

## ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКОЙ СЕТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА

Кадыркулова Н. К. к.т.н., доцент ОшТУ,  
Эрнист к.Х., Жалалова Н. магистранты

Ошский Технологический Университет имени М.М. Адышева

*Предложена модель знаний студента в виде байесовской сети доверия, имеющей древовидную структуру, с булевскими случайными элементами. В этой статье описана методика построения и использования для анализа и диагностики в интеллектуальной системе тестирования.*

**Ключевые слова:** байесовская сеть, сеть с древовидной структурой, модель знаний студента, диагностика знаний, компьютерное тестирование.

## APPLICATION OF THE BAYESIAN NETWORK FOR MODELING STUDENT KNOWLEDGE

Kadyrkulova N. K. k.t.n., assistant professor  
Ernist k.H., Jalalova N. master's student

the Osh Technological University named after M.M. Adyshev

*A model of student expectations in the form of a Bayesian trust network using a tree structure with Boolean random elements is proposed. This article describes the method of construction and use for analysis and diagnostics in an intelligent testing system.*

*Key words: bayesian network, a network with a tree structure, the model of student knowledge, diagnostic knowledge, computer testing.*

## СТУДЕНТТЕРДИН БИЛИМИН МОДЕЛДӨӨ ҮЧҮН БАЙЕС ТАРМАГЫН КОЛДОНУУ

Кадыркулова Н. К. к.т.н., ОшТУнун доцентти  
магистранттар Эрнист к.Х., Жалалова Н.

М.М. Адышев атандагы Ош Технологиялык Университети

*Булевдин кокустук элементтеринин бутактануучу структурасы менен байестин түйүндөрүн тармак түрүндө студенттин билиминин модели сунушталат. Бул макалада интеллектуалдык тест тутумунда анализ жана диагностика үчүн колдонуунун методикасы баяндалган.*

**Ачкыч сөздөр:** байес тармагы, дарактардын структуралык тармагы, студенттердин билим модели, билимди диагностикалоо, компьютердик тестирилөө.

### В в е д е н и е

Байесовская сеть (доверия) — это ациклический ориентированный граф, в котором каждая вершина (узел сети) представляет  $n$ -значную переменную, дуги обозначают существование непосредственных причинно-следственных зависимостей между соединенными переменными, а сила этих зависимостей количественно выражается в виде условных вероятностей, сопоставленных каждой из переменных [6]. Модели на основе байесовских сетей в последние годы активно используются при разработке компьютерных обучающих и тестирующих средств, особенно западными исследователями [1,3,5].

*Цел ь и з а д а ч и и с с л е д о в а н и я* - является разработка программных средств для образовательной среды дистанционного обучения на основе байесовской сети и использования современных информационных технологий.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- выполнить разработку методов построения семантических моделей учебных дисциплин и знаний студентов;

- выполнить разработку структуры данных для хранения и обработки семантических моделей;

Задача автоматизации экспертной диагностики знаний студента ставится следующим образом: для каждой из рассмотренных скрытых переменных байесовской сети нужно оценить условную вероятность того, что она принимает значение при заданных значениях наблюдаемых переменных. Байесовская сеть для конкретной учебной дисциплины, сформированная изложенным способом, может содержать сотни и даже тысячи узлов.

По определению байесовской сети каждому узлу сети должен быть сопоставлен набор априорных оценок условных вероятностей для соответствующей переменной при всех возможных значениях родителей данного узла. Для узлов, не имеющих родителей, задается оценка маргинальной вероятности. Каждый узел БС содержит оценки условных вероятностей для соответствующей переменной.

Рассмотрим БС с булевыми случайными элементами. В таких БС каждый узел имеет единственного родителя, кроме корневого, который не имеет родителя. Если сеть содержит  $k$  узлов, то необходимо задать  $2d - 1$  параметров, а именно оценку

$p_R = P(R = 1)$  для узла-корня  $R$ , а для остальных дочерних узлов  $X$  оценки условных вероятностей  $p_X^{(1)} = P(X = 1 | pa(X) = 1)$  и  $p_X^{(0)} = P(X = 1 | pa(X) = 0)$ .

Значения параметров определяются по статистическим данным полученными в результате тестирования.

Необходимо разработать алгоритм обучения параметров БС.

Рассмотрим значения параметров БС по результатам тестирования и экспертной оценки знаний студентов. Рассмотрим переменные  $T_1, \dots, T_N, C_1, \dots, C_M, Q_1, \dots, Q_K, S_1, \dots, S_L$ , БС, обозначим её  $X$ .

Пусть проведена серия независимых испытаний, в каждом из которых выбранный случайным образом студент проходит тестирование, а преподаватель осуществляет экспертную диагностику его знаний. Тогда после каждого испытания  $X$  (если  $X$  дочерний узел, то и  $pa(X)$ ) принимает значение либо 1, либо 0.

Для корня нашего дерева нам необходимо вычислить оценку маргинальной вероятности  $p_X$ , а для всех дочерних узлов нужно вычислить оценки условных вероятностей  $p_X^{(1)}$  и  $p_X^{(0)}$ . Предположим, что  $p_X^{(i)}$  означает любую из этих величин.

В случае маргинальной вероятности  $p_x$  обозначим  $N$  общее число испытаний (равно количеству студентов). В случае дочерних узлов  $p_X^{(1)}$  или  $p_X^{(0)}$  будем рассматривать только те  $N$  испытаний, в которых родительский узел принимал значения 1 или 0, соответственно. Число наблюдений из  $N$ , в которых величина  $X$  принимает значение 1 является случайной величиной  $Z$ , распределенной по биномиальному закону:

$$P_z(z) = C_N^z (p_X^{(i)})^z (1 - p_X^{(i)})^{N-z}, \text{ где } C_N^z = \frac{N!}{z!(N-z)!} \quad (1)$$

где  $p_X^{(i)}$  является постоянной величиной для переменной  $X$ , не зависящей от конкретного студента и определяется методикой оценивания конкретного преподавателя.

**Пример.** Рассмотрим структуру байесовской сети для моделирования знаний студентов по курсу "База данных" представлен на рисунке 1.

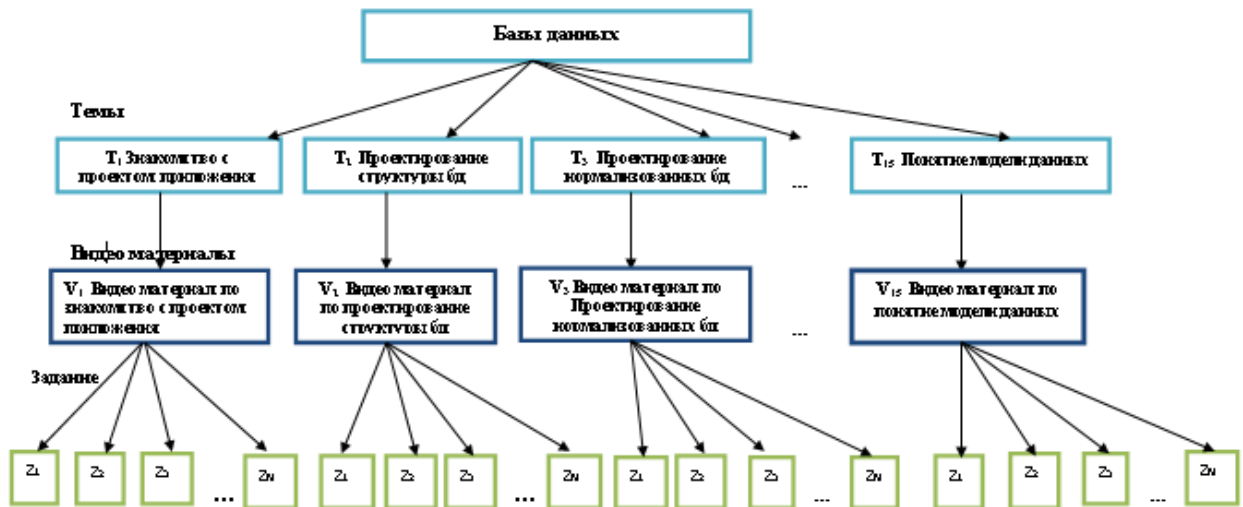


Рис. 1. Структура байесовской сети для моделирования знаний студентов по курсу "База данных"

В целях использования таких байесовских сетей для автоматизации экспертной диагностики знаний студентов в сетевой компьютерной системе тестирования далее разрабатываются эффективные вычислительные алгоритмы оценивания параметров сети и апостериорного оценивания вероятностей скрытых переменных сети. Несмотря на кажущуюся ограниченность, этот подход представляется разумным способом воплотить многолетний опыт преподавания дисциплин высшего образования в виде интеллектуальной системы компьютерного тестирования.

**Результаты:** Построение и редактирование семантической модели учебной дисциплины осуществляется в режиме работы с деревом учебного курса. В этом режиме в левой панели окна программы отображается иерархическая структура курса, а в правой панели отображаются списки тем, компетенций или заданий, относящихся к текущей теме или компетенции (рис. 2).

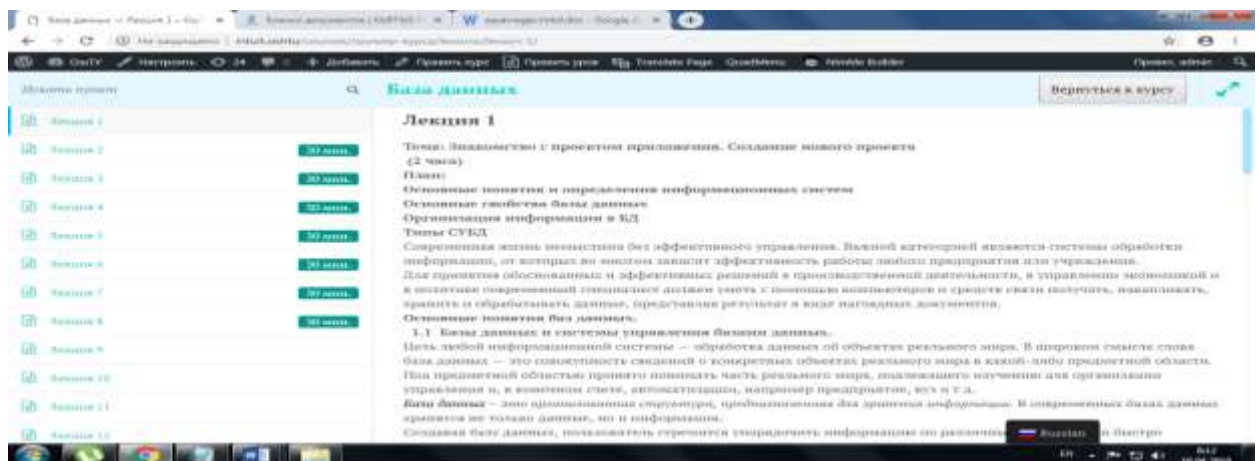


Рис. 2. Интерфейс текстовое и видео материал курса

При взаимодействии преподавателя с деревом учебного курса (добавлении и редактировании тем, компетенций, заданий) в базе данных средства автора автоматически

строится обновленная структура семантической модели учебной дисциплины, результат синхронизируется с базой данных серверного приложения.

Таким образом, поступающая информация о значениях наблюдаемых узлов распространяется по байесовской сети, вызывая обновление вероятностей для каждого из оставшихся узлов. В процессе тестирования в систему постепенно поступают свидетельства о значениях наблюдаемых переменных (семантических элементов  $S_1$  ..,  $S_L$ ). Указанный алгоритм позволяет на каждом шаге тестирования обновлять условные вероятности в сети в соответствии с полученными данными и формировать вероятностную картину, характеризующую скрытые переменные байесовской сети (умение решать задачи, обладание компетенциями и владение темами) для тестируемого.

В целях использования таких байесовских сетей для автоматизации экспертной диагностики знаний студентов в сетевой компьютерной системе тестирования далее разрабатываются эффективные вычислительные алгоритмы оценивания параметров сети и апостериорного оценивания вероятностей скрытых переменных сети.

Следует отметить, что условные вероятности переменных, полученные в процессе тестирования с использованием предложенной модели, нельзя трактовать непосредственно как вероятности владения студентом соответствующими совокупностями знаний. Формально, речь идет об оценке вероятности того, что преподаватель по результатам тестирования определит, что студент владеет этими знаниями. Фактически, в данном случае система тестирования моделирует конкретного преподавателя, а байесовская сеть отражает его методику оценивания знаний.

### **Вывод:**

Разработан метод построения древовидной структуры байесовской сети на основе фреймовой семантической модели, который позволяет описать в виде байесовской сети взаимосвязи между владением темами, обладанием компетенциями, умением выполнять задания и правильностью заполнения семантических элементов заданий.

### **Литература:**

1. Власенко, А.А. Методы и технологии дистанционного обучения [Текст] / А.А. Власенко, Д.Е. Пачевский// Перспективные средства мультимедиа в образовательном процессе: материалы науч. конф. – Воронеж: ВГТУ. – 2008.– С. 88–99.
2. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский, Спб.: Питер, 2001. - 384 с.
3. Гинецинский, В.И. Проблема структурирования образовательного пространства [Текст] В.И. Гинецинский // Педагогика, 1997 - № 3 - С. 10-15.
4. Графкина, Н.О. Никогородов В.А. Проблемы создания электронных учебников. Тезис докладов / Н.О. Графкина, В.А.Никогородов // – С. 135-139. дидактики высшей школы. Донецк: Изд-во ДОУ, 2002. –С.- 504.
5. Карпова, Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация [Текст] / Т.С. Карпова// – СПб.: Питер, 2002.
6. Сологуб, Г. Б. Построение и использование байесовской сети для моделирования знаний студента в интеллектуальной системе тестирования [Текст] / Г. Сологуб // Компьютерные инструменты в образовании — 2012. № 2.-С.40-48