

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК:004.031:371.315.7-057.87

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ УЧЕНИКА**

**Расим Дурмаз** аспирант, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызской Республики, (+996) 54-19-20, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [dsfnkl@mail.ru](mailto:dsfnkl@mail.ru)

Рассмотрена проблематика математической модели построения автоматизированной обучающей системы управления (АОСУ) процессом обучения ученика. Все современные методы управления обучением исходят из того, что имеется явно или неявно заданная цель обучения, описывающая требования к знаниям, умениям и навыкам ученика, которые он должен приобрести в процессе обучения[3]. Обычно используют явное определение цели обучения в виде какого-либо логического выражения, заданного в терминах модели предметной области изучаемой дисциплины и модели ученика. В конечном счете, это выражение определяет требуемое множество итоговых знаний, умений и навыков ученика[4]. Кроме того, полагают определенным начальное состояние модели ученика, полученное на основе, прежде всего, предварительного контроля его уровня знаний. Имеется также набор учебных воздействий (предъявление ученику фрагмента учебного материала, контрольного задания), которые управляют познавательной деятельностью ученика и модифицируют его текущую модель.

**Ключевые слова:** ученик, процесс обучения, модель, цель обучения, модель ученика, контроль знаний, учебный материал, критерий качества обучения, модель предметной области.

**MATHEMATICAL MODEL OF AUTOMATED LEARNING MANAGEMENT SYSTEM  
STUDENT**

**Rasim Durmaz** graduate student KSTU. I. Razzakova, the Kyrgyz Republic, (996) 54-19-20, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, e-mail: [dsfnkl@mail.ru](mailto:dsfnkl@mail.ru)

We consider the problems of the mathematical model of automated learning management system (AOSU) the student learning process. Modern methods of learning management based on the fact that there is explicitly or implicitly specified learning objective that describes the requirements for the knowledge, skills and abilities the student that he should get in the learning process [3]. Typically use an explicit definition of learning objectives in the form of a logical expression specified in terms of the domain model of the studied discipline and model student. Ultimately, this expression defines a set of desired outcomes of knowledge and skills the student [4]. In addition, it is believed certain initial state of the model student obtained on the basis of, first of all, the preliminary control their level of expertise. There is also a set of training effects (presentation of student fragment of educational material, the control task) that control cognitive activity student and modify its current model.

**Keywords:** student learning process model, the purpose of training, the model student, knowledge control, teaching material, the criterion of the quality of teaching, the domain model.

Формализация процесса обучения чаще всего строят на основе математической модели байесовских сетей. Известны также примеры использования с этой целью цепей Маркова. Байесовская сеть (байесовская сеть доверия) представляет собой вероятностную модель дискретного случайного процесса в виде множества переменных и их вероятностных зависимостей [1]. Формально, байесовская сеть - это направленный ациклический граф, вершины которого представляют переменные любых типов, а ребра определяют условные зависимости между этими переменными. Байесовские сети, которые моделируют последовательности состояний переменных, называют динамическими байесовскими сетями.

Пусть некоторое ребро байесовские сети выходит из вершины  $A$  и входит в вершину  $B$  этой сети. Вершину  $A$  называют в этом случае родителем вершины  $B$ , а вершину  $B$  -потомком вершины  $A$ . Множество вершин-родителей вершины  $B$  обозначим  $parents(B)$ . Совместное распределение значений переменных  $a_i, i \in [1: n]$ , ассоциированных с соответствующими вершинами байесовской сети, выражают через локальные распределения значений этих переменных следующим образом:

$$P(a_1, a_2, \dots, a_n) = \prod_{i=1}^n P(a_i | parents(a_i)).$$

Не совсем строго *цепь Маркова* (первого порядка) определяют как последовательность случайных событий с конечным или счётным числом исходов, обладающую тем свойством, что при фиксированном

текущем состоянии цепи ее будущее состояние не зависит от прошлого состояния [5]. Более строго, последовательность дискретных случайных величин  $\{a_i, i \geq 0\}$  называется простой цепью Маркова (с дискретным временем  $i = 0, 1, 2, \dots$ ), если имеет место равенство следующих условных вероятностей:

$$P(a_{i+1} = \widehat{a}_{i+1} | a_i = \widehat{a}_i, a_{i-1} = \widehat{a}_{i-1}, \dots, a_0 = \widehat{a}_0) = P(a_{i+1} = \widehat{a}_{i+1} | a_i = \widehat{a}_i).$$

Здесь  $\widehat{a}_i$  - значение величины  $a_i$ . Множество значений случайных величин  $\{a_i, i \geq 0\}$  называется пространством состояний цепи, а номер  $i$  - номером шага.

Из определения модели Маркова первого порядка следует, что модель Байеса обобщает марковскую модель, допуская любые попарные зависимости переменных.

Положим, что АОС использует модель предметной области рассматриваемой учебной дисциплины в виде семантической сети  $\langle C, R \rangle$  где  $C = (c_i, i \in [1: n])$  - множество концептов, а  $R = (r_{ij}, i, j \in [1: n])$  - множество отношений между ними. Связь концептов  $c_i, c_j$  отношением  $r_{ij}$  означает, что для изучения учеником концепта  $c_j \in C$  необходимо предварительное изучение им

концепта-родителя  $c_i \in C$ . Множество концептов-родителей концепта  $c_i$  обозначим  $parents(c_i) = (c_{ij}, j = 1, 2, \dots, n_i)$

Оверлейная модель знаний ученика представляет собой множество  $Q = (q_i, i \in [1: n])$ , где  $q_i$  - «оценочная» переменная, связанная с концептом  $c_i$ , значением которой является оценка уровня знаний учеником этого концепта. Совокупность всех переменных множества  $Q$ , которые соответствуют всем родителям концепта  $c_i$ , обозначим  $parents(q_i) = (q_{ij}, j = 1, 2, \dots, n_i)$ . Переменная  $q_i$  определена на некоторой шкале состояний (в терминологии байесовских сетей - гипотез), например, на дискретной шкале со значениями «отлично» - «отл», «хорошо» - «хор», «удовлетворительно» - «уд», «неудовлетворительно» - «неуд». Свидетельствами для подтверждения гипотезы о некотором состоянии  $\theta \in \{ "отл", "хор", "уд", "неуд" \}$  переменной  $q_i$  являются состояния всех переменных  $parents(q_i)$ . На каждом шаге обучения для всех переменных  $q_i$  полагают известными вероятности их возможных состояний  $P(q_i = \theta)$ , а также условные вероятности  $P(q_i = \theta | q_{ij} = \theta_j)$ ,  $\theta_j \in \{ "отл", "хор", "уд", "неуд" \}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n_i$ . Таким образом, на текущем шаге обучения состояние байесовской сети, соответствующей данному ученику, определяется совместным распределением  $P(q_1, q_2, \dots, q_n) = \prod_{i=1}^n P(q_i = \theta | q_{ij} = \theta_j)$ ,  $\theta_j \in \{ "отл", "хор", "уд", "неуд" \}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n_i$ .

Отметим следующие обстоятельства. Совокупность указанных условных вероятностей определяет вероятность каждого из возможных состояний оценочной переменной  $q_i$  в зависимости от состояний родительских оценочных переменных  $parents(q_i)$ . При получении свидетельства об изменении уровня знаний учеником какого-либо концепта, происходит обновление, вообще говоря, всей его модели знаний. В качестве итоговой оценки уровня знаний концепта  $c_i$  целесообразно использовать оценку математического ожидания оценочной переменной  $q_i$  [6].

Как отмечалось выше, одной из проблем оверлейной модели знаний ученика является проблема инициализации этой модели. В рамках рассмотренной модели процесса обучения, для инициализации модели знаний ученика может быть использован байесовский механизм вывода.

Установление факта изменения уровня знаний учеником какого-либо концепта осуществляют путем тестирования, для чего с каждым концептом знаниевой семантической сети  $\langle C, R \rangle$  связывают некоторую совокупность тестовых заданий. Кроме того, для каждого из учеников с каждым из концептов этой сети связывают набор атрибутов, значения которым присваивают в процессе функционирования АОС и которые являются входными данными для алгоритмов высоко- и низкоуровневой адаптации. Множество таких атрибутов может иметь следующий вид: признак «посещения» учеником данного концепта; уровень готовности ученика к изучению концепта; уровень изученности учеником концепта; уровень знаний учеником концепта. Отметим, что каждый из этих атрибутов имеет, вообще говоря, свою шкалу оценки. Совокупность вероятностей  $P(q_i = \theta_j)$ ,  $\theta_j \in \{ "отл", "хор", "уд", "неуд" \}$ ,  $i \in [1: n]$ , а также значений указанных атрибутов образуют профиль ученика, который определяет состояние ученика на каждом этапе его работы в АОС. Знание этих параметров позволяет АОС сформировать индивидуальную стратегию обучения ученика.

Использование цепей Маркова в качестве модели процесса обучения рассмотрено, например, в работе [2]. Номера позиций в сетях Петри и номера состояний в цепях Маркова взаимно однозначно соответствуют друг другу. Во все марковские цепи добавлены поглощающие состояния для того, чтобы время работы модели было конечным.

Таким образом, в этом случае в модели предметной области определены три типа концептов - концепты данной предметной области, «тестовые» концепты и концепты смежных предметных областей. Кроме того, в модели определены отношения «зависимость», «объединение», «включение», «принадлежность». Первое из этих отношений определяет стратегию обучения (последовательность изучения концептов данного учебного курса). Второе отношение используют для определения структуры курса (параграфов, разделов, глав и т.д.). Третье отношение предназначено для задания связей с концептами других учебных курсов. Четвертое отношение задает связи концептов изучаемого курса с концептами тестирования.

**Вывод.**

1. Предлагаем обучение представляет собой управляемый динамический процесс, имеющий целью достижение учеником цели обучения (или максимальное приближение к ней), исходя из текущего состояния его знаний, умений и навыков.
2. Управление этим процессом включает в себя планирование и реализацию на каждом шаге обучения соответствующих учебных воздействий, а также контроль их эффективности.

**Список литературы**

1. Байесовская сеть доверия. ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Байесовская\\_сеть\\_доверия](http://ru.wikipedia.org/wiki/Байесовская_сеть_доверия)).
2. Доррер А.Г. Моделирование интерактивного адаптивного обучающего курса /Г. Доррер, Т.Н. Иванилова // Современные проблемы науки и образования, 2007, № 5, С. 52-59. ([www.science-education.ru/18-547](http://www.science-education.ru/18-547)).
3. Расим Д. Автоматизированная обучающая система.// Известия КГТУ. –Бишкек. – 2013.- № 32 (Часть I). – С.145-146.
4. Расим Д. Модель представления знаний организации.// Вестник науки Костанайского социально – технического университета им. Академика Зулхарнай Алдамжар 3/2014-с.64-68.
5. Цепь Маркова. ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Цепь\\_Маркова](http://ru.wikipedia.org/wiki/Цепь_Маркова)).
6. Шабалина О. А. Модели и методы для управления процессом обучения с помощью адаптивных обучающих систем: Дис....канд. техн. наук: 05.13.10 / О.А. Шабалина.- Астрахань, 2005.- 158 с.

**References**

1. Bayesian network trust. (Http://ru.wikipedia.org/wiki/Байесовская Web of Trust).
2. Dorrer AG Modeling interactive adaptive learning course / T. Dorrer, TN Ivanilova // Modern problems of science and education, 2007, № 5, pp 52-59. (Www.science-education.ru/18-547).
3. Rasim D. automated training system // Proceedings of KSTU. -Bishkek. - 2013.- № 32 (Part I). - S.145-146.
4. Rasim D. Knowledge Representation Model Organization // Bulletin of Science Kostanai Social - Technical University. Academician Zulkharnai Aldamzhar 3/2014, s.64-68.
5. A Markov chain. (Http://ru.wikipedia.org/wiki/Цепь\_Маркова).
6. Shabalin OA Models and methods for managing the learning process with the help of adaptive learning systems: Dis .... Cand. tehn. Sciences: 05.13.10 / OA Shabalina.- Astrakhan, 2005.- 158 p.

УДК:004.031:371.315.7-057.87

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ В СИСТЕМЕ «СЕБАТ»**

**Куршат Оздуман** аспирант КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызской Республики (+996) 54-19-20, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [kozduman@mail.ru](mailto:kozduman@mail.ru)

Построение автоматизированной обучающей системы (АОС) требует применения принципиально иных подходов к представлению и комплексной обработке знаний. Сформулируем основные принципы построения АОС нового поколения, основанные на методах и моделях, развиваемых в рамках теории интеллектуальных систем и инженерии знаний. Эти принципы определяют концепцию интеллектуального тестирования, более адекватную представлениям преподавателя о требуемой организации процесса контроля и оценивания знаний и позволяющую реализовать неформализованные ранее педагогические приемы и методики:

**Ключевые слова:** объект, прикладная, программная обеспечения, знание, систем управления базами данных, информационная, технология, теория, интеллектуальная, систем, модель, методика.

**AUTOMATED TRAINING SYSTEMS OF THE KYRGYZ REPUBLIC IN THE SYSTEM OF "SEBAT"**

**Kurshat Ozduman** graduate student KSTU. I. Razzakova, Kyrgyz Republic (996) 54-19-20, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, e-mail: [kozduman@mail.ru](mailto:kozduman@mail.ru)

Computer-aided instruction system (AOS) requires a fundamentally different approach to the representation and processing of complex knowledge. We formulate the basic principles of a new generation of AOS based on methods and models developed within the framework of the theory of Intelligent Systems and Knowledge Engineering. These principles define the concept of predictive testing, a more adequate representation of the teacher required the organization of the monitoring process and evaluation of knowledge and allow you to implement formalized earlier teaching methods and techniques: