

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

### Аннотация

В статье предлагается методика построения интерактивных тренажерных комплексов на основе предметных онтологий и компетентностных моделей обучаемого. Описана последовательность действий при создании таких ИТК, а также приводятся пилотные примеры реализации данного подхода. Описана модель комплекса на основе экспертной системы и даны определения соответствующих понятий.

**Ключевые слова:** интерактивный тренажерный комплекс, информационные системы в образовании, компетентностный подход, предметные онтологии, базы знаний, экспертные системы.

### ВВЕДЕНИЕ. ИНТЕРАКТИВНЫЙ ТРЕНАЖЕР

Интерактивные технологии обучения – это организация процесса обучения, главными методами которой являются: моделирование жизненных ситуаций, использование ролевых игр, совместное решение проблем. «Интерактивность» означает способность взаимодействовать или находиться в режиме диалога. Следовательно, интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение [1].

Пользователи могут самостоятельно обучаться тем или иным навыкам с помощью компьютера, который в данном случае исполняет роль тьютора. В процессе интерактивного обучения пользователи не только читают и слушают учебный материал, но и взаимодействуют с моделирующей или тренажерной программой в режиме диалога.

Интерактивный тренажер – это программа, осуществляющая такую поддержку в решении задач, при которой, вместо ожидания конечного результата, обучаемому пре-

доставляется интеллектуальная помощь на каждом шаге решения. Уровень помощи может быть разным: от оповещения о неправильно сделанном шаге до выдачи совета и выполнения следующего шага за обучаемого. Интерактивные тренажеры, в которых реализуется эта технология, могут наблюдать за действиями обучаемого, понимать и использовать их для предоставления помощи и обновления модели обучаемого.

В последнее время активно используется понятие интерактивный тренажерный комплекс (ИТК) – программный инструмент, при работе с которым формируются навыки, необходимые для работы с реальным оборудованием без его использования. Предлагаемое задание, как правило, требует для своего решения некоторой последовательности шагов; при этом решений может быть несколько, а длина каждой траектории, приводящей к нужному результату, – различной. Обучаемый видит на экране модель рабочего инструмента или интерфейс программного продукта и в процессе общения с компьютером находит наиболее верную для каждой конкретной ситуации последовательность манипуляций с представленной на экране картиной. В процессе обучения не ис-

пользуется реальное оборудование, поэтому ситуации с поломкой, либо износом элементов исключены.

В ходе разработки конкретных ИТК возникает ряд общих и специфических задач, включая разработку модульной структуры комплекса (рис. 1) или предъявление обучаемому реалистичных анимированных изображений составных частей изучаемого оборудования (рис. 2).

Визуальное представление для ИТК оказывается весьма важным, но не ключевым моментом. В первую очередь, эффективность работы ИТК связана с правильным отображением функциональных связей внутри той предметной области, к которой относится изучаемый объект. Вторым существенным моментом является учет конструктивных особенностей объекта, необходимый для закрепления практических навыков ра-

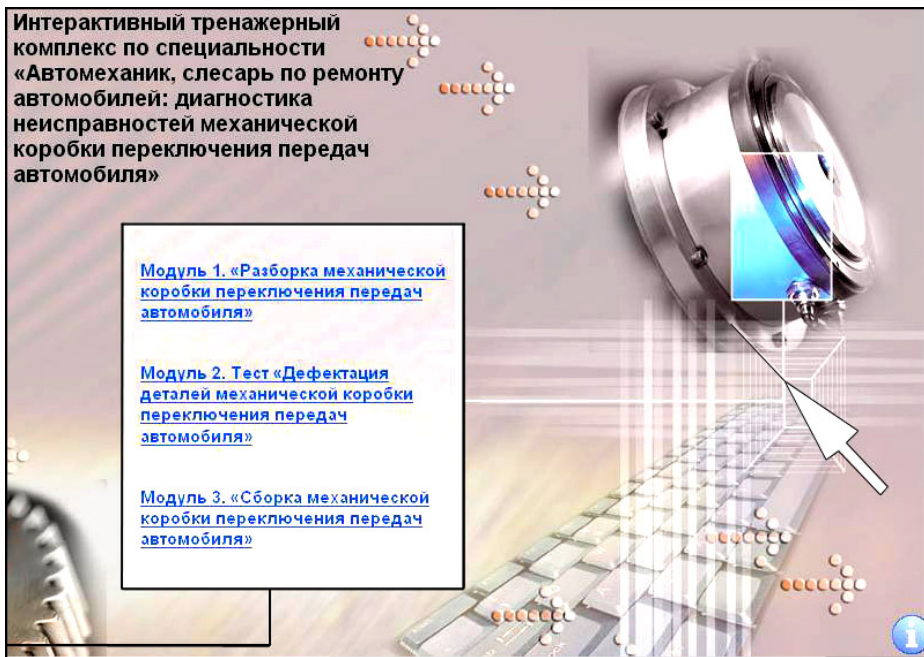


Рис. 1. Структура ИТК, предназначенного для обучения приемам диагностики неисправностей автомобиля

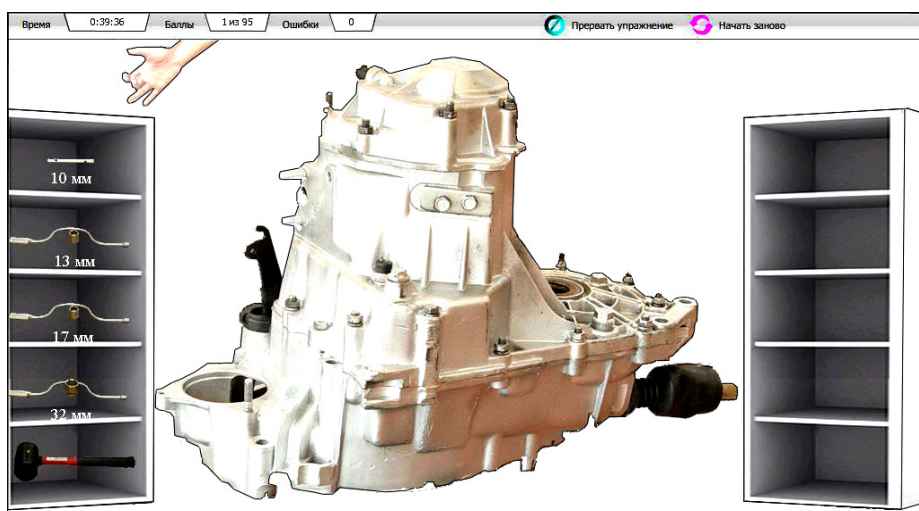


Рис. 2. Пример визуального интерфейса, разработанного авторами ИТК. Сюжет по диагностике двигателя

боты с ним. Таким образом, задача становится двуединой. С одной стороны – теоретический анализ положенных в основу предметных знаний, выделение основных концептов и зависимостей. С другой стороны – практические экспертные оценки, связанные с приборными реализациями, методами соединения их частей (рис. 3) и последовательностями действий оператора (по эксплуатации, диагностике, ремонту и т. п.). По нашему мнению оптимальное соединение столь различных предметно-ориентированных проблем становится возможным только в рамках онтологического подхода к проектированию и разработке ИТК.

### ОНТОЛОГИИ, БАЗЫ ЗНАНИЙ, ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Отличительной особенностью создаваемого авторами комплекса, к примеру, от широко используемого в настоящее время программного обеспечения для компьютерной диагностики автомобилей является использование для хранения информации об объекте не базы данных, а базы знаний. Она представляет собой особого рода предметно-ориентированный граф, разработанный для управления метаданными, то есть сбором, хранением, поиском и выдачей знаний [2].

Основой разработанной для ИТК базы знаний является онтология – структурированное, детальное описание некоторой предметной области, ее формализованное представление, которое включает словарь терминов и понятий предметной области и логиче-

ские выражения (связи), описывающие отношения между ними. Пример фрагмента графического представления онтологии для конкретного ИТК по диагностике автомобиля представлен на рис. 4, 5.

Отличиями создаваемых для ИТК онтологических баз знаний являются:

1) представление информации в виде семантической сети, а не в виде набора записей;

2) наличие разнородных данных и разнотипных связей между ними, не позволяющих использовать классические БД;

3) открытая и динамическая (а не жестко структурированная) модель концептов.

Использование онтологической базы знаний предполагает не только адекватное представление изучаемого объекта, согласованное со структурой предметной области, но и интерактивное взаимодействие с ней пользователя. Задаваемый им вопрос должен автоматически переводиться на язык формальной логики, после чего возникают условия для поиска ответа в рамках заданной структурой понятий и связей между ними.

Однозначность или даже само существование ответа при этом вовсе не гарантируется, но избежать такие ситуации можно, связав «знаниевый» компонент системы с практическим опытом экспертного сообщества, основанным на разборе многочисленных аналогов по близкой проблематике. В данном случае экспертные знания используются для обучения конечных пользователей тренажерного комплекса.

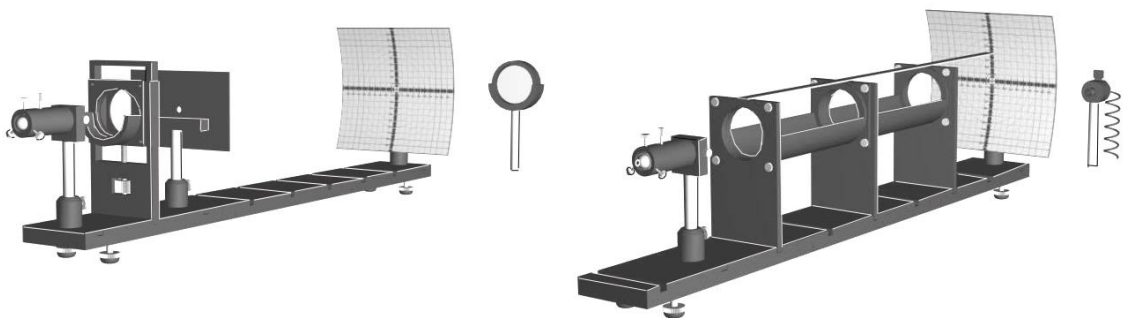


Рис. 3. Процесс подбора элементов в ИТК по сборке-юстировке оптических систем

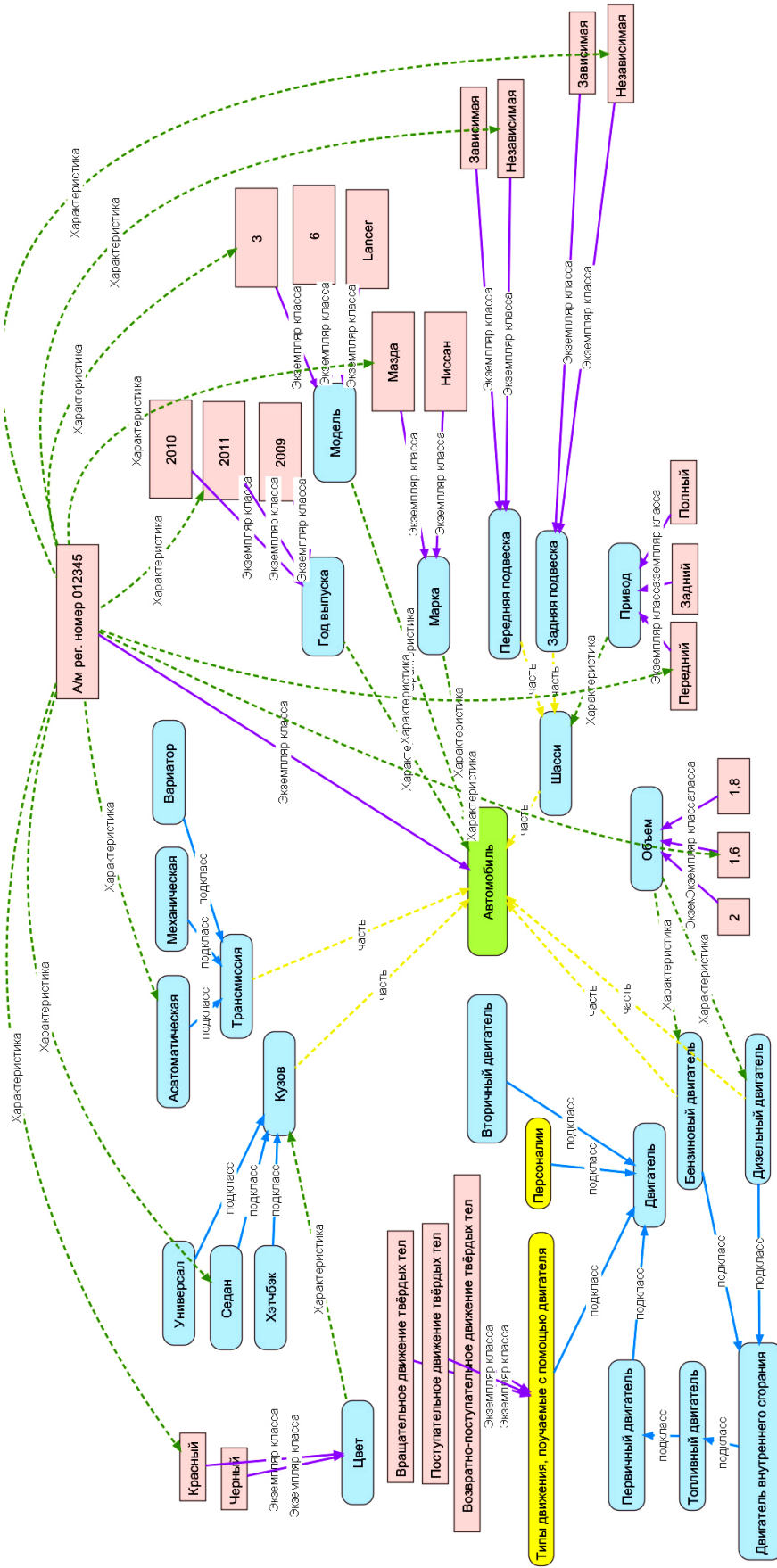


Рис. 4. Фрагмент графического представления онтологии «Автомобиль»

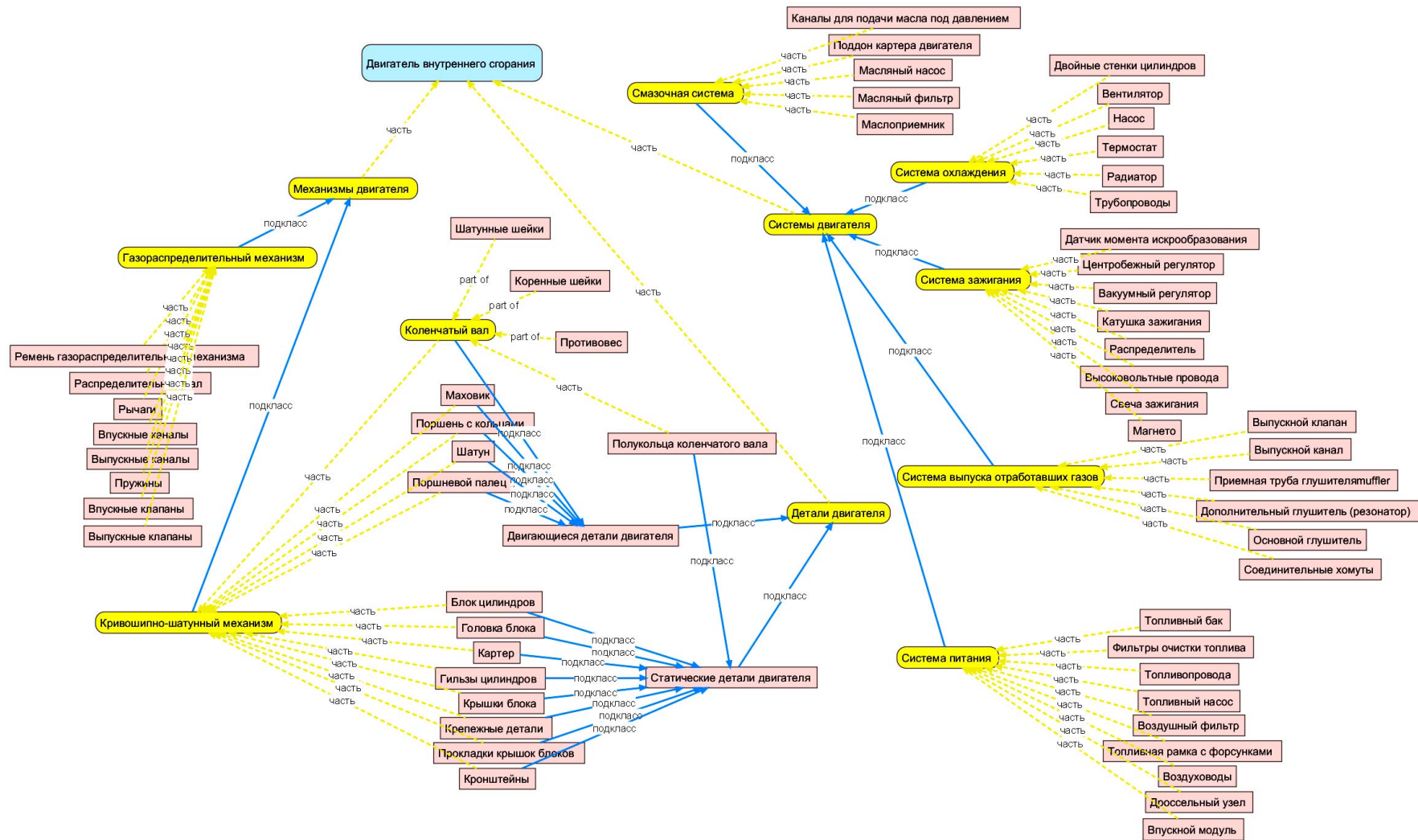


Рис. 5. Фрагмент графического представления онтологии «Автомобиль», относящийся к элементу «Двигатель внутреннего сгорания»

Предлагаемая структура ИТК основывается на взаимном проникновении компетентностной модели обучаемого [3] и онтологии данной предметной области. В этом случае создаваемые модули ИТК формируются не произвольно, а на основе компетенций, перечисленных в соответствующем федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) 3-го поколения [4].

Поскольку целью использования ИТК является развитие профессиональных компетенций, то из сочленяемой с онтологией модели были удалены такие общие компетенции как: «Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес», «Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем», и т. п. Кроме того, среди профессиональных компетенций выделяется группа, инвариантная к специфике предметной области ИТК: «Охрана труда», «Безопасность жизнедеятельности» и т. п. Эта группа также по понятным причинам не рассматривалась как источник корректировок онтологической базы знаний.

Оставшееся «ядро» компетентностной модели, использованной для построения ИТК по диагностике автомобиля, приведено на 3 странице обложки. Здесь ПК – профессиональная компетенция, ОП – общепрофессиональные дисциплины, МДК – междисциплинарные курсы.

## ИНТЕРАКТИВНЫЙ ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

В целом процесс функционирования экспертной системы, можно представить следующим образом: пользователь, желающий получить необходимую информацию, проходя определенный этап обучения на тренажерном комплексе, через пользовательский интерфейс посылает запрос к экспертной системе; решатель обращается к базе знаний и генерирует на основе находящихся в ней экспертных данных подходящую рекомендацию, объясняя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений.

Интерактивный тренажерный комплекс работает по схеме, представленной на рис. 6.

Для создания базы знаний в диалоговом режиме разрабатывается интеллектуальный редактор – программа, включающая в себя систему вложенных меню, подсказок и других сервисных средств, облегчающих работу с базой. Интеллектуальный редактор используется на этапе составления базы знаний и позволяет вносить в общую структуру конкретную информацию, полученную от экспертов.

Инженер по знаниям – специалист в области искусственного интеллекта, выступает в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Получая информацию от эксперта, инженер по знаниям на-

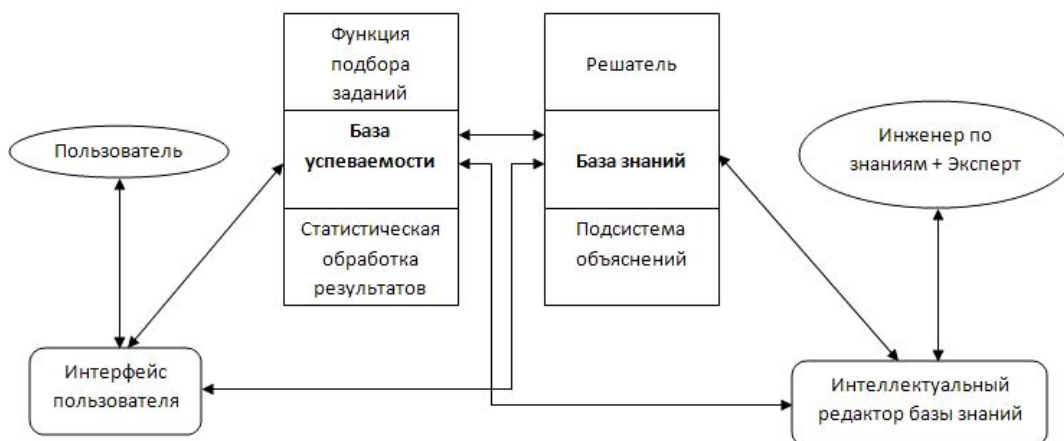


Рис. 6. Схема интерактивного тренажерного комплекса на базе экспертной системы

полняет базу знаний через интеллектуальный редактор, и выстраивает последовательность связей для работы решателя.

Программа-решатель [5] моделирует ход рассуждений эксперта на основании информации, имеющейся в базе знаний. Получая запрос от пользователя, решатель, основываясь на входных данных, подбирает самое возможное решение проблемы. Таким образом, база знаний становится ядром экспертной системы, где хранятся преобразованные в машинный язык знания эксперта, либо экспертной группы.

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система, через интерфейс пользователя общается с тематическими компонентами комплекса, которые представлены базой знаний и базой успеваемости. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны экспертной системы.

Через интерфейс пользователя обучаемый вводит запрос, после чего он обрабатывается программой-решателем, и на выходе пользователь получает искомый результат в виде рекомендации, либо точного ответа.

В состав комплекса также включена подсистема объяснений – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» – это трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов базы знаний, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» – ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть отход на один шаг назад.

Следующие три шага предназначены для проверки знаний обучаемого по пройденной программе. Общая схема работы их такова: обучаемому предлагается самому выстроить ход работы эксперта по представленным входным данным. Фактически ему необходимо провести диагностику поставленной задачи в соответствии с пройденным материалом. Если эта диагностика проведена

правильно, система сообщает о степени освоения компетенций, лежащих в основе решения данной задачи. В противном случае (решение неверное или нечеткое) модуль статистической обработки результатов определяет, какие ключевые понятия не освоены и какие навыки в результате этого не сформированы.

В базе успеваемости сохраняются подробные результаты прохождения аттестаций в интерактивном тренажерном комплексе для всех конечных пользователей.

Модуль «статистическая обработка результатов» оценивает степень успешности прохождения аттестаций и необходимость повторного прохождения обучения. Степень успешности заранее определяется экспертом и заносится в систему инженером по знаниям. Этот показатель складывается из нескольких факторов, таких как время прохождения аттестации, процент правильных ответов, если задания имеют одинаковый весовой коэффициент, количество полученных баллов. Возможны более сложные схемы, такие как присвоение различных весовых коэффициентов одному заданию при различном времени, затраченном на его прохождение.

Наконец, функция подбора заданий определяет, какие именно задания предложить конкретному учащемуся, исходя из истории его обучения и результатов предыдущих аттестаций, представленных в базе успеваемости. Задания могут представлять собой как теоретические вопросы, так и практико-ориентированные проблемы, для разрешения которых требуется определенный опыт работы на реальном оборудовании. Одной из задач этого блока является исключение ситуации повторного получения одинаковых задач одним пользователем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный подход к созданию интерактивных тренажерных комплексов сводится к следующей последовательности шагов:

1) группой экспертов разрабатывается онтологическая база знаний той предметной области, к которой относится ИТК;

2) лица, ответственные за составление учебных планов и программ подготовки соответствующих специалистов (на уровне начального (НПО), среднего (СПО) или высшего профессионального образования (ВПО)), на основе ФГОС 3-го поколения формируют компетентностную модель обучаемого;

3) специалисты по инженерии знаний на основе сравнения предметной онтологии и компетентностной модели делают заключение о необходимости их корректировок с целью построения «соединяющего их» графа соответствия;

4) на основе этого графа формируется перечень модулей ИТК, обеспечивающий получение пользователем ключевых профессиональных умений и навыков, а также составляется спецификация тестовой части ИТК для проверки теоретических знаний пользователя;

5) на последнем этапе проводится апробация созданного ИТК, по статистическим результатам которой дается экспертное заключение и вносятся необходимые исправления.

Созданный таким образом ИТК обладает рядом ключевых преимуществ:

Во-первых, благодаря применению онтологического подхода к проектированию и разработке ИТК упрощается выделение основных концептов и зависимостей, а также практических экспертных оценок, связанных с приборными реализациями, методами соединения их частей и последовательностями действий оператора (по эксплуатации, диагностике, ремонту и т. п.).

## Литература

1. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2008.
2. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
3. Лисицина Л. С. Методология проектирования модульных компетентностно-ориентированных образовательных программ. Методическое пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.
4. Лисицина Л. С., Лямин А. В., Шехонин А. А. Разработка рабочих программ дисциплин (модулей) в составе основных образовательных программ, реализующих ФГОС ВПО. Методическое пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011.
5. Муромцев Д. И., Гаврилова Т. А. Интеллектуальные технологии в менеджменте. СПб.: Высшая Школа Менеджмента, 2008.

Во-вторых, использование компетентностной модели автоматически приводит в соответствие процесс обучения с помощью ИТК с ФГОС 3-го поколения.

В-третьих, благодаря постоянному диалоговому общению пользователя с компьютером достигается большая степень интерактивности, исчезает линейность прохождения тренажерного комплекса. При достаточном заполнении базы знаний к правильному решению приводят разные цепочки рассуждений, что позволяет развивать навык вариативного подхода при решении конкретных задач.

В-четвертых, появляется возможность изменения функциональности тренажера при минимальных затратах. Нет необходимости переделывать ядро тренажерного комплекса при появлении новой модели оборудования, в которой изменены не только технические характеристики и внешний вид, а, например, появилась новая сфера применения или новый порядок пользования для решения имеющихся задач. Это достигается благодаря использованию базы знаний в качестве хранилища информации.

Реализация предложенного подхода позволила создать пилотные модели ИТК по диагностике автомобиля (на уровне НПО) и по сборке-юстировке оптических систем (на уровне СПО). В настоящее время ведутся работы по проектированию в рамках предложенной модели интерактивного тренажерного комплекса для подготовки бакалавров на первом уровне ВПО.



### Abstract

In article the creation technique of interactive training complexes on the ontology basis and competency models of the trainee is offered. The sequence of actions for ITC creation is described. ITC prototype examples are illustrated. ITC on the basis of expert system is described, and definitions of the corresponding concepts are given.

**Keywords:** interactive training complex, information technologies in education, competency approach, ontologies, knowledge bases, expert systems.

*Яговкин Вадим Игоревич,  
аспирант кафедры Физики  
НИУ ИТМО,  
yagovkin@itc.vuztc.ru,*

*Ольшевская Анастасия Владимировна,  
аспирантка кафедры Физики  
НИУ ИТМО,  
начальник отдела лицензирования и  
аккредитации,  
olshevskaya@mail.ifmo.ru,*

*Стафеев Сергей Константинович,  
доктор технических наук, профессор,  
декан ЕНФ, заведующий кафедрой  
Физики НИУ ИТМО,  
stafeev@phd.ifmo.ru*

© Наши авторы, 2011.  
Our authors, 2011.