

## О разработке модели адаптивного контроля знаний

**Т.В. ЗАЙЦЕВА, О.П. ПУСНАЯ  
Е.В. НЕСТЕРОВА, Н.Н. СМОРОДИНА  
С.В. ИГРУНОВА, Н.П. ПУТИВЦЕВА**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет*

*e-mail:  
zaitseva@bsu.edu.ru  
pusnaya@bsu.edu.ru  
nesterova@bsu.edu.ru  
smorodina@bsu.edu.ru  
igrunova@bsu.edu.ru  
putivzeva@bsu.edu.ru*

В статье рассматривается формализованный подход к процессу контроля знаний. Студент представлен как управляемый объект, находящийся во внешнем окружении, с учетом контролируемых и/или неконтролируемых, а также управляемых параметров.

Представлено описание разработанной подсистемы, состоящей из взаимосвязанных модулей.

Выявлены основные параметры для управления адаптивным контролем знаний.

Предлагаемый подход основан на структуре знаний и принципах построения систем искусственного интеллекта. Он объединяет процедурный и декларативный подходы к представлению знаний, базируется на теории фреймов и продукционных правилах.

Ключевые слова: адаптивная модель, контроль знаний, обучающая система, база знаний.

Современные информационные технологии давно и прочно вошли в образовательный процесс высшей школы. Однако, до сих пор не решены многие концептуальные вопросы разработки обучающих и контролирующих программных систем. Обучающие системы, используемые в настоящее время, не всегда эффективны, так как имеют достаточно жесткую структуру и не ориентированы на модель конкретного пользователя, то есть студента.

Кроме того, традиционная система обучения на разных образовательных уровнях стремится дать обучаемым как можно больше фактического материала. При таком подходе оценка качества знаний производится посредством учета количества фактов (понятий, элементов знаний), которыми оперируют обучаемые и точностью их воспроизведения. Поскольку изучаемые понятия предметной области взаимосвязаны, следуют одно из другого, в стороне остаются связи, отношения между понятиями и правила логического вывода конкретных понятий из более обобщенных категорий предметной области [1]. Как следствие, такого рода обучение приводит к формализму знаний.

Кроме того, при разработке систем, основанных на знаниях, возникает ряд проблем, основными из которых являются:

1. что представлять (состав знаний);
2. как представлять знания (модель представления знаний).

В свою очередь указанные проблемы подразделяются на конкретные подпроблемы, связанные с архитектурой обучающей системы, формализацией и структуризацией знаний. Эффективное решение указанных проблем возможно при проектировании систем обучения на основе интеллектуальных адаптивных моделей гибридного типа [2].

Проблемы компьютерного контроля знаний студентов можно рассматривать в двух направлениях:

1. методическое
  - 1.1. планирование и организация проведения контроля;
  - 1.2. определение типов вопросов и отбор заданий для проверки знаний студентов;
  - 1.3. формирование набора вопросов и заданий для опроса;
  - 1.4. определение критериев оценки выполнения каждого задания и контрольной работы в целом и др.
2. техническое
  - 2.1. автоматическое формирование набора контрольных заданий на основе выбранного подхода;

2.2. выбор и использование в системе контроля параметров контроля знаний;

2.3. выбор алгоритмов для оценки знаний учащихся и др.

Используя формализованный подход, предложенный в работе Блюмина А.М., Феоктистова Н.А. [3], рассмотрим организацию контроля знаний как обобщенную структуру системы управления (рисунок 1). Данная система будет включать:

- входные воздействия на объект (X),
- характеристику состояния объекта на выходе (Y),
- управляющее воздействие (U), сформированное устройством управления на основании поступающей информации о состоянии объекта на входе (IX) и выходе (IY), о целях управления (IZ), а также о среде пребывания объекта - внешней среде - IS (последнее не всегда учитывается).

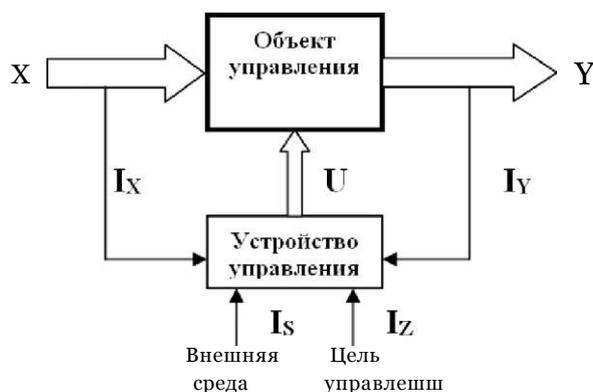


Рис. 1. Обобщенная структура системы управления

Рассмотрим процесс контроля знаний студента в виде универсальной модели (рис. 2).

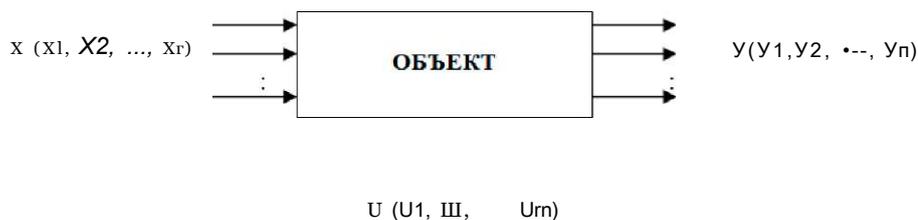


Рис.2. Информационное описание объекта в виде совокупности параметров

Вектор  $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$  представляет выходные или управляемые параметры. Именно эти параметры информируют о том, в каком состоянии находится объект и каким образом оно отвечает поставленным целям управления.

Вектор  $x=(x_1, x_2, \dots, x_r)$  определяет входные или задающие контролируемые параметры, являющиеся причиной изменения состояния объекта.

Вектор  $u=(u_1, u_2, \dots, u_m)$  обозначает параметры возмущающих управляющих воздействий на объект согласно принятой цели управления и его алгоритму.

Вектор  $f=(f_1, f_2, \dots, f_k)$  показывает параметры возмущающих неконтролируемых и неуправляемых воздействий, которые являются следствием влияния факторов внешней окружающей среды или иных внутренних факторов. Эти параметры отражают помехи при управлении.

В общем случае вектор  $y$  является нелинейной векторной функцией задающих, управляющих и внешних воздействий:

$$y = y(u, x, f)$$

Координаты векторов  $u$  и  $y$  являются управляющими и управляемыми. В зависимости от сложности поставленных задач объект может быть или простым (когда на осно-

ве одной цели управляем только одним параметром), или многомерным (в этом случае учитываются нескольких целей управления, которые взаимно связаны с несколькими управляемыми параметрами).

Информация о целях управления заложена в алгоритме управления, который может быть представлен в виде функциональной зависимости:

$$u(t) = F(y, x, f),$$

где F - некоторая, в общем случае, нелинейная векторная функция от управляемых параметров - y, задающих параметров - x и возмущающих воздействий - f.

Была спроектирована подсистема адаптивной обучающей системы в области проверки и корректировки знаний обучаемых «ЗИНПП» (знание, интеллект, научный поиск и применение), функциональная схема которой представлена на рисунке 3.

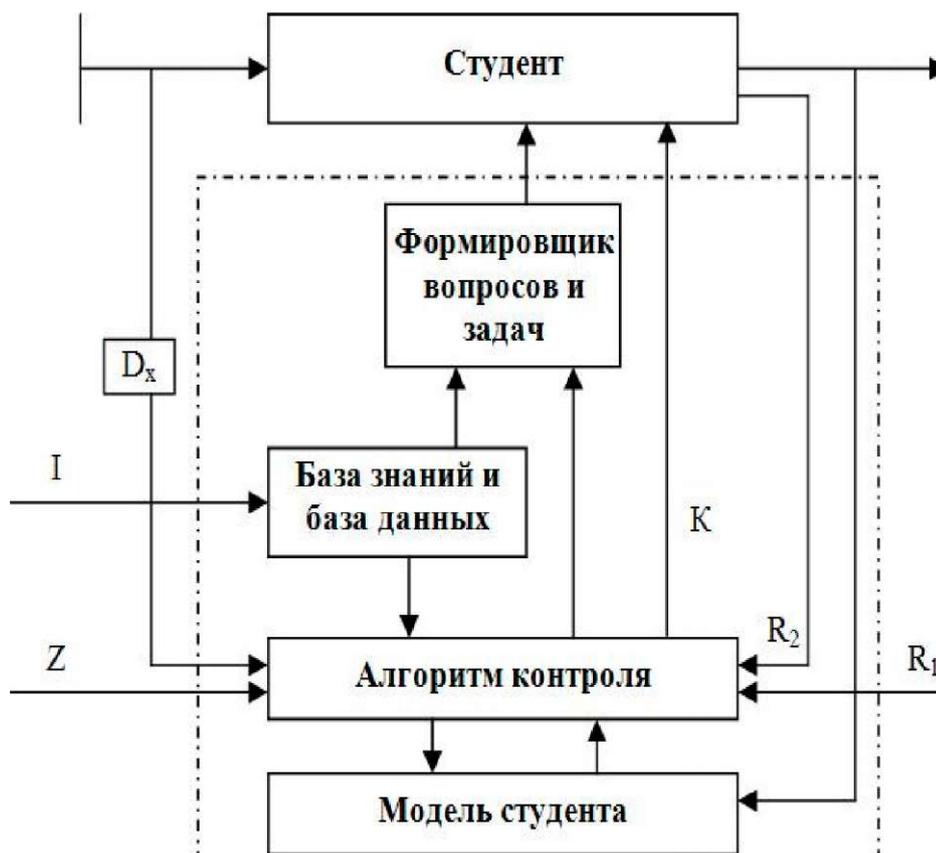


Рис. 3. Модель адаптивного контроля знаний

Подсистема состоит из следующих модулей: «Контроль», «База знаний», «База данных», «Модель студента», «Алгоритм контроля» и «Формировщик».

1. Модуль «Контроль» выполняет следующие функции:

- анализ деятельности студента (проверка правильности его ответов и выполняемых действий);
- управление процессом контроля знаний на основе выбранного метода;
- определение результатов контроля, которое обычно сводится к выставлению оценки студенту.

2. База знаний (БЗ) содержит методы и/или модели процесса контроля, а также совокупность знаний предметной области (с возможностью корректировки и пополнения).

3. База данных (БД) включает наборы вопросов и задач, предназначенных для проверки знаний студента и/или данные для формирования заданий. Контрольные задания могут также генерироваться автоматически на основе БЗ.



Так как база данных и база знаний совместно с моделью студента образуют репозиторий системы контроля, то их объединяем в общий модуль.

4. Модель студента включает разнообразную информацию о студенте:

- предыстория обучения;
- результаты текущей работы (тип выполненных заданий, время выполнения заданий, число обращений за помощью и т.д.);
- личностные психологические характеристики;
- общий уровень подготовленности и другие.

5. Модуль «Алгоритм контроля» на основе

- анализа ответа студента,
- целей контроля  $Z$  и
- используемого метода проведения контроля, учитывая внешние ресурсы  $R_1$  (например, возможности системы контроля или возможность обращения к справочному материалу) и внутренние ресурсы студента  $R_2$  (например, время контроля или использование повторных модифицированных вопросов для определения устойчивости остаточных знаний), а также состояние среды  $Dx$ , определяет параметры задания, которое должно быть предложено студенту.

6. Формировщик вопросов и задач используется для формирования и выдачи студенту очередного задания (вопроса или задачи). Контроль знаний осуществляется следующим образом: студент выполняет предложенное задание, и результат его работы помещается в модель студента. Формировщик вопросов и задач, получив от «Алгоритма контроля» данные о параметрах следующего задания, выбирает из «Базы данных» и/или «Базы знаний» необходимую информацию  $I$ , формирует текст задания и выдает его студенту. В простейшем случае работа этого блока сводится к выбору нужного вопроса или задачи из базы данных с готовым набором решений.

Таким образом, в процессе разработки подсистемы «ЗИНПП» были выделены основные параметры для управления адаптивным контролем знаний:

- 1) методы и модели отдельных заданий;
- 2) методы и модели выборки заданий в тест для организации контроля;
- 3) модели определения и оценки знаний, умений и навыков студента по итогам результатов.

Эффективное решение указанных задач возможно при проектировании систем обучения на основе интеллектуальных адаптивных гибридных моделей. Отличительной особенностью этих систем является глубокая структуризация изучаемых понятий предметной области и их представление в виде иерархической модели, наличие таких интеллектуальных качеств как идентификация знаний обучаемого, его личностных характеристик и способностей, адаптация процесса обучения к индивидуальным особенностям обучаемого, что позволяет индивидуализировать и повысить качество обучения.

Предлагаемый нами подход основан на структуре знаний, принципах построения систем искусственного интеллекта. Он объединяет процедурный и декларативный подходы к представлению знаний, базируется на теории фреймов и продукционных правилах. Реализация указанных свойств системы обучения информатике реализуется с использованием эвристических моделей представления знаний.

Достоинством фреймового подхода как модели представления знаний и непосредственно самого процесса обучения является наглядность описания предметной области, гибкость, адаптивность к цели обучаемого. Однако, свойство наглядности с увеличением размеров и усложнением связей базы знаний предметной области теряется. Кроме того, возникают значительные сложности по обработке различного рода исключений.

В настоящее время создан прототип подсистемы, который апробируется на студентах 5 курса специальности «Прикладная информатика (в экономике)».

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-07-00075 (Комплексная модель адаптивной обучающей системы на базе гибридной модели представления знаний).*

**Список литературы**

1. Зайцева Т.В., Игрунова С.В., Путивцева Н.П., Пусная О.П., Манзуланич М.Ю. Компьютерная технология генерации правил для гибридных продукционно-фреймовых экспертных систем // Вопросы радиоэлектроники. Серия Электронная вычислительная техника. 2011. Вып. 1. С. 105-115.
2. Зайцева Т.В., Нестерова Е.В., Игрунова С.В., Пусная О.П., Путивцева Н.П., Смородина Н.Н. Байесовская стратегия оценки достоверности выводов // Научные ведомости БелГУ Серия История. Политология. Экономика. Информатика. Белгород: Изд-во БелГУ. 2012. №13(132). Выпуск 23/1. С. 180-183.
3. Блюмин А.М., Феоктистов Н.А. Мировые информационные ресурсы. М.: «Дашков и К», 2011. 296 с.

**about the development of a model of adaptive control of knowledge**

**T.V. ZAITSEVA, O.P. PUSNAYA  
E.V. NESTEROVA, N.N. SMORODINA  
S.V. IGRUNOVA, N.P. PUTIVZEVA**

*Belgorod National Research  
University*

*e-mail:  
zaitseva@bsu.edu.ru  
pusnaya@bsu.edu.ru  
nesterova@bsu.edu.ru  
smorodina@bsu.edu.ru  
igrunova@bsu.edu.ru  
putivzeva@bsu.edu.ru*

The article discusses a formalized approach to the control of knowledge. The student is presented as a managed object, located in the external environment, including controlled and/or uncontrolled and managed parameters.

The description of the subsystem consisting of interconnected modules.

The basic parameters for controlling the adaptive control of knowledge.

The proposed approach is based on the structure of knowledge and the principles of building artificial intelligence systems. It combines both procedural and declarative approaches to knowledge representation, based on the theory of frames and production rules.

Key words: daptive model, the control of knowledge, training system, and knowledge base.