

7. Свердлов С.З. Языки программирования и методы трансляции: Учебное пособие. СПб.: Питер, 2007. 638 с.
8. Ахо А., Сети Р., Ульман Дж. Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. Пер. с англ. М.: ИД «Вильямс», 2003. 768 с.
9. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Том 1 Синтаксический анализ. М.: Мир, 1978. 611 с.
10. Крищенко В.А. Использование LR-таблиц для разбора ограниченного естественного языка // Электронный журнал «Исследовано в России» <http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/958/2000/067.pdf>
11. Thomas H. Cormen. Introduction to algorithms. Massachusetts, MIT Press, 2001. 980 p.

*Александр Сергеевич ГИЛЬМАНОВ —  
аспирант кафедры программного обеспечения  
Тюменского государственного университета*

*Сергей Амирович ГИЛЬМАНОВ —  
профессор кафедры педагогики и психологии,  
Югорского государственного университета,  
доктор педагогических наук,  
(г. Ханты-Мансийск)*

УДК 004.057.5

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ОБЪЕКТОВ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ КОНТЕНТА**

*АННОТАЦИЯ. В данной статье рассмотрены подходы к информационному и математическому моделированию учебных объектов в электронных обучающих системах, использующих гибридные технологии доставки контента.*

*In this article we will show some basic approaches to mathematical and informational modeling of learning objects in e-learning systems that use hybrid technologies of content delivery.*

Электронные обучающие системы, использующие гибридные технологии доставки контента, являются относительно новым направлением в электронном образовании. Основным нововведением данной концепции является, во-первых, возможность использования для передачи образовательного контента не только стандартных путей доставки (персональные компьютеры, интернет, e-mail, локальные сети), но и любых других доступных каналов связи и устройств (мобильные телефоны, PDA-устройства, iPhone и всевозможные пути передачи данных — сотовые сети GSM/3G, wi-fi, Bluetooth, SMS и т. п.), а во-вторых, полная или частичная автоматизация подбора образовательного контента для передачи пользователю.

Цель данной статьи — обозначить один из возможных подходов к моделированию учебных объектов при применении гибридных технологий доставки образовательного контента, т. к. существующие методы не всегда способны обеспечить полноценное их использование.

Суть концепции учебных объектов, предложенной в 1992 г. В. Ходжинсом [1] состоит в том, что учебный объект (УО) — основа создания независимых законченных пакетов образовательного контента (учебного материала, включенного в электронные обучающие системы), которые могут быть использованы в обучающих целях, а также комбинироваться для формирования более крупных учебных объектов. Комитетом стандартов обучающих технологий IEEE (Learning Technology Standards Committee, Institute of Electrical and Electronics Engineers [2]) учебный объект определяется как «любая сущность, цифровая или нет, которая может быть использована в одном и более контекстах, или на которую может быть сделана ссылка во время технологически обеспеченного обучения».

Обязательным свойством УО является наличие метаданных. По стандарту IEEE 1484.12.3-2005 модель метаданных учебных объектов (Learning Objects Metadata Model. LOM) является иерархической структурой, которая описывает все основные параметры содержащегося в объекте контента.

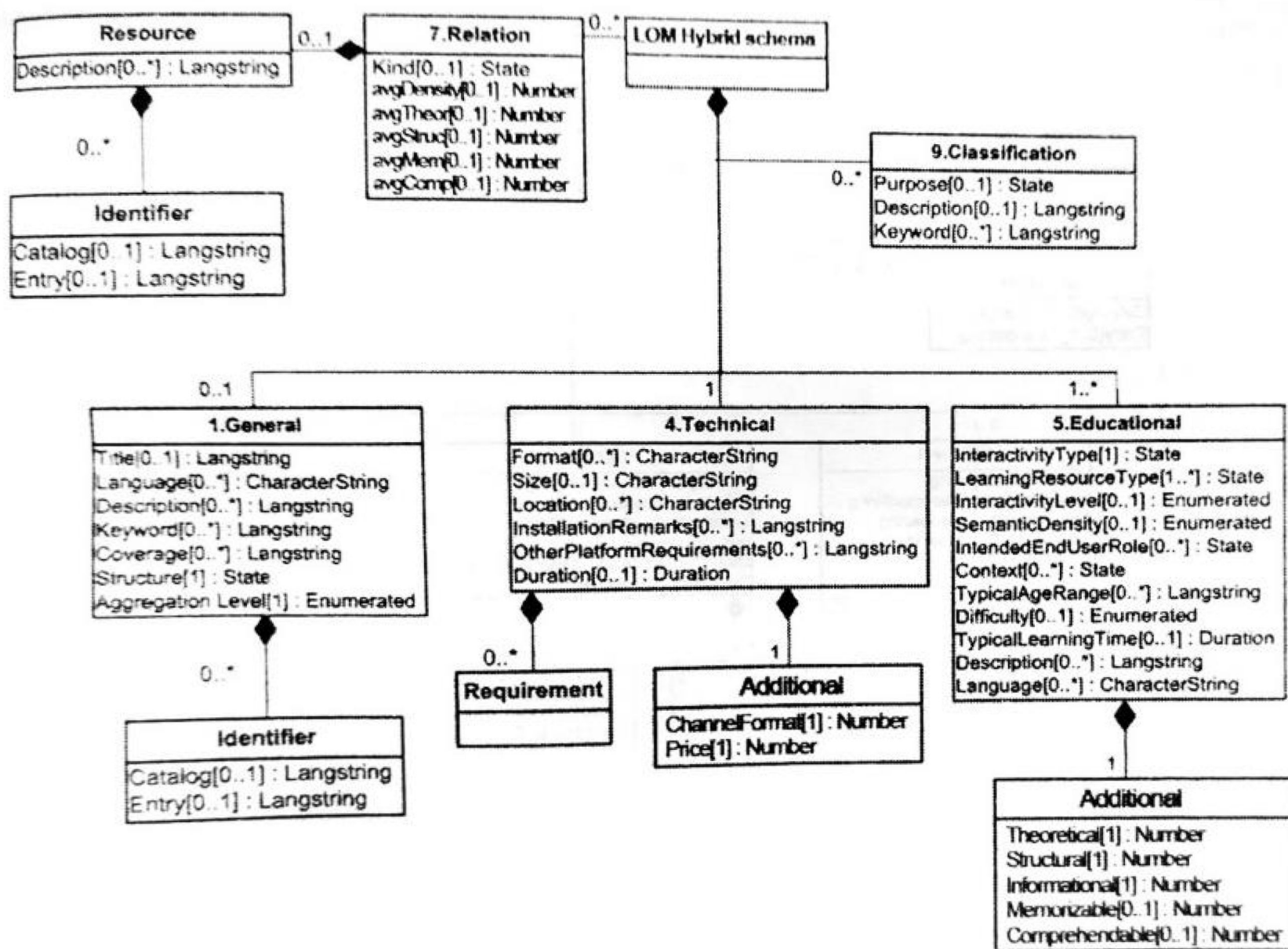


Рис. 1.

На рис. 1 приведен фрагмент информационной модели метаданных учебных объектов (IEEE 1484.12.3). Из схемы видно, что принадлежность объекта к курсу описывается множеством параметров типа «отношение» (relation), общими (general) параметрами — «название», «покрытие» (coverage), «уровень вложенности» (aggregation level); множеством классификационных параметров «назначение» (purpose), а также множеством «педагогических» (educational) параметров «контекст». Также педагогические параметры описывают тип интерактивности, тип образовательного ресурса, «семантическую плотность» (semantic density), типичный возраст обучаемого, сложность, типичную продолжительность обучения.

Технические параметры учебного объекта в стандартной модели IEEE LOM описывают формат объекта, размер, местонахождение, продолжительность, а также прочие требования платформы.

На наш взгляд, стандартная модель хотя и является весьма емкой, но накладывает определенные ограничения на возможности автоматизации подбора учебных объектов при использовании гибридных технологий. Во-первых, большая часть параметров, как технических, так и педагогических, в стандартной спецификации описываются строковыми либо перечислимыми типами, а большинство из них вообще не являются обязательными, что не всегда дает возможность «гибкого» подбора, основанного на математических методах; во-вторых, указанные в стандарте педагогические параметры не характеризуют содержащийся в объекте контент достаточно эффективно для автоматизированной компоновки элементарных учебных объектов в отправляемые пользователю пакеты.

Для исчерпывающей оценки педагогической составляющей учебного объекта, а также для упрощения процесса подбора объектов для отправки предлагаем расширить модель следующим образом (см. рис. 2):

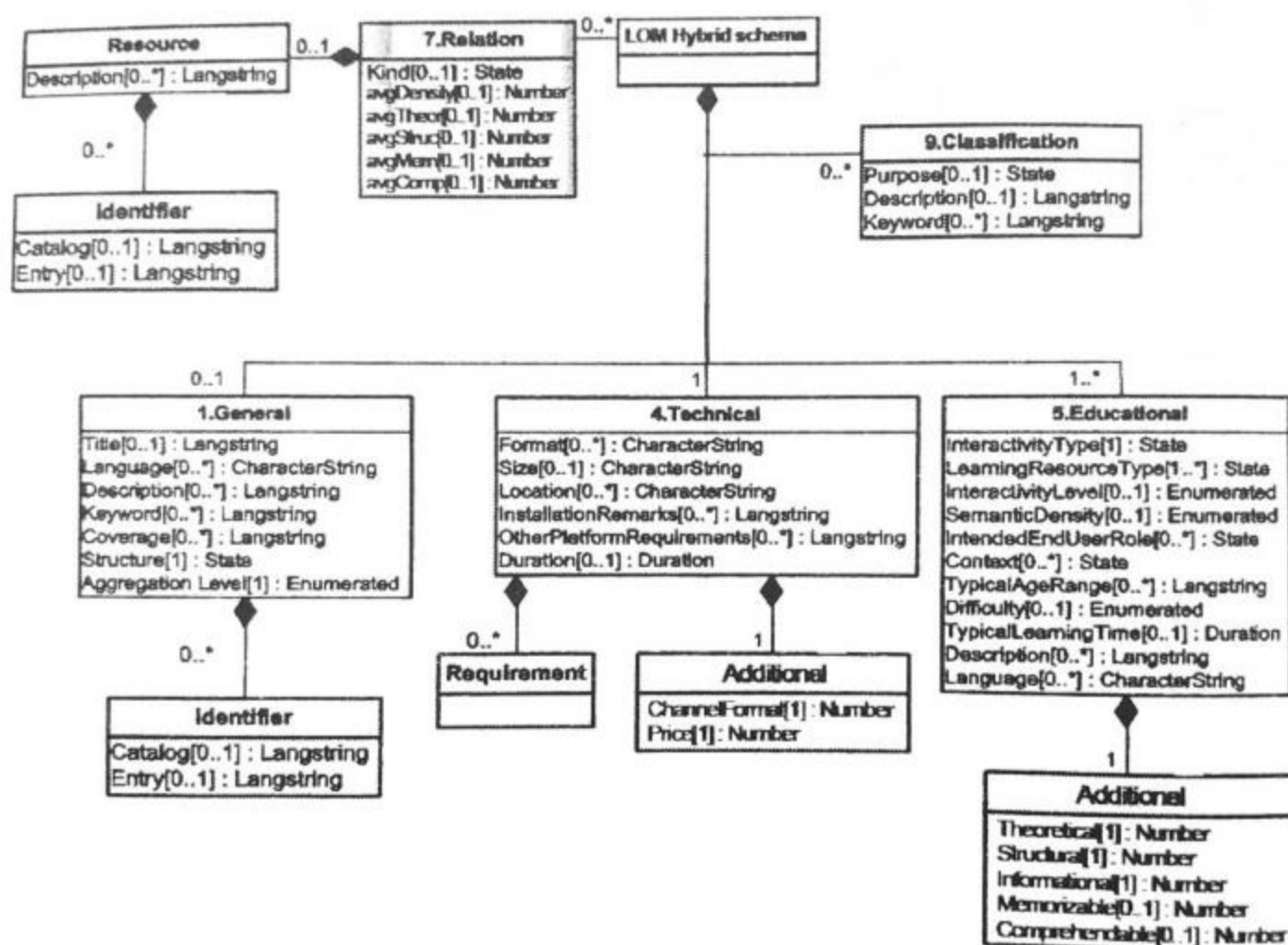


Рис. 2

На рис. 2 приведена расширенная информационная модель метаданных УО. Такое расширение обеспечивает совместимость объектов как с традиционными обучающими системами, так и с системами, использующими гибридные технологии доставки контента. Поясним назначение добавленных параметров.

**Theoretical[1] : Number.** «Теоретичность», степень, в которой материал относится к сообщению знания, влияющего на все последующие знания в данной дисциплине.

**Structural[1] : Number.** «Структурность», степень, в которой материал, относится к информации, показывающий «устройство» чего-либо (последовательность, характер связей, ход доказательства и пр.).

Informational[1] : Number. «Сведения», степень, в которой материал, относится к информации, нужной для оперирования знаниями для решения задач определенной направленности.

Memorizable[0..1] : Number. Оценка степени, в которой действия при усвоении материала сводятся к простому усвоению сведений и последовательностей.

Comprehendable[0..1] : Number. Степень, в которой материал направлен на понимание как процесс формирования представления о предмете рассмотрения, момент возникновения представления (акт понимания) и само это представление, как результат процесса.

ChannelFormat[1] : Number. «Расширенный» формат, единый числовой параметр, определяющий как возможность передачи объекта по определенным каналам связи, так и возможность его воспроизведения на определенных устройствах.

Price[1] : Number. Стоимость, может быть использована как оценка стоимости доставки по каналу связи, либо, в случае проведения коммерческих электронных курсов, как стоимость каждого элементарного учебного объекта.

Значения числовых параметров нормированы к интервалу [0,1].

При применении гибридных технологий необходимо задействовать промежуточные учебные объекты, которые не будут содержать образовательного контента, но будут служить для группировки УО (LO, Learning Object), являющихся различными представлениями одной и той же учебной информации. Назовем такие промежуточные объекты учебными альтернативами (LA, Learning Alternative).

Таким образом, можем сказать, что учебная тема  $LT_a$  является множеством  $n$  учебных альтернатив  $LA_b$  по  $m_k$  учебных объектов  $LO_c$  ( $k=1, n$ ) в каждой:

$$LT = \{LA_1, LA_2, \dots, LA_n\};$$

$$LA_k = \{LO_{1k}, LO_{2k}, \dots, LO_{mk}\}.$$

При включении альтернативы в курс преподаватель может использовать параметры avgTheor, avgStruc, avgMem, avgComp (средние значения параметров Theoretical, Structural, Memorizable, Comprehendable соответственно) как показатели важности данного объекта в пределах курса. В таком случае при формировании сообщения пользователю подбор контента будет вестись с учетом этих параметров.

При упрощенном использовании можно использовать сумму взвешенных значений добавочных педагогических параметров как значение «семантической плотности» объекта:

$$LO_c.SemanticDensity = \alpha \times LO_c.Theoretical + \beta \times LO_c.Informational + \gamma \times LO_c.Structural, (\alpha + \beta + \gamma = 1).$$

Введем переменные  $x_k$ , которые смогут принимать значения одного из элементов из множества  $LA_k$  учебных объектов ( $x_k$  — учебный объект). Значение параметра SemanticDensity этого объекта обозначим как  $SD_{xk}$ , значение параметра ChannelFormat: fmt<sub>xk</sub>, Size: sz<sub>xk</sub>, Price: pc<sub>xk</sub>.

В качестве критериев выбора значений  $x_k$  из множеств  $LA_k$  для отправки материала пользователю введем ограничения по параметру SemanticDensity ( $SD_{min}$ ), а также по формату ChannelFormat: fmt<sub>max</sub> и по объему Size: sz<sub>max</sub> (ограничения канала связи). Тогда постановку задачи выбора материала для отправки можно представить в виде:

найти  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , удовлетворяющие условиям:

$$\left\{ \begin{array}{l} SD_{x1} \geq SD_{\min 1}, \\ SD_{x2} \geq SD_{\min 2}, \\ \dots \\ SD_{xn} \geq SD_{\min n}, \\ fmt_{x1} \leq fmt_{\max}, \\ fmt_{x2} \leq fmt_{\max}, \\ \dots \\ fmt_{xn} \leq fmt_{\max}, \\ \sum_{k=1}^n sz_{xk} \leq sz_{\max}, \\ \sum_{k=1}^n pc_{xk} \leq pc_{\max}. \end{array} \right.$$

В общем случае любой из векторов  $(x_1, \dots, x_n)$ , являющихся решением данной системы, будет представлять корректное сообщение, отражающее учебную тему LT.

Учебные объекты и учебные альтернативы в рамках темы, а также связи между ними наиболее эффективным образом могут быть представлены в виде ориентированного графа, ребра которого отражают взаимосвязи между учебными объектами. Каждому ребру  $r_{ij}^k$  соответствует набор критериев, зависящий от параметров учебных объектов  $LO_{ki}, LO_{k \cdot l_j}$ ,  $k=(1, n-1)$ . Для случая  $n=3, m_k=3$  граф имеет вид, представленный на рис. 3.

В случае использования гибридных технологий доставки наиболее актуальной является задача отправки УО с условием обеспечения минимального объема. Тогда к описанной выше системе добавляется целевая функция:

$$F(X) = \sum_{k=1}^n sz_{xk} \rightarrow \min.$$

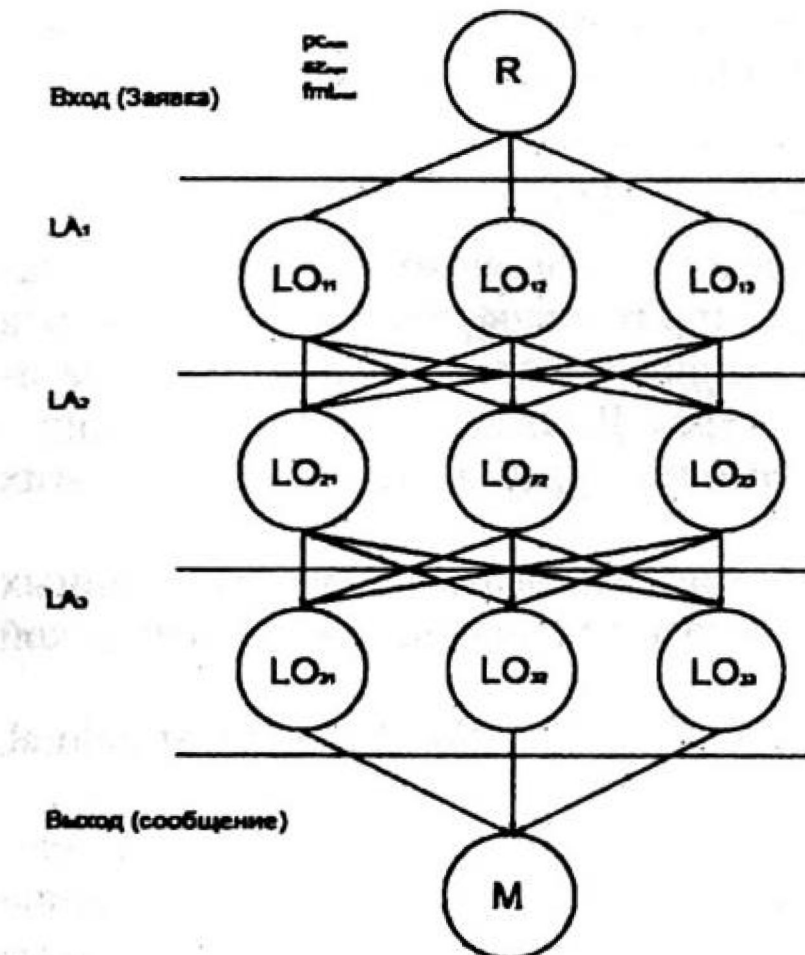


Рис. 3

Таким образом задача отбора учебных объектов для доставки при ресурсных ограничениях с требованием обеспечения минимального объема передаваемого контента сводится к задаче многокритериального поиска оптимального пути (от заявки (R) до сообщения (M)) на ориентированном графе.

Предложенные в данной статье подходы, конечно, не являются совершенными с точки зрения практической реализации. Очевидно, что в рамках одной учебной альтернативы все представления невозможно сделать стопроцентно рав-

носильными, необходимо «уравновешивать» качество доставляемого пользователю учебного контента в рамках всего курса. Кроме того, руководствуясь представленными в статье подходами, можно столкнуться с «измельчением» учебных объектов, что не всегда хорошо: с одной стороны, чем меньше размер учебного объекта (в смысле информации), тем больше вероятность того, что объект будет полезным и будет использоваться многократно; с другой стороны, если учебный объект слишком мал, тогда есть опасность, что он станет бессодержательным и непригодным для многовариантного использования. Однако, несмотря на указанные недостатки, подобные подходы имеют свои преимущества: они создают большие возможности для варьирования и при создании учебного контента, и при его освоении, а значит, и для повышения эффективности образовательного процесса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hodgins, Wayne. Into the future // <http://www.learnativity.com/download/MP7.PDF>.
2. Материалы комитета стандартов образовательных технологий IEEE // <http://ieeeltsc.org>.
3. Норенков И.П. Технологии разделяемых единиц контента для создания и сопровождения информационно-образовательных сред // Информационные технологии. 2003. № 8. С. 34-39
4. Гильманов А.С. Информационное моделирование обучающей системы, использующей гибридные технологии доставки контента // Современные проблемы математического и информационного моделирования. Перспективы разработки и внедрения информационных IT-решений. Сб. науч. тр. под ред. Кутрунова В.Н. Тюмень. Изд-во ТюмГУ, 2008
5. Информационно-аналитические материалы Российского портала открытого образования // <http://www.openet.ru>

**Юлия Владимировна БИДУЛЯ** —  
ст. преподаватель кафедры  
компьютерных технологий  
Института математики и компьютерных наук  
Тюменского государственного университета

УДК 004.421

### АЛГОРИТМИЗАЦИЯ СМЫСЛОВОГО ОПИСАНИЯ КОНТЕНТА

*АННОТАЦИЯ. В статье излагаются принципы построения модели описания контента в целях программной реализации смыслового анализа учебно-методических материалов. Показана взаимосвязь синтаксических характеристик единиц предложения с семантической структурой всего контента. Предложен алгоритм преобразования синтаксического описания предложений текста в семантическую сеть ключевых понятий.*

*This article states a construction principles of content term describing model with the purpose of text meaning program realization. A correlation between syntactic characteristics of sentence units and whole content semantic structure is represented. A script of syntactic describing text sentences transforming to an keywords semantic net is offered.*

Подготовка учебного материала для дисциплин как дистанционного, так и очного обучения подразумевает работу преподавателя с различными источниками