выбранные цели определяют не только содержание курса, но и методы и формы представления и контроля знаний, т. е. по существу определяют структуру обучающей системы.

Обучающие системы, как правило, рассматриваются с точки зрения нескольких взаимодействующих групп участников (акторов), преследующих свои цели. В состав этих групп включают обучаемых пользователей — работников разной профессиональной направленности, квалификации и уровня подготовки. Среди группы обучаемых пользователей можно выделить две подгруппы. Первая из них — пользователи, впервые изучающие предмет. Вторая — люди, ранее закончившие курс обучения, получившие первичные знания, но со временем их утратившие.

Целью обучаемых пользователей является качественное усвоение предлагаемого для изучения материала, расширяющего и углубляющего первоначальный объем знаний пользователей, что включает в себя:

- Освоение основных понятий, связанных с эксплуатацией ЛТК
- Владение профессиональными знаниями на декларативном уровне
- Подготовку к изучению процедурных знаний.

Достижение этих целей выполняется посредством создания и работы с обучающей последовательностью.

Однако группа акторов, взаимодействующих с ИОС, не ограничивается только обучаемыми пользователями. В процесс эксплуатации ЛТК включены работники разной профессиональной направленности, квалификации и уровня подготовки, например, отладчики оборудования, инженеры и техники — технологи, операторы, работники отделов безопасности и технического контроля. Их цели, задачи и методы достижения целей приведены в табл. 1.

Сфера обучения включает разнообразные знания, связанные с эксплуатацией ЛТК, при этом различные группы пользователей должны уделять особое внимание курсам, связанным с их непосредственной будущей профессиональной деятельностью. С другой стороны, практическая работа персонала ЛТК требует взаимопонимания при решении возникающих производственных проблем. Такое взаимопонимание и взаимодействие в значительной степени облегчается, если персонал, вне зависимости от своей узкой специализации, обладает некоторыми базовыми знаниями, позволяющими, при обсуждении проблем, связанных с эксплуатацией

ЛТК, общаться на едином, всем понятном, техническом языке. После ознакомления с базовыми понятиями и терминологией учащиеся могут приступить к изучению специальных курсов, соответствующих выбранному профессиональному направлению.

Таблица 1

Акторы	Цели, задачи	Методы
<i>Преподаватели-разработчики</i>	Информационное наполнение и логическая структура курса	Процедуры выявления и структуризации знаний
<i>Группа дидактической и психологической поддержки</i>	Повышение мотивации изучения курса.	Порядок представления и восприятия материала
<i>Специальная группа разработчиков</i>	Тестовые задания и методы оценки качества обучения	Генерация тестовых заданий
<i>Группа инженеров когнитологов</i>	Формирование базы знаний	Извлечение знаний
<i>Административно-преподавательская группа</i>	Сопровождение системы	Учебный процесс
<i>Административно-системная группа</i>	Адаптация и модернизация системы	Модернизация программного обеспечения

Обучающие системы, направленные на достижение этих целей должны удовлетворять определенным принципам и обеспечивать возможности, основными из которых являются:

- Структурирование профессиональной области обучения. Выделение базового объема знаний, который необходим для первоначального ознакомления с процессами эксплуатации ЛТК. Формирование специализированных разделов курса — дополнительных блоков профессионального знания, достаточного для последующего овладения процедурными знаниями. Такое выделение и структурирование возможно лишь при условии привлечения экспертов — специалистов в данной профессиональной области.
- Разделение всего объема знаний, предназначенных для усвоения, на части, каждая из которых требует отдельного изучения и проверки усвоения (эта подготовительная работа тоже выполняется экспертом).

- Разработка моделей (агентов), выполняющих различные функции системы и модели пользователя, отражающей его текущее состояние, в смысле усвоения знаний.
- Разработка обучающей последовательности, способной адаптироваться к текущему состоянию пользователя.
- Разработка мультимедийного сопровождения курса обучения, позволяющего быстро восстановить полученные ранее декларативные знания и усвоить новый материал.
- Разработка системы задач и тестов для проверки знаний на каждом этапе обучения и алгоритмов оценки качества усвоения материала.
- Обеспечение обратной связи в виде оценок качества выполненных тестов и рекомендаций по повторному прохождению некоторых разделов или всего курса при необходимости.

4. Взаимодействие акторов в ИОС

4.1. Построение сферы обучения

Сфера обучения включает разнообразные знания, связанные с эксплуатацией ЛТК. Особенностью сферы обучения сложным технологическим комплексам является отсутствие общепринятых учебных материалов и концепций построения баз знаний, пригодных для использования в декларативных обучающих системах — как правило, необходимые для изучения сведения распределены по многочисленным томам технической документации, язык которой мало пригоден для непосредственного применения в обучающей системе. Однако сведения, приводимые в документации, отвечают на подавляющее большинство вопросов и проблем, возникающих при наладке и эксплуатации ЛТК. Поэтому первой задачей в рамках проблемы создания обучающей системы, которая возникает перед разработчиками ИОС, является задача формирования сферы обучения на основе доступных данных и экспертных знаний.

Методология формирования сферы обучения ИОС ЛТК основана на приемах, успешно применяемых в системах ИИ для извлечения и структуризации знаний, основанных на онтологическом подходе [Гаврилова и др., 2000; Voinov, 2002].

На основе анализа литературных и экспертных знаний, формируется тезаурус основных понятий, используемых для описания процессов, свя-

занных с теоретическими представлениями и практикой эксплуатации ЛТК. Экспертами выделяются наборы понятий и устанавливаются отношения между ними, отражающие информацию, необходимую для формирования блоков основных и дополнительных знаний. Эти наборы определяют основу разбиения учебного материала на блоки и позволяют автоматизировать анализ связи между ними.

При составлении тезауруса, выявлении и формировании состава блоков учебного курса, используются процедуры, аналогичные рассмотренным в [Petrovsky, 1997].

Далее эксперты предлагают состав и структуру возможного учебника для изучения базовых понятий, необходимых для общения пользователей разных категорий при эксплуатации ЛТК, представляя детальное оглавление учебника. Методика формирования содержания курса предусматривает следующие шаги.

На основе анализа доступных литературных источников и технической документации формируется частотный словарь слов, словоформ и выражений, включающий терминологию, применяемую при описании понятий и процессов выполняемых при эксплуатации ЛТК. Для помощи экспертам в составлении словаря разрабатывается специальное математическое обеспечение, основанное на лингвистическом анализе доступных текстов технических описаний, статей и другой технической литературы.

Эксперты выявляют значащую терминологию и синонимию понятий, формируют семантические гнезда.

Сопоставление предлагаемых экспертами понятий, вытекающих из оглавления учебника, с объектами частотного словаря приводит к уточнению терминологического класса основных понятий и процессов, необходимых для изучения в базовом курсе обучения и в специальных курсах профессиональной подготовки.

На основе уточненного списка основных понятий и процессов формируются индексы (ссылки, связывающие понятия с соответствующими параграфами уточненного, модифицированного оглавления) и толковый словарь терминов, состав которого уточняется экспертами.

Группа преподавателей — разработчиков курса обучения формирует гипертексты разделов мультимедийного учебника. В процессе создания учебника формируются окончательные варианты тезауруса (полный частотный словарь с перекрестными ссылками, ссылками на толковый словарь и ссылками на параграфы учебника), глоссарий (выборка основной терминологии из толкового словаря с перекрестными ссылками и ссылка

ми на параграфы учебника). Тексты учебника сопровождаются ссылками на толковый словарь и глоссарий.

На основе тезауруса создается система помощи — консультации, позволяющая отыскать необходимые сведения об интересующем пользователе вопросе.

Сформированная таким образом сфера обучения базовым знаниям дополняется системами задач, проверочных тестов и контроля качества усвоения материала.

Подобная методика применяется и для формирования блоков дополнительного материала, необходимого для изучения и овладения узко профессиональными знаниями.

Таким образом, формируются основные разделы базы знаний ИОС, которая впоследствии дополняется базой моделей пользователей.

4.2. Построение обучающих последовательностей

Целью технологии построения последовательности курса обучения (также называемой технологией учебного планирования) является обеспечение пользователя наиболее подходящей, индивидуально спланированной последовательностью блоков знаний для заучивания и последовательностью учебных заданий (примеры, вопросы, задачи и т. д.) для занятий. Другими словами, последовательность обучения помогает пользователю найти «оптимальный путь» изучения материала учебника.

В ИОС в качестве основного выбрано активное построение последовательности обучения, обеспечивающее достижение поставленной цели — овладению полным множеством понятий сферы обучения — наилучшим, с точки зрения экспертов, образом. Пассивная последовательность является возвращающей технологией и начинает действовать, когда пользователь не способен решить задачу или ответить на вопрос (вопросы) правильно. Ее цель предложить пользователю подмножество доступного материала для заучивания, которое может заполнить пробел в знаниях студента. Пассивная модель последовательности обучения также предлагается для работы с дополнительными разделами. Это позволяет студентам, освоившим практику общения с обучающей системой, выбирать некоторое подмножество всех понятий сферы обучения как текущую цель. При этом система предлагает «оптимальный», по мнению экспертов — создателей обучающей системы, путь освоения разделов учебника, но позволяет обучаемому выбирать собственный путь, руководствуясь своими предпочтениями. Система, при работе в этом режиме, реагирует лишь на неверные решения задач, предлагая в этом случае повторить плохо усвоенные разделы курса.

Активное построение обучающей последовательности не исключает адаптивной поддержки навигации, позволяющей осуществлять настройку системы для пользователя с учетом его индивидуальных особенностей.

4.3. Модель обучаемого пользователя

В самом широком смысле, под моделью обучаемого пользователя понимают знания об обучаемом, используемые для организации процесса обучения. Это множество фактов об обучаемом, которые описывают различные стороны его состояния: знания, личностные характеристики, профессиональные качества и другие характеристики.

Модель строится с учетом существующих точек зрения на процессы моделирования обучаемого [Wenger, 1987].

Во-первых, путем анализа поведения обучаемого устанавливаются его текущие знания и умения — его динамическая (поведенческая или текущая) модель, изменяющаяся вместе с изменением обучаемого.

Во-вторых, составляется нормативная модель обучаемого, в которую входят требования к его конечному состоянию, включая требования к личностным качествам будущих специалистов, к их профессиональным качествам и умениям, требования к знаниям и умениям по различным учебным предметам и прочее, которые задаются заранее преподавателями — разработчиками курса. Конечной целью обучения является достижение такого положения, когда динамическая модель обучаемого совпадает с его нормативной моделью.

Третья точка зрения основывается на том, что, в общем случае, существуют различные траектории, по которым могут продвигаться обучаемые в процессе обучения. С одной стороны, это могут быть корректные траектории, обусловленные правильными действиями обучаемых и предусмотренные нормативной моделью обучаемого. С другой стороны, различные траектории могут быть обусловлены ошибочными действиями обучаемых, и многие их ошибки могут быть заранее предугаданы преподавателем. Перечень этих ошибок (желательно, с полной проработкой ошибочной траектории) составляет специфическую модель обучаемого, которую называют моделью ошибок.

5. Контроль знаний

5.1. Построение системы контроля знаний

Под эффективностью обучения понимается соответствие динамической модели обучаемого его нормативной модели. Конечной целью обуче-

ния является достижение такого положения, когда динамическая модель обучаемого совпадает с его нормативной моделью. Критерии эффективности обучения разрабатываются преподавателями — разработчиками курса обучения совместно со специальной группой разработчиков, создающих методы проверки качества усвоения материала курса пользователями, группой дидактической и психологической поддержки и инженерами-когнитологами.

Критерии эффективности обучения должны быть объективными, конструктивными, обладать устойчивостью, допускать оценку на порядковой шкале, позволять делать обобщенные выводы об эффективности применения обучающей системы для достижения проектируемых результатов и поставленных целей.

Автоматический контроль знаний учащихся в системе осуществляется с помощью встроенной системы контроля знаний на двух уровнях: задачник и экзамен (контрольные вопросы).

Задачник содержит последовательность задач, которые предлагаются для увеличения степени усвоения обучаемыми пройденного материала. Порядок и количество этих задач определяются выбранным или заданным (для базовых знаний) маршрутом обучения и степенью усвоения материала. Каждый из разделов задачника связан с соответствующим разделом учебника. Каждому разделу задачника соответствует раздел контрольных вопросов или экзамена. Экзамен вводится для контроля знаний обучаемого по данному разделу и их количественной оценки.

5.2. Оценка знаний обучаемого

Для оценки знаний учащихся разработан и применяется алгоритм, основанный на анализе степени соответствия ответа пользователя правильному и полному ответу на поставленный вопрос, а также время, затраченное на поиск ответа и вероятность случайного получения верного ответа.

Общая оценка знаний обучаемого производится на основе результатов прохождения им тестовых вопросов. Алгоритм оценки включает в себя общую оценку знаний, оценку знаний по различным темам и формирование рекомендаций по дальнейшим действиям обучаемого. Алгоритм контроля основывается на сравнении уровня знаний обучаемого с уровнем знаний эксперта, который принимается за максимум. В алгоритме используется отношение качества обучения пользователя к максимально возможному, отношение времени затраченного на решение набора задач пользователем ко времени, затраченному экспертом. Алгоритм содержит также функцию отношения количества неудачных и удачных попыток, предпринятых пользователем при решении набора задач модуля. Если это отноше-

ние больше заданного, то пользователю рекомендуется повторить материал еще раз. Таким образом, алгоритм является многокритериальным, и оценка знаний пользователя превращается в задачу распознавания, кластеризации или диагностики.

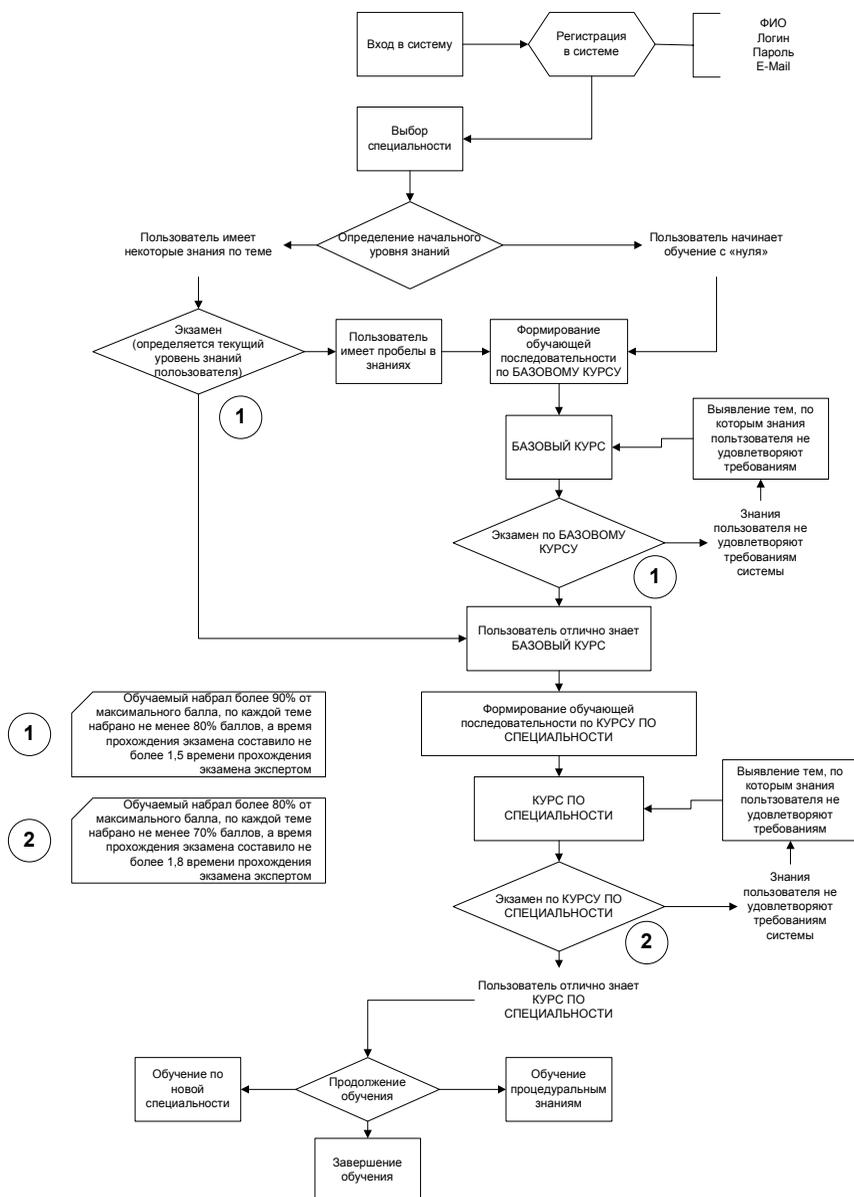


Рис 2. Алгоритм работы обучающей системы

6. Заключение

Предложен подход к формированию концептуальной и информационно-логической моделей интеллектуальной обучающей системы, обеспечивающей обучение специалистов разного профиля на основе единого курса. Разработаны алгоритмы наполнения базы знаний ИОС, алгоритмы обучения, позволяющие учесть уровень усвоения материала и алгоритмы оценки знаний пользователя.

В процессе проектирования и эксплуатации обучающей системы, основанной на знаниях экспертов, используются системы поддержки, реализуемые на основе методологии многокритериального принятия решений [Larichev et al, 1997] и методов объектно-ориентированного анализа и проектирования [Буч, 1998].

На основе этих разработок построен пилотный вариант интеллектуальной обучающей системы для пользователей ЛТК, реализованный в среде [Toolbook II Instructor 8.1]. Применяемые методики и алгоритмы могут быть использованы и в других областях для создания на их основе ИОС, способных обеспечить подготовку специалистов высшего класса.

Литература

- [Башмаков и др., 2003] *Башмаков А. И., Башмаков И. А.* Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / М.:Филинь, 2003.
- [Буч, 1998] *Буч Г.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++. СПб.: Бином, 1998.
- [Гаврилова и др., 2000] *Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
- [Ларичев и др., 1996] *Ларичев О. И., Мошкович Е. М.* Качественные методы принятия решений. М.: Наука-Физматлит, 1996.
- [Ларичев и др., 2003] *Ларичев О. И., Стернин М. Ю., Маломуж С. С., Панченко В. Я., Голубев В. С., Карасев В. А.* Интеллектуальные обучающие системы для пользователей лазерных технологических комплексов // *Новости искусственного интеллекта.* 2003. № 4. С. 4–11.
- [Larichev et al, 1997] *Larichev O., Moshkovich E.* Verbal Decision Analysis for Unstructured Problems, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA., 1997
- [Petrovsky, 1997] *Petrovsky A. B.* Structuring techniques in multiset spaces // *Fandel G., Gal T., Hanne T. (Eds.). Multiple Criteria Decision Making.* Berlin: Springer-Verlag, 1997.

[Voinov, 2002] *Voinov A. V.* A topos over an ontology as a model of experts intuition / Proc. 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems (ICAIS'02), Divnomorskoe, Russia, 2002.

[Wenger, 1987] *Wenger E.* Artificial intelligence and tutoring systems. Computational approaches to the communication of knowledge / Los Altos: Morgan Kaufmann, 1987.

[ARIADNE] [<http://www.ariadne-eu.org>].

[LTSC] [<http://ltsc.ieee.org>].

[SCORM] [<http://www.adlnet.org>].

[IMS] [<http://www.imsglobal.org>].

[Toolbook II Instructor 8.1] [<http://www.click2learn.com>].