

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: КОНЦЕПЦИЯ I<sup>8</sup>

Дацун Н.Н

Кафедра ПМИ ДонГТУ  
datsun@pmi.donetsk.ua

## Abstract

*Datsun N.N. Computer Technologies in Medical Education: Concept I<sup>8</sup>.* It was formulated the conception "I<sup>8</sup>" for the computer information technologies in medical education: Informatization, Individualization, Intellectualization, Integration, Interaction, Interfaces, Innovations, Internationalization. The research was made on the base of secondary documentary flow (abstracts of publications in computer database MEDLINE) with depth of search 8 years (1988-1995 yy.)

## Введение

Место обучаемого в медицинском образовании при использовании компьютерных информационных технологий имеет свою специфику. Она определяется тем, что компьютер в медицинских обучающих системах может выступать как интервьюер, как пациент, как врач, как ассистент врача. Концепция "четырёх И" (информатизация, интеллектуализация, интеграция, индивидуализация) была сформулирована В.И. Скурихиным. Осознание наступления эпохи "информационного общества" требует расширения формулировки этой концепции. Сформулирована концепция "восьми И" (I<sup>8</sup>) для компьютерных информационных технологий в медицинском образовании: информатизация, индивидуализация, интеллектуализация, интеграция, интерактивность, интерфейсы, инновации, интернационализация. Исследование проводилось на основе публикаций по медицине (база данных MEDLINE) с глубиной поиска 8 лет (1988-1995 гг).

## 1. Информатизация (I = Informatization)

Медицинское образование характеризуется разнообразием видов используемой информации. Выделим *типы информации*:

- по виду обучаемого (студенты-медики, средний медицинский персонал, пациенты, родители больных детей, последиplomное образование);
- по функциональному назначению в обучающих системах (для предъявления информации обучаемому и результатов принятого решения);
- по виду предметной области (статическая - данные одного посещения пациентом лечебного учреждения и динамическая - мониторинг состояния пациента в различные периоды заболевания);
- по демографическому признаку (отдельный пациент или популяция);
- по качеству информации о пациенте (объективная - демографическая, морфологическая, клиническая история, результаты лабораторных исследований и субъективная - жалобы пациента);
- по виду научно-медицинской информации (архивная, библиографическая, реферативная, фактографическая);

- по технологическому признаку - видам форматов данных (текст - диагноз, терапевтический курс; таблицы - базальная температура; изображения - ЭКГ, рентгенограмма; видео - фрагменты физиологических процессов, лечебных процедур);
- по признаку "данные/знания" (данные чаще всего фактографические, знания же концентрируют опыт высококвалифицированных специалистов предметной области).

Сочетание этих видов информации и их структуризация для обучающих приложений порождает компьютерные информационные системы различных классов: реферативные и полнотекстовые базы данных (БД); системы медицинских записей; госпитальные информационные системы; экспертные системы, используемые для обучения; экспертно-обучающие системы; гипертекстовые и hypermedia системы; multimedia системы; рабочие станции специалиста; информационные сети, используемые для обучения; библиотечные системы.

Объемы медицинской информации, используемые при обучении, требуют соответствующей информационной, компьютерной и технологической поддержки, а также усовершенствованных методов доступа, хранения и представления информации. Назовем современные виды обучающих приложений.

- *Базы данных*: системы медицинских записей на основе архитектуры БД "клиент-сервер"; интерактивные библиографические БД; полнотекстовые БД с усовершенствованными методами доступа; БД изображений.
- *Библиотечные системы*: интерактивные библиографии и каталоги; медицинские библиотеки на интерактивных видео- и оптических дисках; интерактивные архивы; тематические и библиографические gopher'ы, WWW-серверы и конференции INTERNET.
- *Дидактические материалы*: электронные книги и учебники; компьютерные атласы; электронные энциклопедии; интерактивные видеофильмы; электронные видеомикроскопы; "медицинские иллюстраторы".
- *Интеллектуальные системы*: наставник (tutor); консультант; советник; инструктор.

## 2. Индивидуализация ( $I^2 = I * Individualization$ )

Информатизация образования в медицине открывает реальные возможности построения открытой системы обучения, позволяющей каждому обучаемому выбрать самому свою собственную траекторию обучения. Компьютер отличается от других технических средств обучения важнейшим дидактическим свойством - индивидуализацией учебного процесса и его адаптируемости при сохранении целостности.

Персонализация знаний обучаемого наиболее естественно выполняется на основе гипертекстовой (ГТ) технологии. По использованию гипертекста в образовании среди разделов медицины лидируют "Кардиология. Ревматология" (17, 4% ) и "Онкология. Радиология. Ядерная медицина" (11, 4 %), а по использованию hypermedia - "Онкология. Радиология. Ядерная медицина" (23 %). Здесь и ниже используется рубрикация разделов медицины, принятая в "Медицинском реферативном журнале" (МРЖ). Сравнительная оценка гипертекстовых и традиционных (с участием лектора) курсов позволяет очертить ареал применимости гипертекстовых систем (ГТС) в медицинском образовании. К достоинствам ГТС относят: с точки зрения обучаемых - возможность обучения на дому и повторения эксперимента; с точки зрения ассистирующих в разработке обучающего материала - повышение качества представления информации обучаемому. К недостаткам ГТС относят психологический момент: отсутствие человеческого контакта, а также невозможность расширить знания за пределы возможностей данной ГТС. Эти недостатки легко устранимы при наращивании образовательных возможностей INTERNET, который открывает доступ к мировым информационным ресурсам в сочетании с ГТтехнологией. Так решается проблема "ограниченности" обучающих ГТС, а механизм "горячих клавиш" и "закладок" обеспечивает

каждому пользователю свой индивидуальный курс обучения. Можно ожидать смягчения и психологической проблемы: on-line диалог обучаемого и обучающего с помощью стандартных средств INTERNET (Talk и Chat) и специальных образовательных инструментов.

*Дистанционное обучение (ДО)* представляет собой второе направление индивидуализации обучения в медицине. ДО является современной формой заочного обучения на основе новых информационных технологий и систем multimedia. Назовем некоторые из возможных приложений ДО в медицине, использующие возможности телематики: обучение специалистов, проживающих на территориях с большим географическим разбросом; переподготовка и повышение квалификации в рамках последилового образования без отрыва от лечебной практики и научно-исследовательской деятельности (с использованием новейших достижений науки на базе передовых университетов и научных центров); телемедицина (консультация обучаемого на расстоянии, участие обучаемых в проведении консилиумов, "присутствие" в операционном зале и т.п.); получение специального образования для категорий обучаемых, не имеющих возможности очного образования (люди с физическими недостатками; лица старшего возраста, для которых реализуется принцип "образование через всю жизнь"); санитарное просвещение населения.

### 3. Интеллектуализация ( $I^3 = I^2 * Intellectualization$ )

Первое направление интеллектуализации медицинского образования представлено интеллектуальными обучающими системами, среди которых преобладают экспертные системы. Медицина представляет собой область человеческой деятельности со слабоструктурированными знаниями при значительных объемах информации. Поэтому необходимость приобретения (извлечения) знаний от специалистов высокой квалификации с последующим их отторжением в виде "компьютеризированного знания" для последующей консультации пользователей иного уровня квалификации осознана давно. Экспертные системы (ЭС) представляют собой одно из немногих реальных воплощений искусственного интеллекта (ИИ). На заре этой многообещающей эпохи был сделан серьезный вклад в теорию и практику ИИ авторами именно медицинской ЭС MYCIN, ставшей классикой. Это неточные рассуждения (аппарат коэффициентов уверенности) и последовавшее за MYCIN программное средство - оболочка (shell) экспертных систем EMYCIN. Период эйфории от возможностей ЭС прошел, но медицина остается разделом человеческих знаний, где применимость этих систем не оспаривается. Анализ публикаций в БД MEDLINE показал устойчивый интерес к медицинским экспертным системам (МЭС):

*Распределение публикаций о МЭС и МЭС для обучения в MEDLINE*

Годы	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
МЭС	73	180	226	209	159	72	150	13
из них МЭС для обучения	10	40	53	21	21	29	23	3

Значительная часть МЭС либо предназначена непосредственно для обучения, либо обучение включено в функциональное назначение таких систем. Таким образом, ежегодно от 10 до 40 процентов публикаций по МЭС предоставляют нам информацию об интеллектуализации обучения в различных разделах медицины. Как и в случае применимости гипертекста в медицинском образовании, среди разделов медицины абсолютными лидерами по интенсивности работ в МЭС являются разделы "Онкология. Радиология. Ядерная медицина" (9,08% из общего количества публикаций по МЭС и 10% из обучающих МЭС) " и "Кардиология. Ревматология" (7, 5% и 7% соответственно).

Вторая тенденция интеллектуализации медицинского образования заключается в использовании ГТ технологии. Рассмотрим суть интеллектуальной деятельности обучающего и обучаемого гипертекстовых обучающих систем. Деятельность автора ГТ обучающей системы ("писателя гипертекста") заключается в создании гипертекстового пространства (семантической сети), отражающего собственный взгляд автора на предметную область, цели и задачи обучения,

авторскую методику преподавания. С точки зрения информационной структуры эта деятельность соответствует динамическому изменению концептуальной схемы гипертекстовой БД, а с точки зрения метода доступа к информации - превращению линейного текста в нелинейный. Деятельность пользователя гипертекстовой обучающей системы ("читателя гипертекста") заключается в навигации по гипертексту. Этот процесс представляет собой некую модель вычислений, которая альтернативна логическому выводу и выполняется при интеллектуальном участии пользователя в принятии решений о дальнейшей траектории в ГТС. С точки зрения метода доступа к информации просмотр гипертекста заключается в его линсеаризации. Таким образом, *ГТтехнологии в образовании представляют собой серьезный ресурс самообразования.*

Третье направление интеллектуализации в медицинском образовании заключается в разработке и использовании *компьютерных систем поддержки принятия решений.* Это системы следующих типов: "консультант"; "советчик"; системы авторизованного решения проблем; системы поддержки принятия решений; групповые системы принятия решений.

Четвертое направление интеллектуализации в медицинском образовании представлено *обучающими системами, которые реализуют функции автоматизированных систем научных исследований (АСНИ):* для интерпретации анализов и генерации дерева решений; для анализа входных данных и планирования последующих терапевтических воздействий; для трансляции диагностических данных в научные с последующим их анализом и подготовкой к публикации в научных изданиях.

#### 4. Интеграция ( $I^4 = I^3 * Integration$ )

В медицинском образовании, как и в образовании в целом, в последние годы все ярче проявляются интеграционные тенденции. На *теоретическом* уровне это относится как к осознанию междисциплинарного подхода, так и к осознанию необходимости целостности образования. На *педагогическом* уровне это выражается в сочетании и взаимодействии различных стратегий учения. На *информационном* уровне это проявляется в интеграции современных парадигм информатики. На *технологическом* уровне это отражается в господстве интегрированных сред и экспансии multimedia.

##### 4.1. Теоретический уровень

Одновременно с углублением специализации компьютерных обучающих систем (КОС) прослеживается и направление разработок комплексных систем, охватывающих по своему функциональному назначению как несколько пограничных разделов медицины одновременно (8,3% multimedia-систем в 1989 г., 33,3% hypermedia-систем в 1990 г., 11,5% multimedia-систем в 1992 г., 8,3% ГТС и 25% multimedia-систем в 1993 г.), так и смежные виды деятельности человека в медицине (например, диагностика + терапия, организационно-управленческие, "консультант" + "советчик"). Кроме этого, ряд КОС ориентирован на обучаемых сразу нескольких категорий (количество публикаций составляет: ГТС - 1 в 1990 г. и 1 в 1993 г.; hypermedia - 1 в 1993 г.; multimedia - 1 в 1990 г., 2 в 1991 г., 2 в 1992 г., 5 в 1993 г.).

##### 4.2. Педагогический уровень.

Самыми распространенными являются КОС, основанные на *когнитивной психологии.* Хорошо известны обучающие курсы по заболеваниям и существующие решения, принимаемые в течение этих заболеваний, основанные на возможностях когнитивного подхода. Этот подход хорошо зарекомендовал себя и в инструктировании, и в тренинге.

Multimedia и телекоммуникационные образовательные технологии оказывают значительное влияние на становление новых стратегий учения. Наиболее перспективным подходом в компьютеризованном образовании является *теория деятельности (Activity Theory).* Аудио- и визуальные образовательные окружения, поддерживаемые multimedia-технологиями, являются

новой платформой для деятельности обучаемого. Технологической базой для этой стратегии учения являются multimedia образовательные рабочие станции (workstation), поддерживающие "учение в среде" (4 публикации о "multimedia workstation" за 1989-90 гг. и 8 - за 1991-93 гг.; 13 публикаций об использовании multimedia в медицинском образовании за 1989-90 гг. и 71 - за 1991-93 гг.).

Другим направлением развития теории деятельности применительно к компьютеризированному медицинскому обучению является использование "распределенных знаний" в сетевых технологиях. Наиболее перспективным представляется здесь развитие образовательных средств INTERNET.

#### 4.3. Информационный уровень.

Здесь выделяются следующие варианты интеграции:

- КОС + ИИ;
- КОС + ГТ;
- КОС + hypermedia;
- КОС + БД;
- КОС + ИИ + ГТ;
- КОС + ГТ + БД;
- КОС + multimedia + БД.

Варианты КОС+ИИ и КОС+ГТ были нами обсуждены в разделах "Интеллектуализация" и "Индивидуализация" соответственно.

В варианте КОС+ИИ обращает на себя внимание факт интеграции нескольких способов представления знаний:

*Количество публикаций о МЭС для обучения, в которых интегрированы различные способы представления знаний*

Годы	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Продукции + фреймы	1	4	1	1	0	1	0
Продукции + фреймы + сети	0	1	0	0	0	0	1
Фреймы + сети	0	0	1	0	0	0	0
Продукции + логика	1	0	2	0	0	0	0
Продукции + нейронные сети	0	0	0	0	0	0	1

и сочетание различных подходов к реализации неточных рассуждений в МЭС для обучения (2 публикации в 1990 г. и в 1992 г., 1 - в 1991 г.):

Hypermedia-технология представляет собой интеграцию гипертекстового метода доступа к информации различных типов (текст, графика, таблицы, цифровое видео, цифровой звук). Вариант КОС+hypermedia реализует обучающее окружение на основе эффективного применения информатики и компьютерных технологий. Самым распространенным применением hypermedia в медицинском образовании являются "электронные издания": книги, учебники, энциклопедии, атласы, иллюстраторы, глоссарии. В них интегрируются трехмерные цветные изображения высокого качества - статические (анатомические иллюстрации; фотографии эмбрионов и паразитов; результаты томографических, ультразвуковых, магнитно-резонансных, гистологических, ангиографических и других исследований; рентгенограммы; ЭКГ) и динамические (радиологические, эндоскопические фильмы; анимационная визуализация

результатов) - с аудиосопровождением (звук; речевой инструктаж; речевой комментарий; аудиоклипы).

Вариант КОС+БД кратко обсуждался нами в разделе "Информатизация". Интеграция медицинских обучающих приложений с базами данных и информационными системами различного назначения является устойчивой тенденцией.

*Количество публикаций о медицинских КОС, интегрированных с информационными системами*

Годы	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
КОС+информационные системы	5	21	39	55	42	22	33	5

Среди медицинских информационных систем в обучающих приложениях выделяют: госпитальные информационные системы (Hospital Information Systems - HIS); системы медицинских записей (Medical Records Systems - MRS); организационно-управленческие системы (Organisation & Administration Systems - O&AS); клинические базы данных (Clinical Databases - CDB); полнотекстовые базы данных; базы данных изображений (Image Databases), среди которых самыми распространенными являются радиологические информационные системы (Radiology Information Systems - RIS) и системы архивации и коммуникации изображений (Picture Archiving and Communication Systems - PACS). Среди баз данных, реализующих перечисленные информационные системы, преобладают реляционные СУБД, SQL-based, архитектуры "клиент-сервер".

Вариант КОС+ГТ+ИИ представляет собой основанные на знаниях обучающие системы с гипертекстовыми возможностями и интерфейсом. Гипердокумент в настоящее время можно считать форматом данных, наиболее адекватным для медицинского текста. Архитектура же multimedia-документа рассматривается как фундаментальный элемент в проектировании, разработке и эксплуатации медицинских информационных коммуникационных систем для хранения и архивации изображений.

Варианты КОС+ГТ+БД и КОС+multimedia+БД интегрируют обучающие системы с базами данных в формате гипертекстового и multimedia-документов соответственно. Доля таких обучающих систем составляет: hypertext+БД - 50% в 1989 г. и 20% в 1991 г. и 1993 г.; hypermedia+БД - 14% в 1991 г., 38% в 1992 г., 100% в 1993 г.; multimedia+БД - 30-45% за период 1989-93 гг.

#### 4.4. Технологический уровень

Первое направление интеграции на этом уровне заключается в интеграции инструментальных средств различного назначения с целью создания обучающих приложений. Главной посылкой интеграции является тот факт, что технология создания КОС в медицине предусматривает объединение усилий специалистов различных видов человеческой деятельности: клиницистов, семейных врачей, психологов, инженеров по компьютерной и информационной технике, когнитологов, специалистов по пользовательскому интерфейсу и т.д.

Начало использования микрокомпьютеров в медицинском образовании приходится на 1977 г., а первенцем является компьютер Macintosh (ф. Apple Inc.). В настоящее время этой платформе ПК принадлежит лидерство в медицинских обучающих приложениях (количество публикаций об использовании различных платформ ПК за период 1989-93 гг. составило: Macintosh - 15, IBM PC - 8, прочие - 5). Абсолютное большинство медицинских КОС выполнено средствами HyperCard (ф. Apple Inc.) и его аналога SuperCard (ф. Silicon Beach Software) в однопользовательском или сетевом вариантах: 15 публикаций об использовании HyperCard (SuperCard) в медицинских КОС и 8 публикаций об интеграции стека HyperCard со средствами multimedia. Сетевой вариант обучающей среды, в которой интегрированы HyperCard, multimedia и электронные таблицы представляет система *Diabets as a model*[1]. В БД системы интегрированы диагностические и научные данные, находящиеся в географически разделенных клинических и исследовательских учреждениях. Эволюция HyperCard в направлении

интегрированной среды происходит здесь за счет расширения возможностей инструментария посредством Excel и поддержки графическими средствами. Еще более мощные возможности приобретают КОС, которые разрабатываются посредством инструментальных средств для создания гипертекстовых и экспертных систем. Примером интегрированной инструментальной среды служит *HyperShell[2]* - оболочка ЭС в hypermedia окружении. Она сочетает навигационные средства, типичные для hypermedia ("горячие клавиши"), с технологией ИИ (знания в виде фреймов и семантических сетей) для взаимодействия пользователя с обучающей экспертной системой. Если же к подобной КОС подключаются и сетевые возможности (как в системе Digital Anatomist Browser), то архитектура БД "клиент-сервер" предоставляет неограниченный доступ к большой базе знаний.

Второй технологический аспект интеграции заключается в *объединении в одном обучающем приложении данных принципиально различных форматов* (текста, графики, таблиц, анимации, звука, видео) посредством multimedia-технологии. Multimedia-технологии используются в обучении практически во всех разделах медицины. Абсолютное большинство multimedia-КОС выполнены в разделе "Онкология. Радиология. Ядерная медицина": 42,9% от общего числа multimedia-систем в 1989 г., в 1990 г. - 50%, в 1992 г. - 11,5%, в 1993 г. - 40%.

### 5. Интерактивность ( $I^5 = I^4 * Interaction$ )

Возможность взаимодействия (interaction) обучаемого с обучающей средой становится все более важной характеристикой КОС (количество публикаций об интерактивных КОС в медицине составило: в 1990 г. - 5, в 1991 г. - 8, в 1992 г. - 9, в 1993 г. - 4).

Среди нетрадиционных выделяются интерактивные технологии. Interactive Videodisk (IVD-технология) имеет следующие характеристики: быстрый доступ к тысячам высококачественных иллюстраций с графическими метками и текстом на изображениях, размещенных на видеодиске; возможность просмотра одного или множества изображений; интерактивный глоссарий для просмотра определений терминов, связанных с иллюстрациями; последовательности интерактивной анимации. Речь здесь идет об интерактивных hypermedia- и multimedia-окружениях, которые должны обеспечить доступ к сверхбольшим объемам информации, прежде всего аудио- и визуальной. На уровне аппаратуры это магнито-оптические, лазерные, видео-, оптические диски. К IVD-технологии близко примыкает CD-I-технология (Compact Disk Interactive).

Ожидается успех образовательных приложений, основанных на платформе интерактивного телевидения (Interactive TV - ITV-технология). Исследование использования ITV-технологии в 15 государственных университетах шт. Мичиган (США) показало следующее [3]: 10 университетов регулярно используют ITV; количество курсов (для врачей, социальных работников и др.), использующих эту технологию, возросло в 1995 г. по сравнению с 1993 г. более, чем в 3 раза; количество программ (семинаров, инструктирования, мастерских), использующих эту технологию, за тот же период возросло более, чем на порядок.

### 6. Интерфейсы ( $I^6 = I^5 * Interfaces$ )

Качество обучающих приложений во многом определяется степенью "дружественности" интерфейса между КОС и пользователем. В медицинских обучающих системах спектр вариантов пользовательского интерфейса (User Interface - UI) довольно широк: от простого интерфейса через графический интерфейс (Graphical User Interface - GUI) и hypermedia-интерфейс для интеллектуальных систем до виртуальной реальности (Virtual Reality - VR) как аспекта multimedia.

### 7. Инновации ( $I^7 = I^6 * Innovations$ )

Инновационность информационной технологии в медицинском образовании предопределяет ее последующее распространение. Назовем некоторые из инноваций 1990-х гг. 1990 г. - PLATO

project (коммуникация концептуального, функционального и структурного знания как ключевое измерение Computer-Enhanced Learning). 1991 г. - Гипертекст как инновационное учебное средство. 1992 г. - Потенциальные приложения IVD-технологии в сочетании с multimedia как подхода инструкторов: имитация, наставничество, моделирование ролей, тренировка и практика. 1993 г. - ITV-технология для дистанционного инструкторов. 1994 г. - Использование нейронных сетей в интеллектуальных медицинских обучающих приложениях. 1995 г. - Дублирование периодических изданий в "электронном" варианте среды INTERNET. 1996 г. - VR-технология представления программ дистанционного обучения, интегрированных обучающих систем (Integred Learning Systems - ILS) и обучающих приложений.

## 8. Интернационализация ( $I^8 = I^7 * Internationalization$ )

Важнейшим фактором, который формирует современное компьютерное образование в медицине, является его интернационализация.

*Обмен информацией*, когда профессиональные журналы распространяются во всем мире, расширяет новые идеи и стили в образовании. Использование сетевых возможностей в сочетании с форматом "электронных публикаций" значительно сокращает время "доставки" новейших достижений от автора до потребителей.

С другой стороны, прослеживается тенденция публикации авторами результатов разработки, внедрения и оценки медицинских КОС в иностранных научных изданиях. Доля публикаций в иностранных научных изданиях за период 1989-94 г. составила: об использовании ГТС - 17%, гиперmedia-систем - 23%, multimedia-систем - 20%, МЭС для обучения - 24.8%.

Третье направление интернационализации образования в медицине заключается в создании мощных образовательных распределенных информационных гиперmedia-систем. Это системы, использующие коммуникации INTERNET для проведения дискуссий в группах и поддержки совместных работ в глобальной сети.

## Заключение

На основе анализа публикаций выявлены основные тенденции компьютерного образования в медицине. Сформулированы и обоснованы основные положения концепции "восьми И" ( $I^8$ ) для компьютерных информационных технологий в медицинском образовании.

## Литература

1. Vinik E., Sirman D., Georges L.P. "Medical informatics in a medical research facility. An interactive multimedia presentation". Diabetes as a model / Proc. Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care, 1991, p.879-881.
2. Bonadonna F. HyperShell: an expert system shell in a hypermedia environment - application in medical audiology / Med. Inf. Lond., 1990, 15(2), p.105-114.
3. Creswell K. State Universities Increase Use of Interactive Television / ED journal, 1996, V.10, N5, p.j8-j11.