

И. Н. Коваленко

## Дизайн электронных учебных пособий: КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД

*В течение нескольких веков основным средством обучения оставалось слово. Развитие информационных технологий предоставляет реальную возможность изменить всю образовательную парадигму. Сможем ли мы правильно понять суть происходящего и воспользоваться открывшимися возможностями? Одним из условий положительного разрешения этого вопроса, на наш взгляд, является переосмысление отношений в системе «обучаемый — средства обучения» и таких понятий, как «мультимедиа», «наглядность», «дизайн учебных пособий». Необходимость применения, причины и условия эффективности мультимедиа, принципы дизайна электронных учебных пособий могут быть объяснены на основе идей когнитивной психологии.*

Вся история зарождения и развития образования представляет собой обучение на основе вербальных методов и средств. Изобретение печатного станка И. Гутенбергом в XV веке сделало слово более доступным. Принцип наглядности, выдвинутый Я. Коменским в XVII веке, узаконил присутствие в учебниках поясняющих иллюстраций, но суть процесса обучения от этого принципиально не изменилась. До сих пор основными формами проведения учебных занятий являются лекции и семинары в высших учебных заведениях, и традиционный урок в средней школе. Основной источник знаний вне учебной аудитории — по-прежнему книга.

Бурное развитие информационных технологий в XX веке неоднократно порождало иллюзии коренных преобразований в методах обучения. Так в 1922 году известный изобретатель Томас Эдисон высказал мысль о том, что «кино приведет к революционным изменениям в образовательной системе и через несколько лет оно вытеснит традиционные учебники если не полностью, то в значительной степени» [9, 10]. Однако ни радио, ни кино, ни телевидение так и не стали основными технологиями обучения.

Развитие средств телекоммуникаций и использование персональных компьюте-

ров в наши дни порождает новые надежды на преобразование средств и методов обучения. Наиболее перспективно выглядит в этом плане технология гипермедиа, суть которой кратко можно выразить формулой: **гипермедиа = гипертекст + мультимедиа**. Безусловно, оба компонента в этой связке играют определяющую роль. Гипертекст должен рассматриваться не просто как технология связывания блоков материала или реализации пользовательского интерфейса, а как идеология организации знаний на основе нелинейных ассоциаций смысловых элементов. Однако еще более значима в этой связке роль мультимедиа — роль идеологии представления знаний в соответствии с механизмами получения и обработки информации, принципами построения знаний с помощью интеллекта человека.

Успешность применения электронных учебных пособий в значительной степени зависит от того, насколько мы осознаем необходимость этого соответствия и насколько адекватной будет используемая нами модель когнитивной системы человека.

### Мультимедиа: технологический и когнитивный подходы

#### Мультимедиа как технология?

Обзор материалов отечественной печати и web-публикаций показывает, что чаще

всего используются следующие толкования термина «мультимедиа»:

- как технические средства предъявления информации (обычно используются два или более устройств, например, экран и звуковая система);
- как особый программный инструментарий предъявления материала (средства разработки);
- как способ внутреннего представления материала в ЭВМ (файлы различных типов);
- как способ передачи информации с использованием различных сенсорных систем человека (зрение и слух).

Отметим, что первые три толкования относятся к технологической стороне применения мультимедиа и лишь последнее ориентировано на возможности обучаемого. Причем, эти совершенно разные толкования зачастую четко не разграничиваются, смешиваются, что затрудняет их правильное понимание. Понимание термина «мультимедиа», представленное последним, наиболее соответствует его переводу с латыни — «многосредовость». Однако в данном случае имеется ввиду лишь модальная многосредовость — одновременное погружение человека в визуальную и звуковую среды.

Учебный эффект, получаемый при одновременном использовании различных модальностей известен уже достаточно давно. Например, еще в 1967 году Д. Трейклер (D. Treichler) констатировал: «Люди запоминают 10% того, что они читают; 20% того, что они слышат; 30% того, что они видят;

и 50% того, что они слышат и видят одновременно» [13]. Однако если вдуматься, то в процитированном фрагменте можно обнаружить и более глубокий смысл: человеку естественно использовать вербальную информацию, поступающую через органы слуха (речь), и невербальную информацию, поступающую через органы зрения (образы). Эффект от совместного использования речи и зрительных образов значительно превосходит сумму эффектов отдельного использования речи и образов, взятых в их числовом выражении.

**Мультимедиа как многосредовость**

Итак, человеку свойственно выделять различные виды информации не только на основе ее модальности, но и на основе деления информации на вербальную и образную. Человек одновременно пребывает в звуковой и визуальной, в вербальной и образной средах. То есть многосредовость становится многосредовостью в квадрате! Поскольку такое понимание мультимедиа нетрадиционно для отечественных исследований, поясним суть сказанного с помощью табл. 1.

Именно разумное распределение нагрузки между различными средами является объяснением результатов исследований Д. Трейклера.

Подобные рассуждения и результаты многолетних исследований привели А. Пейвайо (A. Paivio) в 1986 году к созданию теории двойного кодирования (Dual Coding Theory — DCT). Согласно теории двойного кодирования предполагается разделение процессов обработки информации между

Таблица 1

**Ортогональное отношение каналов обработки информации и модальностей (адаптировано на основе [14])**

Модальность	Кодирование	
	Вербальное	Образное
Зрение	Текст (печатный или отображаемый на экране)	Иллюстрации (статическая и динамическая графика, видео, элементы оформления)
Слух	Речь (голос лектора, аудиозапись)	Музыка, звуки, шумы

двумя независимыми, но взаимодействующими каналами — вербальным и образным. В кратковременной (рабочей) памяти человека происходит разделение вербальной и невербальной (образной) информации, которая обрабатывается отдельными подсистемами (рис. 1).

нании произвольно возникает слово «кошка» как результат идентификации объекта. В этом случае интересно дальнейшее продолжение ассоциативного ряда: изображение → слово → звуковой образ слова.

Таким образом, если принять гипотезу двухканальной структуры рабочей памяти человека, то мультимедиа следует понимать как способ взаимодействия различных модальностей и вербальной/образной среды. Согласно Р. Мейеру, разделяющему такой подход, мультимедиа — одновременное предъявление информации в виде слов и образов [12], т. е. **мультимедиа = слова + образы**.

В этом случае основная цель разработчика учебных пособий — пропорциональное разделение потока информации между зрительной/звуковой и вербальной/образной системами человека.

### Мультимедиа дизайн

#### Электронные учебные пособия и подходы к их разработке

До сих пор в отечественной практике использования электронных средств обучения нет единой устоявшейся классификации электронных учебных изданий и разработок. Например, А. В. Осин предлагает использовать обобщающее понятие «электронные издания и ресурсы» (ЭИР) [6]. Однако тут же соглашается, «что с методической точки зрения отдельное электронное издание/ресурс в самом общем виде справедливо называть электронным учебным пособием» [6].

Подобная ситуация складывается и с пониманием основных направлений исследований по применению электронных учебных средств. Обзор материалов печати и web-публикаций показывает, что в России на данный момент основными направлениями исследований по проблемам компьютерного обучения являются:

- стандартизация технологий разработки ЭИР (структуры, содержания, программной реализации, технической документации и т. д.);

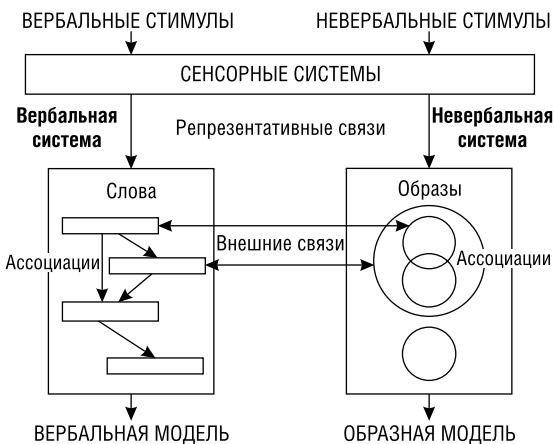


Рис. 1. Общая модель теории двойного кодирования (адаптировано на основе [14])

Внутри каждой из подсистем возникают внутренние ассоциации (слово ↔ слово, образ ↔ образ). Пример внутренней ассоциации для вербальной подсистемы при прочтении фразы «кошка сидит под столом»: (кошка ↔ сидит) ↔ (под ↔ столом). В этом случае за каждым словом стоит его семантика («кошка — самка небольшого домашнего животного семейства кошачьих»). Связывание слов в ассоциации также происходит на смысловой основе. Вербальное мышление носит теоретический, понятийный, абстрактный характер.

Взаимодействие каналов порождает перекрестные ассоциации (слово → образ, образ → слово). Например, при чтении слова «кошка» человек представляет именно кошку, причем чаще всего этот образ имеет дополнительные характеристики, отсутствующие в тексте (серая, полосатая), что свидетельствует о конкретности образного мышления. В случае, когда человек видит животное или его изображение, в его соз-

**Сравнение основных подходов к дизайну электронных учебных пособий**

<b>Подход</b>	<b>В центре внимания</b>	<b>Цель</b>	<b>Суть</b>
Технологический	Возможности и особенности технологии (инструментария)	Использовать возможности технологии для предъявления информации	Как можно использовать возможности технологии
Когнитивный	Возможности и особенности познавательной системы человека	Способствовать осознанному изучению учебного материала, построению знания	Как следует применить возможности технологии для облегчения обучения

- разработка теоретических (математических) моделей структуры информационных ресурсов и навигации;

- описание опыта создания отдельных компонентов мультимедиа (звукозапись, видеозапись, анимации);

- описание опыта разработки ЭИР на основе, как инструментальных средств широкого назначения (системы программирования, языки разметки документов), так и узкоспециализированных пакетов для разработчиков;

- описание опыта использования того или иного ЭИР;

- определение требований к организации пользовательского интерфейса (управляющие элементы, системы меню и панелей, справочные системы и т. д.);

- определение требований к организации психологически комфортной среды обучения и стимулирования мотивации обучения средствами оформления (цветового, шрифтового, размещение графики и видео).

Легко видеть, что в центре большинства исследований — процесс разработки либо возможности той или иной конкретной технологии. И только последнее направление ориентировано на особенности обработки информации человеком. Однако при обсуждении проблем обучения в первую очередь необходимо учитывать возможности обучаемого, а не средства обучения.

С точки зрения психологии технологический подход обоснован лишь гипотезой «пустого сосуда» (empty vessel), согласно которой память человека есть пустой сосуд,

требующий наполнения знаниями. Причем, результативность обучения напрямую зависит от скорости передачи информации, а ресурсы когнитивной системы представляются неограниченными.

С точки зрения реальных задач обучения технологический подход может быть частично оправдан в тех случаях, когда цель учебной деятельности — именно выработка навыков поиска и отбора необходимой информации и построения знания. Такие ситуации характерны при организации проблемно-поисковой, исследовательской деятельности учащихся. В этом случае цель разработки электронного ресурса — дать учащемуся столько качественной информации, сколько он сможет обработать, и на первый план выходят возможности используемой технологии по предъявлению информации различными способами. Все сказанное прекрасно соответствует ситуациям использования в учебной деятельности различного рода справочников и энциклопедий.

**Дизайн электронных учебных пособий**

Собственно определение понятия «дизайн» применительно к учебным пособиям до сих пор остается расплывчатым. Например, А. В. Осин в одной из самых цитируемых работ, дает следующее определение: «Дизайн — это архитектура ЭИР и его конструктивное исполнение в многомерном пространстве интерактивного аудиовизуального представления предметной области» [6]. Очевидно, что такое определение совершенно не затрагивает вопроса о прин-

ципах деятельности мозга по обработке информации. И это действительно странно, тем более что сам автор тут же ссылается на словарь С. И. Ожегова: «дизайн — конструирование вещей, машин, интерьеров, основанное на принципах сочетания удобства, экономичности и красоты». Почему при разработке дизайна, например, бокала для пива, на первый план выдвигается не проблема построения его трехмерной математической модели или оригинальности его формы, цветового оформления, а проблема его функциональности? Почему при этом главное насколько такой бокал будет удобен для руки и рта человека? Логично было бы предположить, что в основе дизайна учебных пособий должна лежать идея удобства построения знания из полученной информации, основанная на принципах познавательной деятельности. А вот с принципами у нас пока, как говорится, не очень. Ссылки на принцип наглядности Я. Коменского без его концептуального обоснования выглядят подобно ссылке на библейские тексты [2]. Ссылки на необходимость организации интуитивно понятного интерфейса или ясность изложения материала без их точного определения тоже недостаточно убедительны. К сожалению, при внимательном изучении материалов конференций, посвященных проблемам информатизации образования, можно найти даже случаи переноса основ рекламного или web-дизайна на дизайн учебных пособий. Но ведь реклама (большинство web-сайтов) должна представить информацию — ярко, броско, эмоционально — как удар по голове. Основная же цель дизайна учебных пособий — содействие наилучшему усвоению знаний.

На наш взгляд, определение дизайна учебных пособий должно быть примерно таким: дизайн — организация учебного материала (включая его отбор, структурирование, оформление, реализацию интерактивности) сообразно принципам познавательной деятельности.

Очевидно, что дизайн электронных учебных пособий должен быть основан на при-

менении мультимедиа. Поэтому говорить следует о дизайне мультимедийного представления учебного материала — мультимедиадизайне.

Проведенные исследования показывают, что использование мультимедийных обучающих систем позволяет значительно уменьшить затраты времени, необходимого для усвоения учебного материала. Так, Дж. Кулик (J. Kulik) и другие исследователи в своих работах свидетельствуют об экономии до 88% учебного времени при использовании мультимедийных учебных средств [13]! Приведенные результаты на первый взгляд выглядят неправдоподобными. Однако если вспомнить неоднократно встречающееся в работах Р. Мейера высказывание о том, что хорошо составленная схема или рисунок позволяет сэкономить несколько сотен слов текстового описания, то все становится на свои места. Чтение текста — а тем более с экрана — не самый продуктивный способ получения информации.

Основная проблема современных отечественных исследований в области разработки учебных пособий, на наш взгляд, заключается в практически полном отсутствии концептуального психолого-педагогического обоснования. Последствия такого дефицита мы и наблюдаем сегодня: происходит неосознанная подмена сущности понятия «мультимедиа», целей разработки учебных пособий, смысла понятия «дизайн» по отношению к учебным средствам и как итог — отсутствие сколько-нибудь четко выраженных принципов создания учебных средств.

### **Дизайн как адекватная реализация когнитивной модели**

В качестве концептуальной основы дизайна учебных пособий можно принять совокупность идей, сложившихся в когнитивной психологии к началу XXI века, и теории обучения, основанной на этих идеях.

#### *Когнитивные модели*

Очевидно, что при обсуждении вопросов обучения в настоящее время просто невоз-

можно ссылаться на бихевиористскую схему психической деятельности человека: стимул → человеческий мозг → реакция; рассматривая мозг как некий «черный ящик», принципы деятельности которого неизвестны. Кроме того, пока невозможно построение модели деятельности мозга с учетом всех сколько-нибудь значимых закономерностей. Однако современная экспериментальная психология накопила достаточный объем сведений, для того чтобы строить пусть и упрощенные, но имеющие практическую ценность схемы этой деятельности.

В работах ведущих отечественных и зарубежных психологов прослеживается определяющая логику наших рассуждений цепочка понятий: «ощущения» → «восприятие» → «внимание» → «память» [4, 5, 8, 9].

Ощущения как «недифференцированные и неопределенные впечатления» являются отпечатком внешних раздражителей и обрабатываются сенсорными системами человека без участия высших психических процессов. На данном этапе обработки информации определяющими являются такие характеристики раздражителя, как его интенсивность и новизна. Возможные связи между ощущениями (временные, пространственные, причинно-следственные) становятся определяющими на следующем этапе обработки информации — восприятии — этапе осознания «чувственно данного предмета или явления». Восприятие осуществляется на основе волевых усилий с помощью произвольного внимания. Механизм произвольного внимания можно рассматривать как продукт эволюции мозга в условиях необходимости отбора актуальной информации в общем потоке ощущений и ограниченной емкости кратковременной памяти.

Очевидно, что любая модель деятельности мозга должна содержать в своей структуре такие элементы, как органы чувств (формирование ощущений), сенсорная память (удержание ощущений), кратковременная память (осознание, операции с информацией), долговременная память (база знаний).

Собственно, с примером когнитивной модели мы уже познакомились — общая модель теории двойного кодирования А. Пейвайо может служить достаточно хорошим примером (рис. 1).

Когнитивная модель — это особая разновидность научных концепций, которую можно определить как «метафору, основанную на наблюдениях и выводах, сделанных из наблюдений, и описывающую как обнаруживается, хранится и используется информация. Ученый может подобрать удобную метафору, чтобы по возможности изящно и просто выстроить свои понятия. Но другой исследователь может доказать, что данная модель ошибочна, и потребовать пересмотреть ее или вообще от нее отказаться» [9, 40].

В своих работах известный образовательный психолог Р. Мейер предлагает модель обработки информации мозгом, которая может рассматриваться как логическое продолжение идей Джемса (1890), Аткинсона и Шифрина, Во и Нормана (1965), Пэйвайо (1986) [5, 9, 14].

Данная модель основана на трех допущениях [12]:

- существуют два в общем независимых канала обработки информации: вербальный и образный — А. Пэйвайо, А. Беддели;
- существуют ограничения на объем удерживаемой информации и скорости ее обработки в каждом из каналов кратковременной памяти — П. Чендлер, Дж. Свеллер, А. Бэддели;
- обработка информации требует активной деятельности мозга по интеграции информации с учетом первичных знаний в долговременной памяти — Р. Мейер, М. Уиттрок.

Согласно Р. Мейеру когнитивная модель может быть представлена достаточно простой схемой (рис. 2), в которой выделяется три вида памяти: сенсорная, кратковременная (рабочая) и долговременная. Информация поступает через органы зрения или слуха.

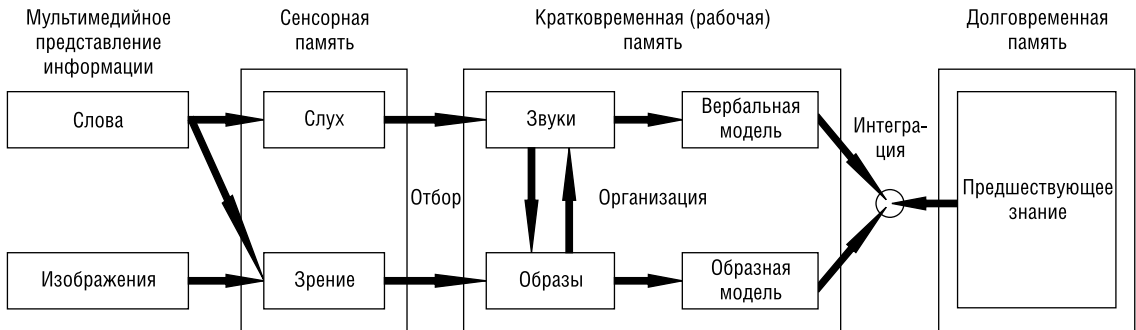


Рис. 2. Когнитивная модель Р. Мейера [12]

Сенсорная память способна удерживать визуальный отпечаток предъявленного изображения или эхо звукового фрагмента в течение некоторого времени. Так целый ряд исследований показывает, что удержание визуального сигнала продолжается порядка 250 мс, а удержание эхо-сигнала — не более 4 с. Удержание информации в сенсорной памяти происходит без участия высших психических процессов, т. е. произвольно [9].

Выделение кратковременной и долговременной памяти в психологии несколько условно. В рамках рассматриваемой модели считается, что кратковременная память имеет ограниченную емкость, но именно в ней происходит обработка информации. Основным способом удержания информации в этом виде памяти считается повторение. По мере поступления новой информации происходит вытеснение информации еще не обработанной — назовем подобную ситуацию когнитивной перегрузкой.

Долговременная память имеет очень большой объем, но в ней не может происходить обработка информации. Долговременная память предназначена для длительного хранения знаний в виде специфических ментальных конструкций.

В рабочую память попадает только информация, прошедшая этап отбора, управляемого произвольным вниманием человека. То есть для обработки в рабочую память отбирается только релевантная информация. Именно в рабочей памяти происходит опе-

рация распознавания графического образа текста и построение фраз и предложений, представляемых посредством внутренней речи (буквы → звуки). Там же происходит ассоциативное порождение образов, отражающих семантическую нагрузку слов (звуки → образы), и обратный процесс, порождающий вербальные конструкции, в соответствии с обрабатываемыми образами.

Процесс организации обрабатываемой информации приводит к созданию согласованных смысловых структур. Происходит интеграция полученных структур с привлечением первичных знаний по проблеме (из долговременной памяти). Это подтверждается, например, сравнительной легкостью понимания и запоминания нового материала при наличии знаний по смежным вопросам. Полученные структуры добавляются в систему знаний человека. Еще раз напомним, что обработка информации, начиная с момента ее занесения в рабочую память, осуществляется произвольно, волевым усилием на основе ее смысла.

Когнитивные модели не могут претендовать на окончательность или полное соответствие объективной реальности. Однако они отражают имеющиеся на данный момент представления об объекте изучения и позволяют выдвигать новые гипотезы, экспериментальная проверка которых может привести к утверждению, модификации или полной замене модели. Но самое главное — когнитивные модели позволяют создать концептуальную основу для практиче-

ской деятельности. Можно выразить мнение о том, что когнитивные модели являются ответом передовой научной мысли на насущные потребности практики.

**Когнитивная теория  
мультимедиа обучения**

Представленная модель познавательной системы человека послужила основой при создании когнитивной теории мультимедиа обучения (Cognitive Theory of Multimedia Learning — CTML) Р. Мейера.

В рамках этой теории обработка информации включает три процесса:

- отбор — выделение из общего потока релевантной информации на основе механизма произвольного внимания;
- организация — выстраивание системы внутренних логических связей между отобранными словами и образами;
- интеграция — выстраивание системы внешних связей между вербальными и образными смысловыми конструкциями и знаниями в долгосрочной памяти.

Рассуждения на основе использования когнитивной модели позволяют определить возможные причины затруднений, возникающих в тех или иных ситуациях обучения с использованием мультимедиа. В качестве примера рассмотрим, каким образом происходит обработка учебной информации в зависимости от способа ее предъявления (рис. 3–5).

При обработке изображений задействованы зрительный канал сенсорной системы и образный канал рабочей памяти (рис. 3). Аудиальная сенсорная система и вербальный канал остаются ненагруженными.

При обработке речи (аудиозапись, голос лектора, сопровождение к видео) нагружен аудиальный канал сенсорной системы и вербальный канал рабочей памяти (рис. 4). Зрительная система и образный канал остаются ненагруженными.

Эти два примера показывают причины неэффективного использования учебных ме-

тодов, основанных на раздельном использовании графики и речи. В силу ограниченности пропускной способности каждой из подсистем скорость обработки информации оказывается весьма невысокой. Попытка ускорить обучение приведет к вытеснению и потере необработанной информации из рабочей памяти. Очевидно, что путь к повышению эффективности лежит через пропорциональное распределение информационного потока между всеми подсистемами, причем наиболее естественным оказывается сочетание изображений и речи.

При обработке текста (печатного или на экране) задействованы зрительная подсистема и оба канала рабочей памяти (рис. 5), что вызвано:

- необходимостью фиксации внимания на последовательности печатных символов;
- необходимостью удержания образов букв и их групп при распознавании слов;
- механизмом прочтения слов и фраз при помощи внутренней речи;
- необходимостью удержания цепочек слов для построения фраз.

Обучение на основе текстового представления информации нельзя назвать естественным для человека. Лишь многолетняя практика чтения приводит к формированию автоматических навыков. Кроме того, из рассуждений ясно, что предъявление текста не должно сопровождаться звуковым оформлением. Если текст сопровождается графикой, то попытка одновременного удержания в памяти фрагмента текста и группы деталей изображения приводит к перегрузке зрительного канала.

Основная цель применения когнитивной теории мультимедиаобучения — выявить возможные проблемы в усвоении учебного материала и обосновать возможные способы их разрешения. Одним из примеров применения когнитивных представлений является выделение основных структур знания, в соответствии с которыми, вероятно, организована информация в долговременной



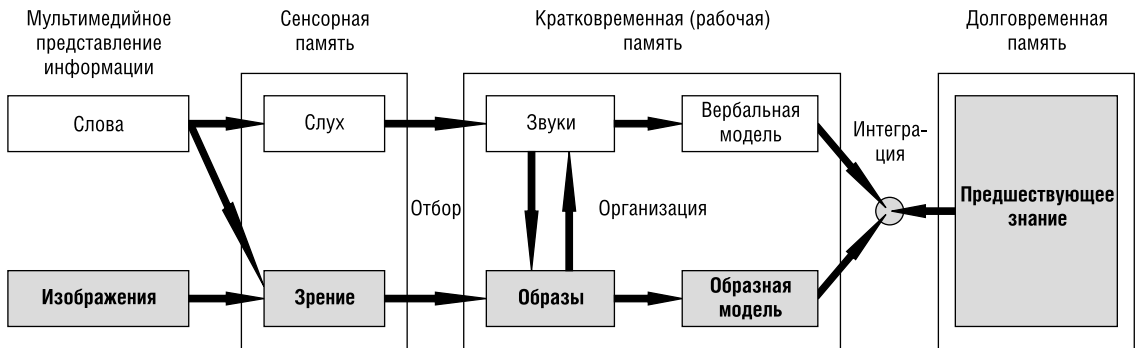


Рис. 3. Обработка изображений согласно когнитивной модели Р. Мейера [12]

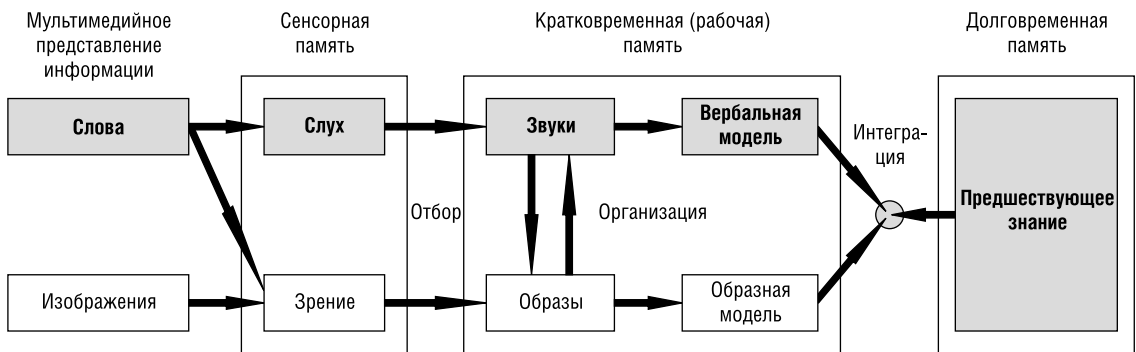


Рис. 4. Обработка речи согласно когнитивной модели Р. Мейера [12]

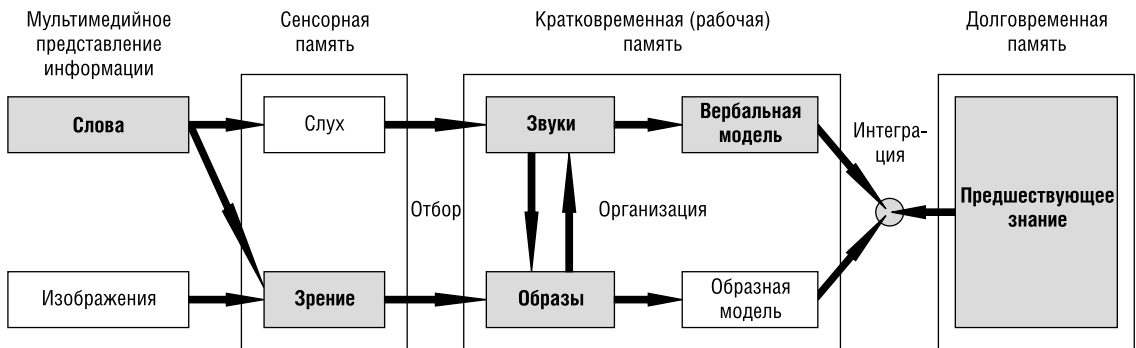


Рис. 5. Обработка текстовой информации согласно когнитивной модели Р. Мейера [12]

Дизайн электронных учебных пособий: когнитивный подход

памяти человека. Использование подобных структур на этапе предъявления учебного материала позволяет эффективно расходовать ресурсы когнитивной системы и уменьшить затраты времени на обучение.

Необходимо более подробно остановиться на проблемах наглядности при ис-

пользовании мультимедиа. Сквозь призму идей когнитивной психологии понятие «наглядность» приобретает дополнительный смысл и более четкие очертания. Даже слова Я. Коменского «все, что только возможно, представлять для восприятия чувствами: видимое — зрением; слышимое — слу-

хом... если какие-либо предметы сразу можно воспринимать несколькими чувствами, пусть они сразу схватываются несколькими чувствами» звучат несколько иначе. Требование соблюдения принципа наглядности перестает быть просто требованием размещения иллюстраций в учебном мате-

риале: во-первых, потому что наглядно можно представить не только конкретные объекты, но и идеи, теории (табл. 3); во-вторых, не всякие иллюстрации способствуют наглядности (табл. 4).

Декоративные и презентативные иллюстрации не несут дополнительной сущност-

Таблица 3

**Основные структуры знания**

<b>Структура</b>	<b>Описание</b>	<b>Способ представления</b>
Процесс	Объяснение причинно-следственных связей	Анимация или последовательность схем, показывающая как изменения в состоянии одного компонента влияют на состояния других компонентов системы
Сравнение	Выявление сходств и различий между несколькими объектами по нескольким критериям	Таблица (в качестве примера можно сослаться на эту таблицу)
Обобщение	Иллюстрация главной идеи и подтверждающих ее элементов	Граф (дерево)
Список	Перечисление элементов некоторой системы	Список (если элементов много или необходимо их ранжирование, то нумерованный)
Классификация	Выделение в системе составных частей и их элементов	Иерархическая схема

Таблица 4

**Типы иллюстраций (представлено в адаптированном варианте на основе [12])**

<b>Тип иллюстраций</b>	<b>Описание</b>	<b>Пример</b>
Декоративные	Иллюстрации, привлекающие внимание обучаемого, но не несущие дополнительной информации по сути представляемого материала	Изображение человека, читающего книгу, работающего с компьютером и т.д., в материале любого содержания
Презентативные	Иллюстрации, изображающие конкретные объекты, имеющие отношение к изучаемой теме (не несут смысловой нагрузки)	Фотография летящего самолета в материале по теме «Подъемная сила»
Организационные	Иллюстрации, демонстрирующие взаимное расположение элементов в составе некоторой системы	Схемы организации различных технических устройств, биологических, социальных систем и др.
Объясняющие	Иллюстрации, объясняющие взаимодействие элементов в составе системы (причинно-следственные связи)	Схемы, показывающие как изменения состояния одних компонентов системы приводит к изменениям в состоянии других компонентов и всей системы в целом

ной информации и лишь отвлекают внимание обучаемого, увеличивая нагрузку на зрительную и образную подсистемы [2]. Использование такого рода иллюстраций может помочь разве что запоминанию структуры представленного материала. «При чрезмерном увлечении наглядностью она становится тормозом развития абстрактного мышления, понимания сущности общих и всеобщих закономерностей», к тому же «с возрастом учащихся предметная наглядность должна все более уступать место символической» [7].

### **Принципы мультимедиа дизайна**

Выражением сути когнитивной теории мультимедиаобучения можно считать семь общих принципов, выделенные в работах Р. Мейера.

1. Принцип мультимедиа (многосредовости). Обучение на основе слов и изображений эффективнее, чем на основе только слов, поскольку в первом случае возможно построение взаимодействующих и дополняющих друг друга вербальной и образной модели изучаемого объекта.

2. Принцип смежности. Обучение эффективнее, если текст и иллюстрации располагаются как можно ближе друг к другу, поскольку в этом случае уменьшается нагрузка, связанная с необходимостью одновременного удержания фрагмента текста и связанного с ним изображения.

3. Принцип одновременности. Результат обучения лучше, если анимация и речевое пояснение предъявляются синхронно.

4. Принцип соответствия. Избыточные, не несущие смысловой нагрузки слова, изображения, звуки, элементы оформления, избыточная детализация должны быть исключены, поскольку ресурсы когнитивной системы должны расходоваться экономно.

5. Принцип модальности. Эффективность анимации в речевом сопровождении выше, чем в сопровождении поясняющего текста, поскольку в первом случае происхо-

дит распределение нагрузки между аудиальной и визуальной подсистемами.

6. Принцип избыточности. При использовании анимации с речевым пояснением предъявление текста избыточно, поскольку это приводит к перегрузке визуальной подсистемы.

7. Принцип индивидуальных различий. Положительный эффект применения мультимедиа выражен сильнее для обучаемых с низким уровнем первичных знаний и обучаемых с хорошо развитым пространственным воображением.

В результате выполненного исследования мы предлагаем дополнить список принципов. Смысл введения некоторых из этих принципов ясен из предыдущих рассуждений, необходимость введения других станет ясной несколько позже.

8. Принцип сегментирования. Учебный материал должен разбиваться на блоки (кадры) с предоставлением обучаемому возможности управления темпом предъявления материала, это позволит избежать перегрузки когнитивной системы и, как следствие, вытеснения информации из рабочей памяти.

9. Принцип организации. Для повышения результативности обучения целесообразно использование адекватных структур организации знаний.

10. Принцип сигнала. Для организации интерактивности и навигации, при выделении наиболее важных моментов содержания необходимо использовать привычные для обучаемого системы знаков.

11. Принцип структуры. Учебный материал должен иметь четкую, понятную, наглядно выраженную структуру, план, схему продвижения.

### **Методы уменьшения когнитивной нагрузки**

В качестве иллюстрации применения принципов мультимедиадизайна приведем примеры возможных ситуаций перегрузки

когнитивной системы, покажем их причины и опишем возможные способы разрешения (на основе [11]).

***Перегрузка зрительного канала при обработке сущностной информации***

*Актуальность:* зрительный канал испытывает перегрузку при обработке сущностной информации, в то время как слуховой канал свободен (испытывает малую нагрузку).

*Описание ситуации:* материал представлен с помощью анимации и текстового сопровождения. Обучаемый не может концентрировать внимание на изображении и тексте одновременно (эффект расщепления внимания).

*Объяснение ситуации с позиций когнитивной теории мультимедиа обучения:* информация, представленная графически (анимация) и в виде текста на экране поступает через зрительный сенсорный канал. На схеме когнитивной системы человека этим потокам соответствуют стрелки «Изображения» → «Зрение» и «Слова» → «Зрение» (рис. 2). Однако отбор информации при участии механизма произвольного внимания приводит к тому, что в рабочую память поступает информация только одного из потоков («Зрение» → «Образы»).

*Разрешение ситуации:* распределение нагрузки. Одним из способов преодоления эффекта расщепления внимания является замена текстового сопровождения анимации речевым сопровождением. В этом случае нагрузка разделяется между визуальным и аудиальным сенсорными каналами.

***Перегрузка каналов при обработке сущностной информации***

*Актуальность:* вербальный и образный каналы испытывают перегрузку при обработке сущностной информации.

*Описание ситуации:* при использовании анимации с речевым сопровождением обучаемый не успевает усвоить представленный материал.

*Объяснение ситуации:* скорость поступления информации для обработки в вербаль-

ном и образном каналах слишком велика, процесс организации и интеграции предшествующей информации еще не завершен к моменту поступления новых данных.

*Разрешение ситуации:*

1) сегментирование. Необходимо представить учебный материал в виде последовательности сегментов с организацией пауз между их предъявлением. Определение длительности таких пауз целесообразно предоставить собственно обучаемому. На практике обычным способом организации таких пауз является использование кнопки «Продолжить»;

2) предварительная подготовка. При изучении принципа функционирования некоторой системы обучаемому приходится затрачивать дополнительные усилия для удержания в рабочей памяти названий и основных характеристик ее компонентов. Таким образом, в силу гипотезы об ограниченной емкости рабочей памяти, легко объяснимы проблемы с построением причинно-следственных связей внутри системы. Для разгрузки рабочей памяти целесообразно организовать предварительное изучение названий компонентов (например, предъявлением списка) и их основных характеристик (например, предъявлением схемы взаимного расположения и связей между отдельными компонентами или их группами).

***Перегрузка каналов при обработке сущностной и не сущностной информации***

*Актуальность:* один или оба канала испытывают перегрузку, обусловленную обработкой сущностной и присутствующей не сущностной информации.

*Описание ситуации:* ситуация может наблюдаться при различных сочетаниях способов предъявления материала (текст и иллюстрации, анимация и речевое сопровождение) и обычно характеризуется медленным продвижением по содержанию материала и/или низким результатом обучения).

*Объяснение ситуации:* материал содержит избыточную информацию, обработка которой приводит к дополнительной нагрузке на рабочую память.

*Разрешение ситуации:* отбор материала. Если источником избыточности является представленный текст или аудиозапись, то здесь все достаточно просто — необходимо по возможности уменьшить объем вербального материала с сохранением целостности смысловых структур.

Для уменьшения избыточности в графическом оформлении можно:

- упростить, сделать однообразной схему оформления экрана (окон, слайдов, страниц), избегать использования ярких и многоцветных элементов, анимации;
- удалить полностью или свести к минимуму долю презентативной графики, поскольку она не несет смысловую нагрузку;
- упростить оформление организационных и объясняющих иллюстраций (уменьшить долю несущественных деталей, излишних словесных пояснений, упростить цветовое решение и т. д.).

*Разрешение ситуации:* использование системы сигналов. Иногда невозможно уменьшить объем информации, требующей представления. В таком случае для уменьшения когнитивной нагрузки следует использовать способ организации материала с использованием системы сигналов. Наилучшие результаты дает использование общепринятых сигнальных систем. Например, для текстовой информации можно использовать выделение наиболее важных фрагментов при помощи изменения начертания (полуужирный, курсив), цвета или размера символов (прописные буквы). Подчеркивание использовать крайне нежелательно — подчеркнутый текст в привычной пользователю системе знаков ассоциируется с гиперссылкой. Очень важно при этом соблюдать меру — достаточно выделять ключевые слова или фразы, а не предложения целиком.

Для речевого сопровождения наибольший эффект дает выделение при помощи интонации. Можно также использовать несколько легко различаемых голосов (обычно два: мужской и женский). Значительный эффект дает изменение темпа речи как средства выделения наиболее значимых моментов.

При организации графических элементов применяется дополнительное использование более ярких цветовых оттенков, увеличенной толщины линий, использования различных указателей (стрелок), объединяющих контуров и разделителей.

### *Перегрузка каналов из-за непредусмотренной дополнительной нагрузки*

*Актуальность:* один или оба канала испытывают перегрузку. Причина возникновения избыточной нагрузки заключается в способах организации и предъявления сущностной информации.

*Описание ситуации:* избыточная нагрузка на когнитивную систему вызвана непродуманным способом размещения материала либо избыточностью способов представления информации. Например, иллюстрация располагается в верхней части экрана, а поясняющий текст отображается в нижней.

*Объяснение ситуации:* исследования движения глаз обучаемых в сходных ситуациях показывают, что люди склонны сначала прочитать некоторый фрагмент текста, а затем искать связанный по смыслу фрагмент графики (рис. 6). При раздельном размещении связанной графики и текста обучаемому приходится выполнять поиск соответствующего изображения, задействовав дополнительные ресурсы рабочей памяти для удержания релевантного текста.

*Разрешение ситуации:* для уменьшения нагрузки следует использовать смежное представление графики и пояснительного текста. Например, можно использовать выравнивание связанных элементов различной природы: иллюстрация и текст располагаются на одном уровне (иллюстрация —

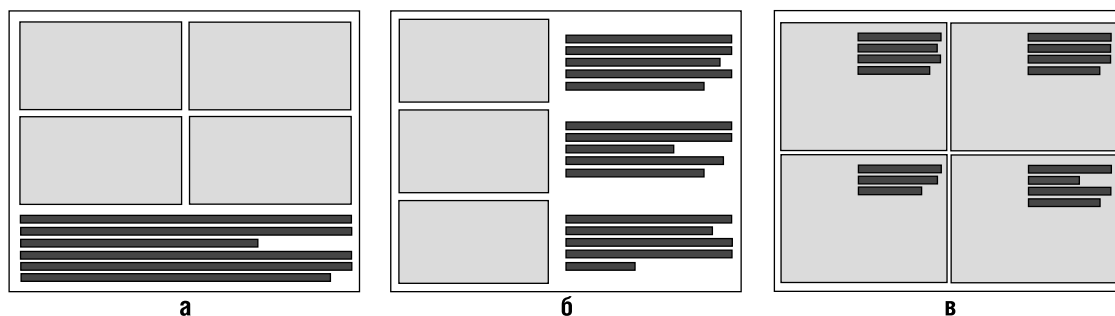


Рис. 6. Различные способы размещения иллюстраций и связанного с ними текста (слева направо по возрастанию эффективности)

текст). Еще более мощный эффект дает размещение коротких текстовых пояснений непосредственно внутри графической области.

Еще один пример. Материал представлен как анимация в речевом и текстовом сопровождении. Необходимость такого способа организации материала часто объясняется гипотезой, согласно которой в силу индивидуальных отличий некоторые обучаемые предпочитают текстовое сопровождение речевому и при описанном подходе у обучаемых есть выбор: либо читать текст, либо слушать речевое описание.

Идея целесообразности одновременно предъявления текстового и речевого пояснения для анимации логично объясняется лишь с той точки зрения, что большее чис-

ло путей передачи информации приводит к лучшим результатам обучения (гипотеза «пустого сосуда»). Однако если привлечь для анализа данной ситуации гипотезы о двухканальности и ограниченной емкости когнитивной системы человека (основные положения когнитивной теории мультимедиа обучения), то становится понятной избыточность текста при использовании анимации с речевым пояснением.

Человек использует всего два канала обработки информации и увеличение путей получения информации не сможет привести к увеличению скорости ее обработки, но может вызвать перегрузку одного из каналов. Или иными словами: можно допустить, что некоторые люди предпочли бы текст устной речи в качестве способа представ-

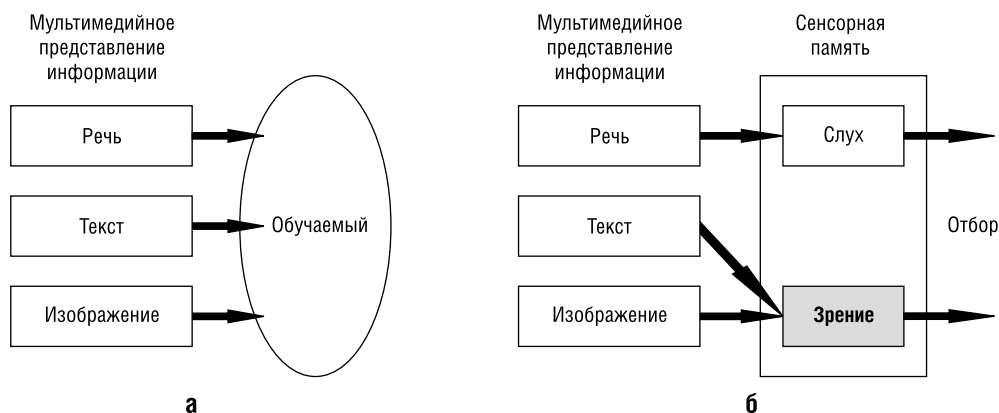


Рис. 7. Объяснение ситуации: а) с точки зрения гипотезы о дополнительных путях передачи информации; б) с когнитивной точки зрения [12]

ления информации, но если в качестве иллюстрации приведена анимация (видео), то наилучший результат обучения будет получен при использовании речевого сопровождения (без текста). Результаты проведенных исследований однозначно подтверждают этот вывод.

### **Перегрузка каналов из-за необходимости одновременного удержания и обработки информации**

**Актуальность:** когнитивная система испытывает перегрузку в результате разделения во времени между предъявлением анимированной графики (видеофрагмента) и его речевым объяснением.

**Описание ситуации:** ситуация повторяется всякий раз, когда вербальное описание некоторого процесса и его образное представление разделены во времени. Например, сначала обучаемому предъявляют объяснение некоторого достаточно сложного процесса, а затем показывают видеофрагмент о его протекании. Или, наоборот, сначала следует просмотр видеофрагмента, а только потом его объяснение.

**Объяснение ситуации:** обучаемым трудно одновременно удерживать в памяти наиболее существенные моменты объяснения и выполнять построение образной модели.

**Разрешение ситуации:** синхронизация анимации (видеофрагмента) и его объяснения.

Использование идей когнитивной психологии и результатов многочисленных экспериментов образовательных психологов позволяет построить единую концепцию обучения на основе мультимедиа. Используя концептуальные положения когнитивной теории мультимедиаобучения, разработчики электронных учебных пособий, начиная от презентаций *PowerPoint*, выполненных к конкретному школьному уроку или университетской лекции и заканчивая электронными энциклопедиями объемом в несколько гигабайт, получают реальную возможность получить эффективный для последующего применения продукт. Общие принципы теории мультимедиаобучения по-

зволяют формулировать частные правила дизайнера учебных пособий.

### **Список литературы**

1. Коваленко И.Н. Когнитивные модели и дизайн мультимедийных учебных пособий // *Материалы конференции «ИТО-Ростов-2006»*; <http://ito.edu.ru/2006/Rostov/V/V-0-5.html>
2. Коваленко И.Н. «Золотое правило» дидактики для мультимедиа обучения // *Материалы XVIII Всероссийской конференции «Применение новых технологий в образовании»*. Троицк, 2007.
3. Коваленко И.Н. Мультимедиа: когнитивный подход // *Материалы V Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации»*. Тверь, 2007; <http://www.it-education.ru/2007/reports/Stand/Kovalenko.htm>
4. Лурия А.П. Лекции по общей психологии. СПб.: Питер, 2006.
5. Немов Р.С. Психология: Учебник для студентов высш. пед. учеб. заведений. В 3 кн. Кн. 1. Общие основы психологии. М.: Просвещение, ВЛАДОС, 1995.
6. Осин А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. М.: Агентство «Издательский сервис», 2004.
7. Подласый И.П. Педагогика. Учебник для студ. пед. вузов. В 2 кн. Кн. 1. М.: ВЛАДОС, 1999.
8. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 1999.
9. Солсо Р. Когнитивная психология. 6-е изд. СПб.: Питер, 2006.
10. Cuban L. Teachers and machines: the classroom use of technology since 1920. N.Y.: Teachers Colleges Press, 1986.
11. Mayer R.E., Moreno R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning // *Educational psychologist*. 2003. 38(1).
12. Mayer R.E. Multimedia learning. 7th printing. N.Y.: Cambridge University Press, 2005.
13. Najjar L. Multimedia information and learning // *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 1996. 5(2).
14. Sadoski M., Paivio A. A dual coding theoretical model of reading // Eds. R.B. Ruddel, and N.J. Unrau. Theoretical models and processes of reading (5th ed.). Newark, DE: International Reading Association, 2004.