

На правах рукописи

БАБИЧ Андрей Владимирович

**МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ДОСТУПА К  
РАСПРЕДЕЛЕННЫМ РЕСУРСАМ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

05.13.18 – математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Тюмень – 2006

Работа выполнена на кафедре информационной безопасности Института математики и компьютерных наук Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
*Захаров Александр Анатольевич*

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, доцент  
*Ивашко Александр Григорьевич*  
кандидат технических наук  
*Семикин Виктор Алексеевич*

**Ведущая организация:** Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург

Защита диссертации состоится 21 декабря 2006 года в 16-00 часов на заседании диссертационного совета К 212.274.01 при Тюменском государственном университете по адресу 625003, г. Тюмень, ул. Перекопская, 15А, ауд. 217.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан «20» ноября 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Н.Н. Бутакова

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность работы**

Проблема привлечения компьютерных средств к автоматизации решения сложных задач в различных областях человеческой деятельности в течение достаточно продолжительного времени не теряет своей актуальности, и сфера образования в этом процессе не стала исключением. Тенденция интеллектуализации отраслей и технологий, порождает все больший спрос на профессиональные и высококвалифицированные кадры. Поэтому работы по интеграции новых информационных и коммуникационных технологий в образовательный процесс и развитие на их основе систем непрерывного, дистанционного и открытого образования представляются весьма перспективными.

Одной из основных целей внедрения современных автоматизированных систем учебного назначения является повышение доступности образовательных услуг без снижения качества профессиональной подготовки обучаемых. Однако, как свидетельствуют факты, существенных успехов в этом направлении удастся достичь далеко не всегда. В первую очередь это относится к сфере инженерного и естественнонаучного образования, где важную роль в процессе обучения играют практические занятия по решению задач, выполнению экспериментов, работе с реальным лабораторным оборудованием.

Основным направлением решения проблемы информатизации инженерно-технического образования является разработка электронных учебно-методических комплексов нового поколения, охватывающих широкий спектр образовательных задач и ориентированных в первую очередь на автоматизацию лабораторных практикумов, позволяющих приобрести профессиональные навыки. Здесь необходимо отметить работы В.З. Журавлева, А.М. Зимина, С.И. Маслова, И.П. Норенкова, А.А. Полякова и др.

В этой области можно указать принципиально новое направление повышения дидактической эффективности программных комплексов, реализующих контроль и управление процессом обучения, основанное на

использовании технологий экспертных систем (А.И. Башмаков, И.А. Башмаков, П.Л. Брусиловский, В.П. Тихомиров, А.Н. Тихонов, Н.А. Селезнева и др.).

Несмотря на определенные успехи исследований и прикладных разработок в данном направлении, проведенный анализ существующих образовательных комплексов и автоматизированных лабораторных практикумов (АЛП) выявил наличие ряда проблем:

1. Большинство систем АЛП существуют в виде отдельных приложений, не интегрированных в состав электронных учебно-методических комплексов.
2. Ввиду недостаточного внимания разработчиков к построению моделей самого АЛП, имеется множество частных решений с собственной логикой и закрытой архитектурой, вследствие чего им, как правило, присущи узкая специализация, негибкость, невозможность создавать собственные сценарии лабораторных работ и т.п.
3. Демонстрационный характер большинства АЛП (визуализация процессов, демонстрация или удаленный доступ к приборам) ограничивает их возможности, как образовательной технологии, ориентированной на получение знаний (программная демонстрация процесса функционирования объектов при отсутствии модели знаний о предметной области).

Таким образом, **актуальность** исследования определяется необходимостью выработки системного подхода к моделированию автоматизированных лабораторных практикумов и расширения их возможностей в составе образовательных комплексов благодаря использованию моделей и технологий экспертных систем.

**Целью** диссертационного исследования является построение модели представления знаний в интерактивном АЛП, алгоритмов их формализации, хранения и передачи; разработка технологии построения распределенной образовательной среды, ориентированной на освоение инженерно-технических знаний.

Исходя из поставленной цели, в работе решаются следующие **задачи**:

1. Анализ и классификация существующих программных средств в области компьютерных образовательных систем и построение обобщенной концептуальной модели учебного процесса.
2. Исследование технологии формализации знаний эксперта и разработка модели функционирования интерактивного автоматизированного лабораторного практикума.
3. Проектирование архитектуры распределенной образовательной среды и технологии ее построения для поддержки решения учебных инженерно-технических задач.
4. Программная реализация модели АЛП и технологии доступа к распределенным информационным ресурсам на примере автоматизированного образовательного комплекса по сетевым технологиям.

**Объект исследования:** автоматизированные лабораторные практикумы в контексте распределенной образовательной среды.

**Предмет исследования:** модели и алгоритмы представления знаний в интеллектуальном АЛП, технологии построения сетевого образовательного комплекса инженерно-технического профиля.

#### **Методы исследования**

Проведенные в работе исследования базируются на использовании математического моделирования, теории автоматов, теории множеств, алгоритмов, системного анализа, теории экспертных систем, теории баз данных, методов модульного и объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна и теоретическая значимость** работы отражены в следующих результатах:

- Разработана математическая модель формализации знаний на основе детерминированного конечного автомата, путем выделения активной модели исполнителя сценариев и модели представления лабораторной работы.

- Для полученных моделей предложен метод формирования многоуровневого множества вспомогательных руководящих инструкций на основе рекурсивного алфавитного гомоморфизма.
- Предложен способ машинного представления произвольных сценариев лабораторных работ, реализуемых моделью исполнителя.

**Практическая значимость** работы состоит в том, что на основе предложенных моделей разработан инструментарий для формирования заданий и сценариев лабораторных работ в интерактивном АЛП с обучающей функцией. Его эффективность подтверждена в процессе практической эксплуатации программного комплекса при обучении студентов Института математики и компьютерных наук ТюмГУ и его филиалов, в области сетевых технологий.

Разработанная интерактивная система АЛП предоставила возможность максимально эффективного использования имеющегося оборудования, путем предоставления к нему удаленного доступа. Доступность лабораторного практикума по сети Интернет позволяет предоставлять удаленный доступ к учебному оборудованию кафедрам других учебных заведений, не имеющих подобной технической базы, но заинтересованных в практической подготовке студентов в области настройки и администрирования активного сетевого оборудования.

### **Реализация и внедрение результатов работы**

Теоретические и практические результаты работы реализованы и внедрены в качестве учебной образовательной среды на технической базе кафедры информационной безопасности Тюменского государственного университета. В процессе эксплуатации представленная система показала свою эффективность в поддержке учебного процесса, как для студентов, так и для преподавателей. АЛП внедрен в Институте математики и компьютерных наук Тюменского госуниверситета для обучения, как студентов базового вуза, так и его филиалов в г. Нижневартовске и г. Нягани, что подтверждено соответствующими актами внедрения.

## **Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях и семинарах:

Всероссийская научная конференция “Научный сервис в сети Интернет” г. Новороссийск, 2004; международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-17” г. Кострома, 2004; региональная научно-практическая конференция «Информационная безопасность региона» г. Челябинск, 2005; международная научная конференция "Модернизация образования в условиях глобализации", г. Тюмень, 2006; международная научно-практическая конференция «Безопасность информационного пространства» г. Екатеринбург, 2006; научные семинары НИИ КИТ, кафедр информационной безопасности и программного обеспечения ТюмГУ, 2003-2006.

## **Положения, выносимые на защиту**

- Модель автоматизированного лабораторного практикума, включающая функциональную модель лабораторной установки и структурную модель лабораторной работы, позволяющая формализовать экспертные знания о предметной области.
- Алгоритм построения множества вспомогательных руководящих инструкций на основе разработанной модели АЛП, обеспечивающий создание базы знаний для управления процессом обучения.
- Архитектурная модель программного комплекса АЛП, благодаря которой становится возможной адаптация лабораторного практикума к широкому кругу смежных задач.
- Программный комплекс для поддержки учебного процесса по инженерно-техническим специальностям.

## **Публикации**

По теме диссертации автором опубликовано 11 печатных работ, в том числе 1 в издании, рекомендованном ВАК.

## **Структура и объем работы**

Приведенные цели и задачи определяют структуру и содержание исследования. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 114 наименований и приложений. Общий объем диссертации — 133 страницы, в том числе 24 рисунка на 19 страницах, 3 приложения.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, практическая значимость, перечислены основные результаты работы.

**Первая глава** носит обзорный характер. В этой главе проанализированы существующие технологии и принципы разработки автоматизированных образовательных систем. Сделан анализ основных типов автоматизированных систем, внедряемых в традиционное образование, сформулирована проблема их использования в сфере обучения по инженерным, естественнонаучным и техническим дисциплинам. Основное содержание проблемы заключается в том, что для этих специальностей принципиально необходима повседневная практическая деятельность в виде решения задач, работы с реальными приборами и лабораторным оборудованием.

В решении данной проблемы на основе применения АЛП выделено два подхода. Первый — создание лабораторных практикумов основанных на математических и имитационных моделях исследуемых объектов (ВЛП — виртуальные лабораторные практикумы). Вторым подходом — разработка автоматизированных лабораторных практикумов с удаленным доступом к реальному оборудованию (АЛП УД).

На основе анализа задач, решаемых существующими АЛП, сделан вывод о том, что только демонстрационных функций, которыми наделены данные системы недостаточно для организации полноценного познавательного процесса в области технических и инженерных дисциплин. Это привело к заключению о необходимости комплексного, системного подхода к проектированию и созданию АЛП, интегрированного в электронный учебно-

методический комплекс, и способного частично заменить функции преподавателя в условиях удаленного выполнения лабораторных работ.

Сделан обзор двух классов образовательных приложений, основанных на технологиях экспертных систем — компьютерные задачки и компьютерные тренажеры.

Далее обоснована необходимость выработки унифицированного подхода к построению интерактивного АЛП на основе математического моделирования его основных функций и разработки алгоритмических подходов к построению формальных моделей представления знаний, способов их передачи и машинного представления.

Показано, что актуальными в области разработки учебных автоматизированных систем также являются вопросы создания образовательных Интернет-порталов, построенных на основе технологий веб-сервисов и общепринятых стандартов хранения, доступа и передачи информации.

**Во второй главе** исследуется вопрос формализации и представления знаний эксперта в области сетевых технологий. Строится математическая модель АЛП, основанная на принципах работы конечного автомата (КА), где структурный аспект знаний о предметной области (методах решения лабораторных заданий) выражается в виде иерархии элементов входного алфавита и состояний КА, а в качестве динамических знаний о поведении и взаимодействии объектов ПО (лабораторной установки) используются функции автоматного отображения.

В модели проектируемого АЛП нами определены две составные части:

- модель лабораторной установки (исполнитель сценариев);
- модель представления лабораторной работы (сценарий ее выполнения);

Модель лабораторной установки (ЛУ) представлена в виде конечного автомата  $M=(A, Q, B, H, \varphi, \lambda, \gamma, q_0)$ , где:

$A$  — входной алфавит (конечное множество команд, которые «понимает» ЛУ).

$Q$  — конечное множество состояний автомата;

$B$  — выходной алфавит (конечное множество ответных реакций автомата на введенную команду);

$\varphi$  — функция переходов, задающая отображение  $\varphi: AxQ \rightarrow Q$ ;

$\lambda$  — функция выходов, задающая отображение  $\lambda: AxQ \rightarrow B$ ;

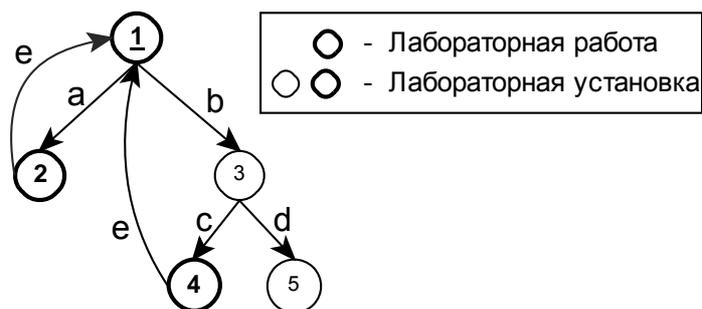
$q_0$  — начальное состояние автомата, элемент алфавита  $Q$ .

$H$  — множество подсказок, а отображение  $\gamma: Q \rightarrow H$ , ставит в соответствие каждому состоянию автомата некоторое множество связанных с ним подсказок:

$$H = \{\gamma(q_k)\}, \gamma(q_k) = \{h_i^k \in H_k\}, q_k \in Q; i, k \in N.$$

В данной модели, произвольная лабораторная работа (ЛР) представляет собой некоторое, выделяемое экспертом подмножество *контрольных* состояний  $Q' \subset Q$ , через которые должен пройти автомат, что бы ЛР считалась успешно выполненной (рис. 1).  $Q''$  — множество состояний, через которые прошел автомат в ходе выполнения ЛР. Условие успешного завершения ЛР, в этом случае можно записать как  $Q' \subseteq Q''$ .

Учет и анализ возможных последовательностей смены состояний заключен в характере функционирования выбранной модели. В КА каждому событию соответствует некоторая своя линия дальнейшего поведения. В этом случае можно сказать, что машина «помнит» все предшествующие события. Другими словами, сам факт перехода в очередное контрольное состояние свидетельствует о том, что весь предыдущий путь был корректным (допустимым, верным).



**Рис. 1.** Графическое представление лабораторной работы и лабораторной установки

Далее в главе строится модель лабораторной работы. Для этого рассматривается понятие ЛР, как некоторого задания, выполняемого обучаемым посредством взаимодействия с объектом исследования (лабораторной установкой). Целью работы может быть перевод устройства в некоторое целевое состояние, либо получение на выходе определенного сигнала (результата). В любом случае, цель может быть достигнута посредством выполнения определенного алгоритма — набора упорядоченных (частично упорядоченных) действий (т.е. на основе знаний о методах достижения цели). Возможная частичная упорядоченность шагов определяет наличие нескольких вариантов (путей) выполнения ЛР.

Пусть имеется модель ЛУ  $M=(A, Q, B, H, \varphi, \lambda, \gamma, q_0)$ . Модель лабораторной работы задается как конечный автомат Мура с функцией отметок, принимающей значения 0 и 1.  $L = (C, F, \delta, \nu)$ , где:

$C$  — входной алфавит;

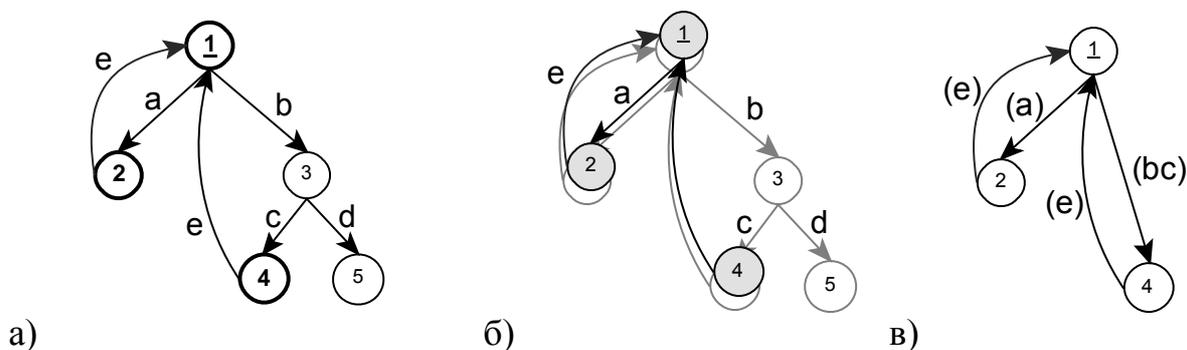
$F$  — множество контрольных состояний ( $F \subseteq Q$ );

$\delta$  — функция переходов, задающая отображение  $\delta: C \times F \rightarrow F$ ;

$\nu$  — функция выходов (отметок), задающая отображение  $\nu: Q \rightarrow F$ .

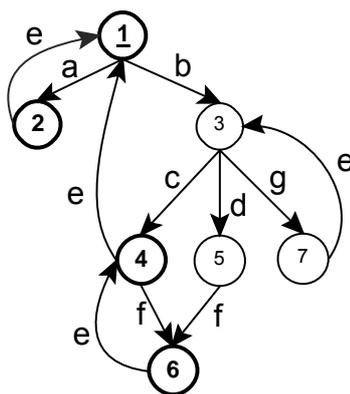
Указанная функция отметок  $\nu(q \in Q) = \{0, 1\}$  делит множество состояний ЛУ  $Q$  на две группы:  $F = \{q \in Q \mid \nu(q) = 1\}$  и  $Q \setminus F$ , определяя таким образом цель ЛР, т.е. множество контрольных состояний (рис. 2, а). Данное разбиение, выделяет в модели ЛУ подграф (подавтомат), задающий ЛР. В полученном подграфе отсутствуют дуги, соответствующие переходам, включающим промежуточные состояния (рис. 2, б). По сути, данные дуги должны определять

некоторой набор символов, соответствующих цепочке переходов между контрольными состояниями в исходном графе. Поэтому введем в модели ЛР новые переходы, соответствующие данным цепочкам (рис. 2, в). Таким образом, входной алфавит модели ЛР будет представлять собой подмножество слов входного алфавита ЛУ, т.е.  $S \subseteq A^*$ .



**Рис. 2.** Построение модели КА для лабораторной работы (а: выделение контрольных состояний ( $F \subseteq Q$ ); б: выделение подграфа ЛР (подавтомата) в графе ЛУ; в: ввод недостающих переходов)

Под *вспомогательной руководящей инструкцией* (подсказкой) понимается сообщение на естественном языке, указывающее на очередное корректное действие или набор действий, необходимых для перехода, либо приближения к очередному контрольному состоянию.



**Рис. 3.** Пример лабораторной работы

Подсказка может обладать разной степенью конкретности, которая зависит от сложности подсказываемого действия. Например, находясь в состоянии 3 (рис. 3) возможны следующие варианты подсказок:

1. «Перейдите к состоянию 4»;

1.1. Более конкретная: «введите символ `с`»

2. «Активизируйте подсистему б»

2.1. «Для активизации подсистемы б, необходимо включить модуль 5»

2.1.1. «Для включения модуля 5 введите команду `d`»

2.2. «Для активизации подсистемы б, введите команду `d`, затем `f`»

Принцип выделения уровней подсказок, характеризующихся различной степенью конкретности (от намеков до конкретных рекомендаций) основывается на способе рекурсивного гомоморфного отображения входного алфавита модели ЛУ во множество подсказок по принципу, введенному при построении модели ЛР.

Рассмотрим рекурсивный алгоритм построения множества подсказок. Начальное условие:  $G^0=M$ ,  $Q^0=Q$ ,  $A^0=A$ ,  $H=\emptyset$ .

1. Выделяем подмножество состояний  $Q^i \subset Q^{i-1}$ ;
2. Строим отображение  $g^i: [A^{i-1}]^* \rightarrow A^i$ ;
3. Строим граф  $G^i=(Q^i, A^i)$ ;
4. Для каждого состояния  $q_j \in Q^i$  задаем множество естественных описаний всех исходящих дуг  $g(a_{jk}^{i-1})=z_{jk}^i \in A^i$ ,  $a_{jk}^{i-1} \in A^{i-1}$ ,  $i, j, k \in \mathbb{N}$ ;
5. Добавляем во множество  $H$  подсказки  $i$ -го уровня:  $H = H \cup A^i$ .

Пусть выполнено две итерации данного алгоритма. Первая для подграфа, содержащего все контрольные состояния и ряд промежуточных состояний, содержащихся в цепочках, соединяющих контрольные состояния. В примере на рис. 3, это граф  $G_1=(\{1,2,3,4,5,6\}, \{a,b,c,d,e,f\})$ . Вторая — для подграфа содержащего только контрольные состояния  $G_2=(\{1,2,4,6\}, \{a, (bc), (bdf), e, f\})$ .

Матрица подсказок при этом примет следующий вид:

Уровень подсказки	Состояния					
	1	2	3	4	5	6
0	$\{Z_{1(a)}^0, Z_{1(b)}^0\}$	$\{Z_{2(e)}^0\}$	$\{Z_{3(c)}^0, Z_{3(d)}^0\}$	$\{Z_{4(f)}^0\}$	$\{Z_{5(f)}^0\}$	$\{Z_{6(e)}^0\}$
1	$\{Z_{1(a)}^1, Z_{1(bc)}^1, Z_{1(bdf)}^1\}$	$\{Z_{2(e)}^1\}$	$\emptyset$	$\{Z_{4(f)}^1\}$	$\emptyset$	$\{Z_{6(e)}^1\}$

Как видно из примера, подсказки будут сопоставлены набору ключевых узлов, включающему множество контрольных состояний и ряд

промежуточных. В узлах, не относящихся к сценарию ЛР, множество подсказок будет пусто. Переход автомата в подобное состояние будет сигнализировать об отклонении от алгоритма решения. Реакцией системы на такое событие может быть вывод сообщения с предложением перейти по возвратной дуге в предыдущее состояние. Возвратной дуге соответствует специальная служебная команда, возвращающая автомат в некоторое предшествующее состояние. Если специфика ЛУ такова, что в некоторых состояниях команды возврата могут отсутствовать, переход автомата в такое состояние с отсутствующей подсказкой означает окончание решения с результатом «не верно» и рекомендацией повторной попытки решения.

Таким образом, построенная математическая модель представления знаний преподавателя-эксперта о предмете исследования (алгоритмах решения лабораторных заданий) отражает механизмы функционирования лабораторной установки и описывает методы решения проблем, сформулированных в лабораторном задании. Это позволяет, на основе предложенного подхода реализовать интерактивный дидактический модуль АЛП, эмулирующий функции преподавателя (контроль процесса и результата решения задачи, выдача подсказок) в реальной учебной аудитории. Как следствие, кроме демонстрационных свойств, АЛП приобретает полноценную образовательную функцию.

**Третья глава** дает описание задачи проектирования и построения концептуальной модели сетевого программного комплекса для поддержки задач инженерно-технического образования. Его основное назначение — автоматизация удаленного выполнения ЛР, а также всесторонняя поддержка образовательного процесса, которая включает следующий основной набор функций:

- Регистрация и авторизация пользователей;
- Поддержка электронной коммуникации учащихся и преподавателей;

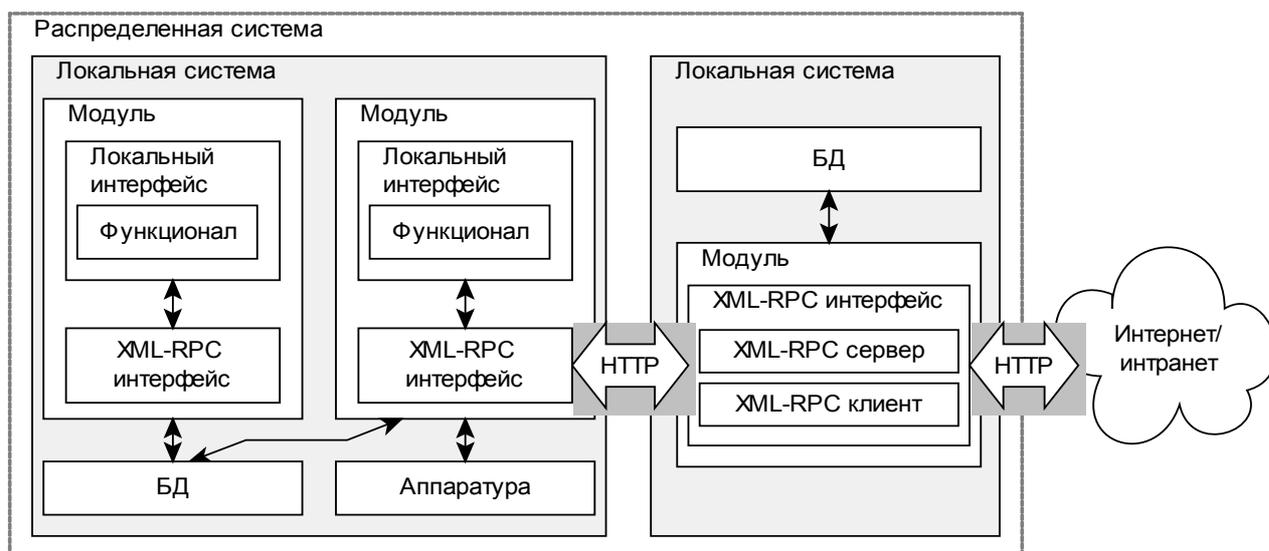
- Предоставление удаленного доступа к электронным учебным материалам для самостоятельного изучения или как дополнение к основному курсу;
- Тестирование и контроль знаний и умений, полученных учащимися в процессе обучения;
- Автоматизированный лабораторный практикум с удаленным доступом.

Определено требование универсальности и адаптивности образовательной системы, достигаемое за счет реализации наиболее общего функционала в исходной комплектации, и наличия вместе с тем, гибких удобных средств адаптации и многофункциональных базовых технологий, позволяющих конечному пользователю на их основе легко создать систему, соответствующую его требованиям.

Важным является вопрос информационной интеграции отдельных подсистем комплекса. Наиболее приемлемой была признана приобретающая в настоящее время все большую популярность технология веб-сервисов. Предпочтение было отдано более простой и доступной спецификации XML-RPC в противовес сложному и объемному протоколу SOAP.

Исходя из вышеуказанных особенностей и требований, были сформулированы принципы построения универсальной ИОС, среди которых: модульная архитектура, открытая спецификация, масштабируемость и дружелюбный интерфейс.

В процессе проектирования системы была разработана архитектурная модель программного комплекса. В предложенной модели распределенная система образовательного комплекса строится из локальных подсистем, состоящих из независимых модулей, обладающих как локальным API, так и внешним XML-RPC интерфейсом для сетевого взаимодействия на базе коммуникационных технологий Интернет. В качестве базового транспорта используется общеизвестный протокол HTTP (рис. 4).



**Рис. 4.** Архитектурная модель распределенного комплекса.

Для создания системы АЛП была спроектирована и реализована универсальная программная архитектура, обеспечивающая его гибкость, расширяемость и адаптивность.

Предлагаемый подход основан на построении динамического списка модулей, обрабатывающих входные и выходные потоки. Модули имеют единый интерфейс для взаимодействия и собственную внутреннюю логику работы (рис. 5).

Имея в наличии библиотеку таких модулей, решающих различные задачи (от функций доступа к лабораторному оборудованию до задач моделирования различных процессов), мы можем без необходимости перекомпилирования всего комплекса адаптировать его под различные задачи. Причем, данная технология позволяет для каждой пользовательской сессии динамически выстраивать свою цепочку модулей-обработчиков, допуская, таким образом, выполнение различными пользователями задач разного характера.

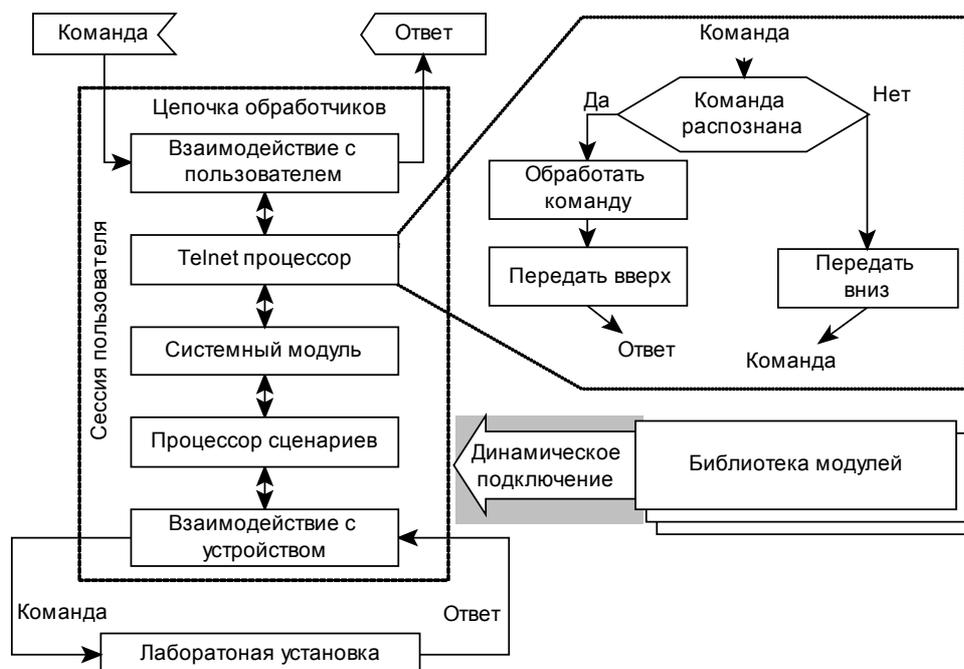


Рис. 5. Программная архитектура АЛП

В четвертой главе рассмотрена практическая реализация программного комплекса, предоставляющего необходимый набор служб для наиболее полной поддержки образовательного процесса с целью повышения доступности образования в области сетевых технологий без снижения его качества.

В состав комплекса входят:

1. Электронная библиотека, предоставляющая информационную базу для образовательного процесса. Автоматизирует задачи теоретического изучения предметной области. Содержит лекции, специальную литературу, пособия и другой учебный материал. Важной особенностью является возможность создания распределенного хранилища данных, функционирующего режиме web-сервиса.

2. Подсистема тестирования, отвечает за подготовку и размещение на сервере тестовых заданий, проведение тестирования. Автоматизирует очередной этап образовательного цикла, заключающийся в контроле степени усвоения теоретического материала. Основной особенностью является удобство подготовки тестовых заданий, здесь фантазия преподавателя ограничена лишь возможностями текстового редактора MS Word.

3. Автоматизированный лабораторный практикум с удаленным доступом на базе аппаратного обеспечения учебной лаборатории. Является основным элементом программного комплекса поддержки задач инженерно-технического образования. Реализует третий этап образовательного цикла, позволяющий закрепить полученные знания посредством выполнения практических заданий на реальном лабораторном оборудовании.

Подсистеме АЛП, в которой реализованы рассмотренные во второй главе модели, было уделено особое внимание. Данная подсистема частично берет на себя задачи преподавателя, предоставляя образовательные услуги 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Как следствие существенно снижается загруженность учебной аудитории, повышается доступность лабораторного оборудования без снижения качества образовательных услуг. Студенты получают определенную свободу действий (работа в любое время, из любой точки компьютерной сети) и возможность дополнительной практики по изучаемому предмету.

Доступ к лабораторному практикуму осуществляется посредством общедоступной сетевой среды с использованием стандартного протокола Telnet, что позволяет минимизировать требования к пользовательскому ПО в качестве которого может использоваться любой терминальный клиент (рис. 6), например, программа Telnet или HyperTerminal в ОС Windows.

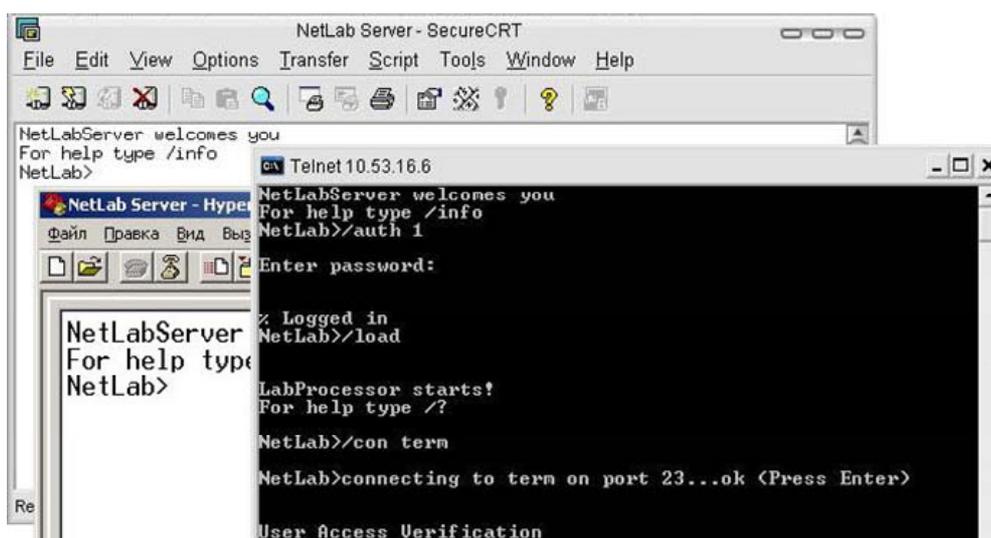


Рис. 6. Удаленный telnet-доступ к подсистеме АЛП

**В заключении** приведены основные результаты диссертационной работы.

1. В контексте проблемы автоматизации обучения в области инженерно-технического образования предложен метод модернизации систем АЛП (автоматизированного лабораторного практикума) путем наделения его функциями преподавателя, реализующего полноценный образовательный процесс в режиме самостоятельной удаленной работы обучаемого.

2. Разработана математическая модель интерактивного АЛП на основе детерминированного конечного автомата, реализующего технологию формализации знаний эксперта (преподавателя), что позволило наделить систему АЛП не только демонстрационными, но и образовательными функциями.

3. Спроектирована и реализована универсальная программная архитектура системы АЛП, обеспечивающая его гибкость, расширяемость и адаптивность. Данная технология позволяет для каждой пользовательской сессии динамически строить собственную рабочую среду, путем компоновки цепочки модулей-обработчиков, соответственно решаемой задаче, допуская, таким образом, выполнение разными пользователями задач различного характера.

4. Разработана обобщенная модель распределенной образовательной среды. Сформулированы принципы ее построения, обеспечивающие необходимую степень универсальности и адаптивности. Выполнена ее программная реализация.

5. Предложена технология создания образовательного комплекса на базе разработанной системы управления информационными ресурсами (системы каталогизации ИР). В основу работы каталогизатора положен принцип многоаспектной сетевой модели данных, позволяющий строить многомерные структуры произвольных информационных объектов.

6. Выполнена программная реализация системы каталогизации, предоставляющая удобный интерфейс и механизм управления структурой каталогов, их содержанием и метаописаниями информационных объектов.

**Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:**

1. Бабич А. В. Организация единой информационной образовательной среды // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов. вып. 6. Тюмень. — 2004. — С. 288-295.

2. Бабич А.В., Захаров А.А. Организация единой образовательной среды и виртуальная лаборатория по сетевым технологиям // Научный сервис в сети Интернет: Труды всероссийской научной конференции г. Новороссийск. — М.: Изд-во МГУ, 2004. — С. 99-100.

3. Бабич А.В., Захаров А.А. Технологическая поддержка единой образовательной среды для подготовки специалистов по компьютерной безопасности // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-17: Сб. трудов XVII Международ. науч. конф.: В 10т. Т. 8. Секции 9,10. — Кострома: Изд-во Костромского гос. технол. ун-та, 2004. — С. 182-183.

4. Бабич А.В., Захаров А.А. Лаборатория для подготовки студентов в области информационной безопасности компьютерных сетей // Информационная безопасность региона: Сб. научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. — С. 184-186.

5. Бабич А.В., Фуртаев С.В. Разработка и реализация распределенных модульных систем для удаленного доступа к учебным аппаратным и программным ресурсам // Новые технологии в образовании. Научно-технический журнал. — Воронеж: Изд-во «Научная книга». 2005. — С. 44-45.

6. Захаров А.А., Бабич А.В., Фуртаев С.В., Широких А.В. Технологии программно-аппаратной поддержки предметной образовательной среды // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ-18: Сб. трудов XVIII международ. науч. конф.: Т. 8. Секция 10. — Казань: Изд-во КГТУ, 2005. — С. 36-37.

7. Бабич А.В., Фуртаев С.В. Принципиальная структура сайта кафедры // Новые технологии в образовании. Научно-технический журнал. — Воронеж: Изд-во «Научная книга». 2005. — С. 78-79.
8. Бабич А.В. Разработка распределенных систем для удаленного доступа к аппаратным и информационным ресурсам // Математические методы в технике и технологиях — ММТТ-19: Сб. трудов XIX Междунард. науч. конф.: Том 4. — 2006. — С. 213-216.
9. Бабич А.В. Программно-аппаратная поддержка виртуальной лаборатории по сетевым технологиям // Информационные технологии моделирования и управления. — 2006. — вып. 6(31). — С. 661-667.
10. Бабич А.В. Разработка модели функционирования и создание системы виртуального лабораторного практикума с удаленным доступом // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов. вып. 8. Тюмень. — 2006. — С. 15-21.
11. Бабич А.В. Модель представления знаний в образовательном комплексе автоматизированного лабораторного практикума // Вестник Тюменского государственного университета. — 2006. — №7. — С. 85-91.