

# Структуризация содержания обучения



## КОМПОНЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ

Обучение – сложный, динамический процесс, имеющий многоуровневую структуру. Для определения его проблем и противоречий, нуждающихся в разрешении, необходимо произвести анализ тех компонентов, которые представляются наиболее существенными для его описания и понимания. Оптимальным, на наш взгляд, в этом случае является применение системного анализа.

Процесс обучения представляет собой взаимодействие двух субъектов: «обучающего» и «обучаемого». Оба

этих субъекта до начала взаимодействия обладают определенными системозначимыми свойствами.

В результате объединения обучающего и обучаемого в систему они вступают во взаимодействие, и между ними устанавливаются устойчивые связи. Причем 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), впервые введенный в работе [1], а также УО.

Под термином УЭ в [2] предлагается понимать:

**Определение 1:** «информационный продукт, представляющий собой отображение логически завершенного элемента содержания программы обучения в соответствии с целями его изучения» [2].

Под термином УО:

**Определение 2:** «информационный продукт, отображающий те стороны структуры или функционирования УЭ, на которые направлено конкретное обучающее воздействие» [2].

УО есть представление УЭ в конкретной дидактической ситуации.

Процесс обучения правомерно рассматривать как систему и применять для его исследования соответствующие научные методы.

## МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

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

**Аксиома 1:** *Основой формализованной структуры любой области зна-*

ний (учебной дисциплины) являются:

- идентификаторы, обозначающие понятия;
- взаимосвязи между понятиями.

Понятие обозначается словом, группой слов, именуемыми объектом реального мира, процессом или их свойством.

Взаимосвязи устанавливают причинно-следственные зависимости между объектами (процессами, свойствами), определенными 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.

Совокупность педагогических знаний ( $\Xi$ ) любой изучаемой дисциплины, представляет собой систему. В  $\Xi$  существует множество элементов, объединенных в подсистемы, имеется своя структура, определяемая взаимосвязями между элементами и подсистемами. Система формируется и сохраняется под воздействием определенных системообразующих факторов. Существуют связи между данной системой и сопряженными с ней внешними системами.

Элементарной (неделимой) составляющей, входящей в состав  $\Xi$ , является слово, отражающее определенное понятие. С помощью слов фиксируются все понятия, составляющие систему педагогических знаний  $\Xi$ .

Связи между понятиями при неформализованном представлении педагогических знаний устанавливаются с помощью грамматических (синтаксических) правил конкретного языка.

По отношению к каждому понятию из  $\Xi$  существует первичное предложение, которое содержит его определение. Совокупность определений образует инвариантное ядро педагогических знаний.

Функциональной нагрузкой инвариантного ядра каждой учебной дисциплины является обеспечение однозначного восприятия педагогических знаний всеми пользователями в пределах конкретного курса.

Выделение научного направления в самостоятельную дисциплину происходит тогда, когда по отношению к данной конкретной области накопился достаточно большой объем знаний, получающий собственное наименование. При этом формируется совокупность понятий, специфичных для данной области знаний. Инвариантное ядро дисциплины для определения своих понятий использует слова других областей знаний.

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

Изложенная выше аксиоматическая база позволяет ввести ряд определений.

**Определение 3:** Под термином *содержание учебной дисциплины* (СУД) будем понимать конечное множество  $A$  УЭ (см. определение 1), представленных в виде идентификаторов понятий, составляющих учебную программу рассматриваемой дисциплины:

$$A = \{x_i\} = \text{const} \left. \vphantom{A} \right\} \{i | i \in N \wedge i \leq m\}, \quad (1)$$

где:  $N$  – множество натуральных чисел,  $m$  – число УЭ в программе учебной дисциплины.

**Определение 4:** Под *тезаурусом* [4] учебной дисциплины будем пони-

мать конечное множество  $T$ , состоящее из подмножества  $A$  (см. определение 3) и подмножества  $C$  УО, составляемое преподавателем и отражающее содержание обучения по дисциплине:

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

где  $j$  – число понятий, однозначно идентифицирующих УО, встречающихся в учебном информационном массиве (УИМ),  $t$  – количество понятий, встречающихся в источниках знаний.

**Определение 5:** Под учебным информационным массивом дисциплины будем понимать конечное множество  $M$  источников предметного знания (ИПЗ)  $Y$ .

$$M = \left\{ \left. \begin{aligned} v_q \\ \{q | q \in N \wedge 1 \leq q \leq k\} \end{aligned} \right\} \right\}, \quad (3)$$

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

**Определение 6:** Под ИПЗ будем понимать источник неформализованной информации, состоящий из разделов  $Z$ .

$$Y = \left\{ \left. \begin{aligned} z_p \\ \{p | p \in N \wedge 0 \leq p \leq k\} \end{aligned} \right\} \right\}, \quad (4)$$

**Определение 7:** Под разделом ИПЗ будем понимать конечное множество  $Z$ , представляющее собой объединение множества словоформ  $S$  и множества идентификаторов УО  $C$ .

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

где  $d$  – количество словоформ в разделе,  $f$  – все словоформы естественного языка.

**Определение 8:** Под входным алфавитом ( $Vx_A$ ) понятий (см. аксиомы 3–6) будем понимать понятия, для определения которых в рамках содержания обучения учебной дисциплины не требуется других понятий.



Воробьев Григорий Алексеевич – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информационных технологий Липецкого государственного педагогического университета. Сфера научных интересов – автоматизированное управление учебным процессом. Автор двадцати пяти научных публикаций.



Малыш Владимир Николаевич – профессор, заведующий кафедрой, декан факультета физико-математических и компьютерных наук, доктор технических наук. Сфера научных интересов – автоматизированное управление учебным процессом в рамках концепции единого информационного пространства. Автор ста двадцати научных публикаций.

Соотношение СУД (А), тезауруса учебной дисциплины (Т), УИМ (М), ИПЗ (У), подмножества УО (С), разделов (Z) и множества словоформ S определяется (6).

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

Пример структуры, являющейся иерархически упорядоченной сетью, отражающей содержание обучения дисциплины, приведен на рис. 3.

**Определение 9:** Под иерархически упорядоченной сетью будем понимать множество узлов, между которыми существуют только односторонние связи.

Задача построения структуры, приведенной на рис. 3, будет состоять в следующем:

- 1) построение множества T;
- 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. 3.

Последний пункт приведенного выше обобщенного алгоритма можно описать следующим выражением:

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

где X – множество вершин, где  $x \in \{0,1\}$ ;

R – множество связей между вершинами, где  $r \in \{0,1\}$ ;

V – множество уровней иерархий, где  $v \in (0, \eta)$ ,  $\eta$  – максимальный (начальный) номер уровня иерархии в модели.

Исходя из определения 9, минимальной единицей структурного анализа в данной модели считается раздел Z ИПЗ Y.

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

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

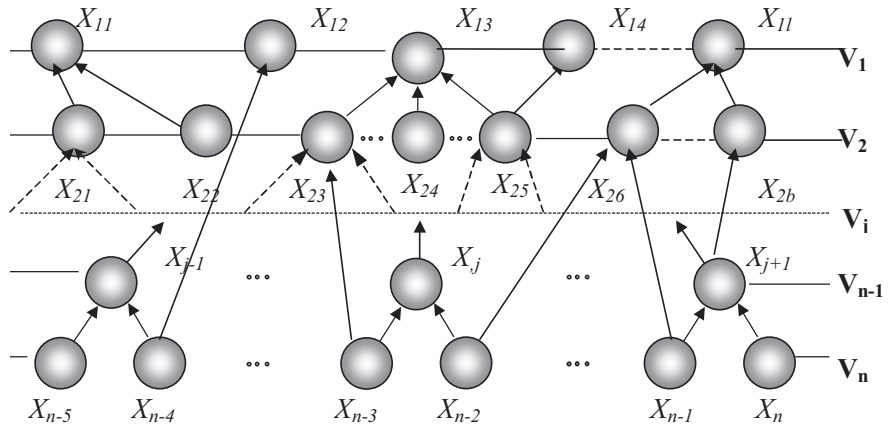


Рис. 3. Иерархическая понятийная структура, отражающая СУД

Утверждение 8 отражает ситуацию, когда анализируется идентификатор УО базового уровня данной предметной области.

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

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

для каждого  $q_i$  из данного  $Z_p$ .  
Если:

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

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  $x_i$  и  $x_n$  ( $\varphi(r_n) = 1$ ) и осуществляется переход к анализу следующего раздела  $Z_{p-1}$ . После завершения анализа всех ИПЗ будет справедливо утверждение:

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

На основании утверждения (11) можно сделать вывод о возможности нахождения нескольких идентификаторов УО на одном уровне иерархии понятийной структуры.

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

Результатом функционирования данной модели является построение иерар-

хической понятийной сети знания учебной дисциплины и определение входного алфавита. В основе ее лежит предложенная в работе [2] методика декомпозиции содержания обучения и методы структуризации содержания обучения, предложенные в [4, 5].

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

## Литература

1. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: учебно-методическое пособие. М: «Высшая школа», 1989.
2. Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем Петродворец: ВВМУРЭ им. Попова, 1995.
3. Николаев В.И., Брук В.М. Системотехника: методы и приложения. Л: «Машиностроение», Ленинградское отд., 1985.
4. Филиппов П.В. Принципы построения и функционирования автоматизированной системы контроля уровня знаний: Монография. Петродворец: ВМИРЭ им. А.С. Попова, 2003.
5. Малыш В.Н., Вольнец Ю.Ф. Технология построения и функционирования автоматизированной среды подготовки специалистов по защите информации для силовых структур в вузе. Липецк, 2004.