

---

## МОДЕЛЬ СТРУКТУРИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ПОНЯТИЙНОЙ СЕТИ ЗНАНИЙ

Г.А. Воробьев, П.А. Корнев,  
В.Н. Малыш

Факультет физико-математических и компьютерных наук  
Липецкий государственный педагогический университет  
ул. Ленина, 42, Липецк, Россия, 398020

На базе анализа процесса обучения как системы предложена модель структуризации содержания обучения, основанная на иерархической понятийной сети знаний, построенной с использованием методологии формализованного представления педагогических знаний.

**Ключевые слова:** обучение, модель, педагогические знания, информационный продукт, ориентированный граф.

Процесс обучения — сложный, динамический процесс, имеющий многоуровневую структуру. Для того, чтобы определить проблемы и противоречия, нуждающиеся в скорейшем разрешении, необходимо произвести объективный анализ тех компонентов, входящих в рассматриваемый процесс, которые представляются наиболее существенными для его описания и понимания. Удобнее всего это можно сделать, представив процесс обучения как систему, т.е. применив системный анализ.

Обзор различных трактовок понятия «система» [1; 4] позволяет сделать вывод, что объект (или процесс) может быть классифицирован как система, если у него есть по меньшей мере четыре свойства: целостность и членимость; связи; организация; интегративные качества.

Процесс обучения представляет собой взаимодействие двух субъектов — обучающего и обучаемого. Оба этих субъекта до начала взаимодействия обладают определенными системозначимыми свойствами [2].

Будучи объединенными в систему, субъекты обучения вступают во вполне определенные отношения. Между ними устанавливаются устойчивые связи. Первичными признаками целостности системы, которая рождается в результате подобного взаимодействия, станут заранее определенные цели изучения учебного объекта (УО), а также его объем и структура содержания.

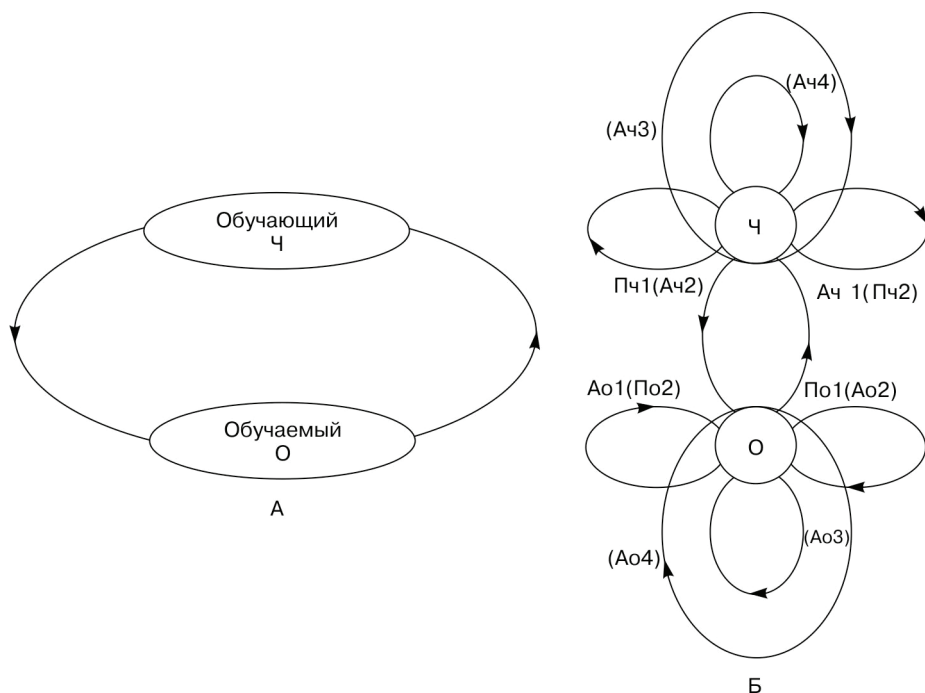
В современной литературе имеются следующие понятия, определяющие компоненты содержания обучения: учебный элемент (УЭ), а также УО.

**Определение 1.** Учебный элемент — это «информационный продукт, представляющий собой отображение логически завершенного элемента содержания программы обучения в соответствии с целями его изучения» [2. С. 43].

**Определение 2.** Учебный объект — это «информационный продукт, отображающий те стороны структуры или функционирования учебного элемента, на которые направлено конкретное обучающее воздействие» [2. С. 43].

Таким образом, учебный объект есть представление учебного элемента в конкретной дидактической ситуации.

На основе принятых исходных представлений об обучении рассмотрим структурную схему, а также ориентированный граф, отражающий отношения между элементами в структуре (рис. 1).



**Рис. 1.** Структурная схема (А) и диаграмма ориентированного графа системы обучения (Б)

Для анализа определенной на рис. 1 структурной схемы системы обучения используем подход, который позволяет рассматривать любые типы систем [2. С. 28—35]. В предложенном подходе способность объекта устанавливать связи принято называть контактной способностью, потенциально возможную связь — контактом, совокупность контактов — разъемом. Возникновение связи в процессе рождения системы рассматривается как соединение контактов; совокупность связей — как соединение; число контактов в разъеме или число связей в соединении — как валентность разъема (соединения). Таким образом, можно сделать вывод о том, что процесс обучения правомерно рассматривать как систему и применять для его исследования соответствующие научные методы.

Формализация каждого процесса (в нашем случае — педагогических знаний) начинается с введения системы аксиом, как совокупности условий, принимаемых истинными без доказательства в рамках данной конкретной предметной области.

**Аксиома 1.** Основой формализованной структуры любой области знаний (учебной дисциплины) являются:

— идентификаторы, обозначающие понятия. Понятие определяется словом, группой слов, обозначающими объект реального мира, процесс или их свойство;

— взаимосвязи между понятиями. Взаимосвязи устанавливают причинно-следственные зависимости между объектами (процессами, свойствами), определенным данными понятиями.

**Аксиома 2.** Каждое понятие — абстракция, которая обретает конкретное содержание путем установления его взаимосвязей с другими понятиями.

**Аксиома 3.** Взаимосвязь между двумя понятиями конкретизируется содержанием свойств, которые определяют взаимные изменения объектов (процессов), определенных этими понятиями.

**Аксиома 4.** На каждый момент времени количество понятий в конкретной учебной дисциплине конечно, а следовательно, конечно количество взаимосвязей между ними.

В соответствии с проведенным выше анализом совокупность педагогических знаний ( $\Xi$ ) любой изучаемой дисциплины общего курса подготовки будущих специалистов представляет собой *систему* со всеми вытекающими из этого утверждения последствиями. Так, в  $\Xi$  существует множество *элементов*, объединенных в подсистемы; имеется своя структура, определяемая взаимосвязями между элементами и подсистемами. Эта система формируется и сохраняется под воздействием определенных системообразующих факторов. Существуют связи между данной системой и сопряженными с ней внешними системами. Все эти факторы должны учитываться при реализации процесса формализованного описания  $\Xi$ .

Рассмотрим состав элементов, входящих в  $\Xi$ . Элементарной (неделимой) составляющей, входящей в состав  $\Xi$ , является *слово*, отражающее определенное понятие.

С помощью слов фиксируются все понятия, составляющие систему педагогических знаний  $\Xi$ :

- определение объектов реального мира;
- описание свойств объектов;
- указание процессов, в которых участвует данный объект;
- описание условий, в которых протекают указанные процессы и их закономерностей.

Связи между понятиями при неформализованном представлении педагогических знаний выражаются с помощью грамматических (синтаксических) правил конкретного языка. Фактически язык устной речи, подчиненный определенным правилам грамматики, содержит определенные зачатки формализации. По отношению к каждому понятию из  $\Xi$  существует первичное предложение, которое содержит его определение. Совокупность таких определений образует *инвариантное ядро* педагогических знаний.

Функциональной нагрузкой инвариантного ядра каждой конкретной учебной дисциплины является обеспечение однозначного восприятия педагогических знаний всеми пользователями в пределах конкретного курса подготовки будущих специалистов. Выделение конкретного научного направления в самостоятельную дисциплину происходит тогда, когда по отношению к данной конкретной области на-

копился достаточно большой объем знаний, получающий собственное наименование. При этом формируется (накапливается) совокупность понятий специфичных для данной области знаний, т.е. вводятся новые термины, составляющие *понятийную базу* данной области педагогических знаний. Существенным обстоятельством является то, что инвариантное ядро каждой конкретной дисциплины для определения своих понятий использует слова других областей знаний. Заявленная выше аксиоматическая база позволяет ввести ряд следующих определений.

**Определение 3.** Содержание учебной дисциплины (СУД) — это конечное множество  $A$  УЭ (см. определение 1), представленных в виде идентификаторов понятий (см. аксиому 1), составляющих учебную программу рассматриваемой дисциплины:

$$A = \left. \begin{array}{l} \{x_i\} = \text{const} \\ \{i \mid i \in N \wedge i \leq m\} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

где  $N$  — множество натуральных чисел;  $m$  — число УЭ в программе учебной дисциплины.

**Определение 4.** Тезаурус учебной дисциплины — это конечное множество  $T$ , состоящее из подмножества  $A$  (см. определение 3) и подмножества  $C$  УО (см. определение 2), составляемое преподавателем и отражающее содержание обучения по данной дисциплине:

$$\left. \begin{array}{l} T = A \cup C; \\ C = \{x_j\}; \\ \{j \mid j \in N \wedge 0 \leq j \leq t\} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где  $j$  — число понятий, однозначно идентифицирующих УО, встречающихся в учебном информационном массиве;  $t$  — количество понятий, встречающихся в доступных источниках знаний.

**Определение 5.** Источник предметного знания (ИПЗ) — это источник неформализованной учебной информации, состоящий из разделов  $Z$ .

$$\left. \begin{array}{l} Y = \{z_p\} \\ \{p \mid p \in N \wedge 0 \leq p \leq k\} \end{array} \right\}. \quad (3)$$

**Определение 6.** Учебный информационный массив по данной дисциплине (УИМ) — это конечное множество  $M$  источников предметного знания  $Y$ .

$$\left. \begin{array}{l} M = \{y_q\}; \\ \{q \mid q \in N \wedge 1 \leq q \leq k\} \end{array} \right\}, \quad (4)$$

где  $k$  — число ИПЗ, доступных в данный момент субъектам процесса обучения и входящих, таким образом, в УИМ.

**Определение 7.** Раздел ИПЗ — это конечное множество  $Z$ , представляющее собой объединение множества словоформ  $S$  и множества идентификаторов УОС.

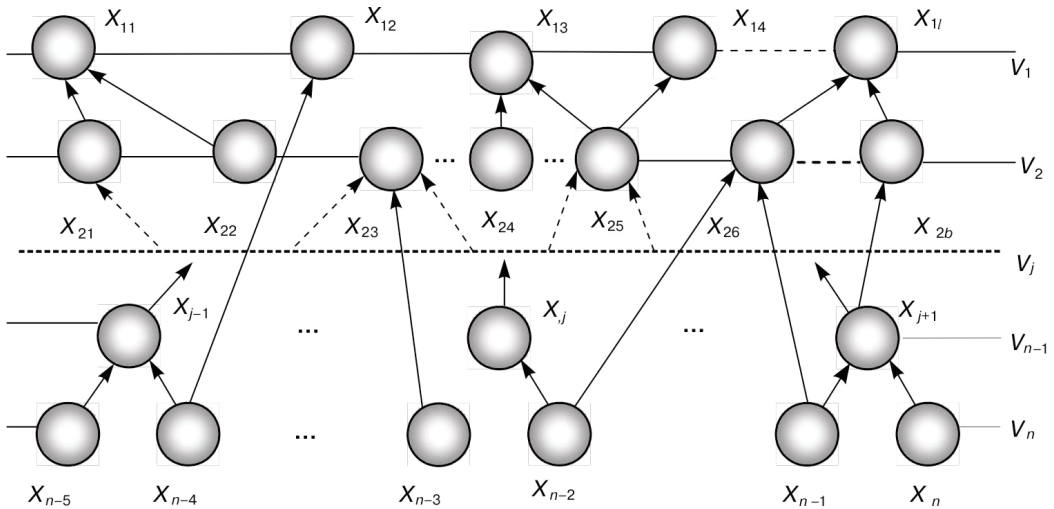
$$\left. \begin{aligned} Z &= S \cup C \\ S &= \{s_d\} \\ \{d \mid d \in N \wedge 0 \leq d \leq f\} \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где  $d$  — количество словоформ в разделе;  $f$  — все словоформы естественного языка.

**Определение 8.** Входной алфавит (ВхА) понятий (идентификаторов) (см. аксиомы 3—6) — это понятия, для определения которых в рамках содержания обучения данной учебной дисциплины не требуется никаких других понятий:

$$\left. \begin{aligned} T &= A \cup C = \{x_i, x_j\} \\ Z &= S \cup C = \{s_d, x_j\} \\ Y \subseteq M \rightarrow Z \subseteq M \rightarrow C \subseteq M \\ C &\subseteq T \wedge A \subseteq T \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Опираясь на определения 3—8, опишем процесс построения иерархической понятийной структуры, отражающей содержание обучения дисциплины, которая исходя из определения 2 будет являться деревом (или лесом деревьев). Пример подобной структуры приведен на рис. 2.



**Рис. 2.** Иерархическая понятийная структура, отражающая СУД

По сути, структура, приведенная выше, является иерархически упорядоченной сетью.

**Определение 9.** Иерархически упорядоченная сеть — это множество узлов, между которыми существуют только односторонние связи.

Таким образом, задача построения структуры, приведенной на рис. 2, будет состоять в следующем:

- 1) построение множества  $T$  (задача специалиста в предметной области);
- 2) получение из информационного пространства данной предметной области УИМ, состоящего из  $j$ -го количества ИПЗ;
- 3) вычленение из ИПЗ понятий  $X$ , отвечающих условию  $x \in T$ ;
- 4) приведение множества  $T$  к виду рис. 2.

Последний пункт приведенного выше обобщенного алгоритма является ключевым в поставленной научной задаче. Его можно описать следующим выражением:

$$\left. \begin{aligned} \varphi: T &\xrightarrow{M} T'; \\ T' &= \{X, R, V\}; \\ \varphi(x) &= \{x_i\}; \\ \varphi(r) &= \{r_{i-1}\}; \\ \varphi(v) &= (v_\beta) \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

где  $X$  — множество вершин,  $x \in \{0, 1\}$ ;  $R$  — множество связей между вершинами,  $r \in \{0, 1\}$ ;  $V$  — множество уровней иерархий,  $v \in (0, \eta)$ ,  $\eta$  — максимальный (начальный) номер уровня иерархии в модели (степень детализации) (см. определение 2).

Исходя из определения 9 минимальной единицей структурного анализа в данной модели принимается раздел  $Z$  источника предметных знаний  $Y$ .

При наличии в  $Z_p$  одного  $x \in T$ :

$$\left. \begin{aligned} \varphi(x_\eta) &= 1 \\ \varphi(r) &= 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow \varphi(v) = \eta. \quad (8)$$

Утверждение 8 отражает ситуацию, когда анализируется идентификатор УО базового уровня данной предметной области, т.е. для усвоения данного УО обучающемуся не нужны какие-то другие понятия по данной учебной дисциплине (см. определение 8)

При наличии нескольких  $x \in T$  в  $Z_p$  справедливо следующее утверждение:

$$\left. \begin{aligned} \varphi(r_{i\eta}) &= 1 \\ \varphi(x_1, x_\eta) &= 1 \end{aligned} \right\} \rightarrow \varphi(v) = \eta - 1 \quad (9)$$

для каждого  $q_i$  из данного  $Z_p$ .

Если

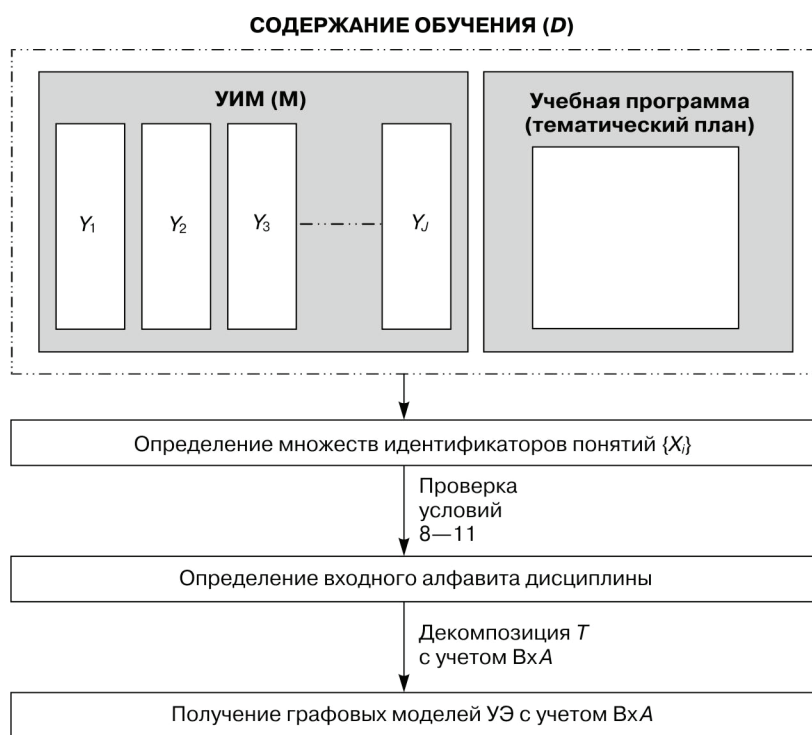
$$\left. \begin{aligned} \varphi(x_\eta) &= 0 \\ \varphi(x_1, x_n) &= 1 \end{aligned} \right\} \rightarrow \varphi(r_{1n}) = 1. \quad (10)$$

Утверждение (10) отражает ситуацию, когда при анализе ИПЗ не было обнаружено разделов  $Z_p$ , в которых находилось бы по одному идентификатору понятий. В таком случае делается вывод о связи между понятиями  $x_1$  и  $x_n$  ( $\varphi(r_{1n})=1$ ) и осуществляется переход к анализу следующего раздела  $Z_{p-1}$ . После завершения анализа всех ИПЗ будет справедливо утверждение:

$$\left. \begin{aligned} & \neg x_i (x_i \in Z_p \wedge x_i \in Z_{p-1}) \rightarrow \varphi(v) = \eta \\ & \exists x_i (x_i \in Z_p \wedge x_i \in Z_{p-1}) \rightarrow \varphi(v) = \eta - 1 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

На основании утверждения (11) можно сделать вывод о возможности нахождения нескольких идентификаторов УО на одном уровне иерархии понятийной структуры. Построение уровней иерархии порядка:  $\eta - 2, \dots, \eta - n, \dots, 0$  осуществляется по тем же правилам, что задаются выражениями (8—11).

Определения (3—9) и условия (8—11) позволяют сформировать модель процесса структуризации содержания обучения на основе построения иерархической понятийной сети знания, приведенной на рис. 3.



**Рис. 3.** Модель процесса структуризации содержания обучения на основе построения иерархической понятийной сети знания учебной дисциплины

Результатом функционирования данной модели является построение иерархической понятийной сети знания учебной дисциплины и определение входного алфавита. В основе ее лежит методика декомпозиции содержания обучения [2] и методы структуризации содержания обучения, предложенные в [3; 5]. Новым

в предлагаемой модели является объективное (формализованное) определение входного алфавита исследуемой учебной дисциплины. Такой подход упрощает практическую реализацию предложенной модели, поскольку не требует никакого дополнительного математического аппарата при разработке соответствующих алгоритмов для автоматизированной обработке больших массивов учебной информации.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Горский Ю.М. Системно-информационный анализ процессов управления. — Новосибирск: Наука (Сиб. отделение), 1988.
- [2] Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем. — Петродворец: ВВМУРЭ им. Попова, 1995.
- [3] Малыш В.Н., Вольнец Ю.Ф. Технология построения и функционирования автоматизированной среды подготовки специалистов по защите информации для силовых структур в вузе: монография. — Липецк: ЛГПУ, 2004.
- [4] Системный анализ и принятие решений. Словарь-справочник: учебное пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Высшая школа, 2004.
- [5] Воробьев Г.А., Малыш В.Н. Структуризация содержания обучения // Высшее образование сегодня. — 2007. — № 5.

### **A MODEL OF STRUCTURE CONTENT EDUCATION BASED ON THE KNOWLEDGE**

**G.A. Vorobjev, P.A. Kornev,  
V.N. Malysh**

Faculty of physical and mathematical and computer sciences  
Lipetsk state pedagogical university  
*Lenin str., 42, Lipetsk, Russia, 398020*

Based on the analysis of teaching process as a system, we offer structuring model of contents of teaching, founded on hierarchy conception network o knowledge and built using methodology of formalized presentation of pedagogical knowledge.

**Key words:** training, model, pedagogical knowledge, the information product, the focused count.