

Обучающе-диагностическая система по электроэнцефалографии

И.П. Лукашевич*, Р.И. Мачинская**, М.Н. Фишман***

*Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия

**Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия

***Институт коррекционной педагогики РАО, Москва, Россия

Поступила в редколлегию 27.02.2006

Аннотация—В связи с постоянным ростом объема медицинской информации для повышения уровня диагностики и эффективности обучения специалистов необходимо создание компьютерных обучающе-диагностических систем (Система). При разработке Системы по электроэнцефалографии (ЭЭГ) был использован структурный подход, который позволяет повысить информативность знаний, значительно уменьшив их объем, что способствует более эффективному обучению.

Система по ЭЭГ создана в помощь специалисту-практику для освоения методов регистрации ЭЭГ, методики диагностики функционального состояния мозга в целом и его отдельных структуры и содержит полный атлас электроэнцефалографических феноменов.

Система имеет ряд достоинств: содержит всю необходимую для обследования и диагностики функционального состояния мозга информацию; ее можно использовать не только при обучении молодых специалистов, но и для повышения квалификации; особенности представления информации обеспечивают эффективное сопоставление ЭЭГ-данных с другими современными методами обследования; компьютерный вариант Системы позволяет значительно расширить аудиторию пользователей. Разработка обучающих систем с использованием структурной организации носит инновационный характер.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема повышения эффективности обучения специалистов всегда была актуальной. Однако, из-за интенсивного развития науки, появления новых областей знаний и увеличения общего объема знаний, а также в связи с потребностью освоения узкими специалистами смежных областей знаний, эта проблема приобретает исключительное значение.

Широкая компьютеризация общества и возможности Интернета позволяют создавать и распространять компьютерные обучающие системы. При этом возникает несколько проблем:

1. Выбрать те области знаний, которые наиболее трудны для обучения из-за большого объема неорганизованной и содержательно не связанной информации.

2. Подобрать способ представления, который позволит организовать, установить содержательные связи и уменьшить объем необходимой информации, что должно способствовать повышению эффективности обучения.

3. Используя иллюстративные и технические возможности современных компьютеров, создать обучающую систему, которая позволяет не только меньше времени затратить на овладение специальностью и дольше сохранить новые знания, но и использовать их в комплексе со знаниями смежных специальностей.

Вся работа проводилась на материале медицинских задач, поскольку, с одной стороны медицинская информация является ярким примером плохо организованной информации, а с другой стороны повышение эффективности обучения врачей и повышение их квалификации остается важнейшей социально-практической задачей.

В медицине к плохо организованной информации в первую очередь следует отнести результаты исследований, сопутствующие основному осмотру больного, т.е. те данные, которые ведущий больного врач получает от других специалистов. Несмотря на все увеличивающийся рост новой медицинской аппаратуры и новых методов, использование результатов обследования остается крайне неэффективным из-за большого числа не связанных между собой содержательно параметров.

К числу таких исследований можно отнести электроэнцефалографическое (ЭЭГ), рентгенологическое, включая все его усовершенствованные аналоги, гистологическое, данные клинико-лабораторной диагностики (КЛД) и некоторые другие. Поэтому наибольший интерес для создания обучающих систем представляют именно эти области знания.

2. МЕТОД РАБОТЫ

При этом возникают две основные задачи:

1. Создание программных средств – оболочек, которые позволили бы максимально использовать технические возможности современных компьютеров.

2. Разработка методов представления профессиональных знаний, позволяющих уменьшить объем передаваемых знаний, повысив при этом их информативность.

О способе представления, который позволяет организовать и содержательно связать информацию, уменьшив ее объем, мы уже неоднократно писали и рассказывали [1, 2, 3, 4, 5]. Речь идет о структурной организации информации. Структурная организация состоит в выделении минимального числа блоков (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. В зависимости от сложности области знаний может быть разное число уровней структурирования. Но основной принцип всегда один: выявление систем, изучаемых в данной предметной области, определение функций, которые эти системы выполняют и симптомов, характеризующих нарушение этих функций.

Таким образом, речь идет о содержательной организации результатов исследования, что способствует лучшему пониманию и, как следствие, лучшему обучению и запоминанию.

Метод структурной организации не имеет аналогов, является универсальным для медицины, использует естественный для специалистов язык представления информации и позволяет в работе с экспертами вербализовать интуитивные профессиональные знания.

Как показал наш опыт работы в области неврологии, ЭЭГ, нейропсихологии, психологии, а также при анализе биохимических лабораторных данных, предложенная содержательная организация материала повышает его информативность, значительно сокращая объем необходимой информации, что приводит к лучшему пониманию и запоминанию материала и, как следствие, к более эффективному решению стоящих перед специалистом задач, в том числе и задачи обучения и самообучения [6, 7, 8, 9]. Кроме того, унифицированное представление информации позволяет проводить комплексный анализ, что не только повышает результативность исследований, но и способствует формированию нового взгляда на проблему и новых научных гипотез.

Структурный подход был использован нами для создания автоматизированной компьютерной системы “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ” [4, 5], которая успешно применяется на практике при ЭЭГ-исследованиях в ряде медицинских учреждений и в научно-исследовательских институтах Москвы, а также других городов РФ и СНГ.

Мы воспользовались этим подходом при создании обучающе-диагностической системы по электроэнцефалографии (рис. 1).

Настоящая “Обучающе-диагностическая система: ЭЭГ” (Система) создана в помощь специалисту для освоения теоретических основ природы и феноменологии ЭЭГ, методов регистра-

ции ЭЭГ (рис. 2), а также методики диагностики функционального состояния мозга в целом и его отдельных систем, включая глубинные регуляторные структуры.

Система содержит полный атлас электроэнцефалографических феноменов, выделяемых и анализируемых при диагностике функционального состояния мозга с помощью визуальной оценки ЭЭГ на основе структурного анализа.

Большое внимание уделяется параметрам ЭЭГ, характеризующим морфо-функциональное развитие коры и глубинных регуляторных структур, и критериям их соответствия возрасту пациентов (рис. 3 и 4). У детей данные характеристики важны для понимания особенностей поведения и внимания, эмоционально-волевой сферы, познавательной деятельности.

“Обучающе-диагностическая система ЭЭГ” может также использоваться как справочное электронное руководство для быстрого и эффективного поиска информации, необходимой как специалистам в области электроэнцефалографии, так и смежных специальностей - неврологии, нейропсихологии, психологии и других (рис. 5, 6, 7).

Интерактивность представления информации в программе “Обучающе-диагностическая система ЭЭГ” делает освоение материала увлекательным занятием.

3. СОДЕРЖАНИЕ “ОБУЧАЮЩЕ-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЭГ”

I. ВВЕДЕНИЕ

1. Электроэнцефалография как метод анализа функционального состояния мозга.
2. Области применения ЭЭГ исследований.
 - 2.1. Показания к использованию ЭЭГ в медицинской практике.
 - 2.2. Значение ЭЭГ диагностики для специалистов в области общего и специального образования детей (педагогов, психологов, дефектологов).

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ

1. Электроды и регистрирующие устройства.
 - 1.1. Виды электродов.
 - 1.2. Сопротивление электродов.
 - 1.3. Подготовка регистрирующей аппаратуры.
 - 1.3.1. Установка частотных фильтров.
 - 1.3.2. Калибровка выходного сигнала.
 - 1.3.3. Выбор усиления (чувствительности).
 - 1.3.4. Установка скорости записи ЭЭГ.
2. Расположение электродов на поверхности головы. Международная система 10–20.
3. Способы отведения биопотенциалов и монтажные схемы.
4. Процедура записи ЭЭГ. Функциональные пробы.

III. ПРИРОДА И ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ЭЭГ

1. Общие представления о происхождении ЭЭГ.
2. Основные частотные диапазоны и ритмы ЭЭГ.
3. Девиантные (отклоняющиеся) паттерны ЭЭГ.
4. Изменения ЭЭГ при функциональных нагрузках.

IV. ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ МОЗГА СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЭГ-ИНФОРМАЦИИ

1. Структурный анализ как метод унифицированного описания ЭЭГ.
2. Диагностика функционального состояния мозга с помощью структурного анализа ЭЭГ.
 - 2.1. Функциональное состояние коры. ЭЭГ- критерии возрастной нормы.
 - 2.2. Общемозговые изменения.
 - 2.3. Локальные отклонения.
 - 2.4. Функциональное состояние глубинных регуляторных структур. ЭЭГ- критерии возрастной нормы.

V. ЭКЗАМЕН

VI. АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”. ПРИМЕРЫ ЗАКЛЮЧЕНИЙ

VII. ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ

4. ВЫВОДЫ

Предложенная обучающе-диагностическая система имеет ряд достоинств:

1. Система содержит всю необходимую для обследования и диагностики функционального состояния мозга информацию и при этом ее объем (без атласа) значительно меньше любого из имеющихся учебников.
2. В основе Системы лежат экспертные структурированные знания, поэтому ее можно использовать не только при обучении молодых специалистов, но и для повышения квалификации.
3. Особенности представления информации в виде функциональных блоков, связанных с определенными структурами мозга, обеспечивают эффективное сопоставление ЭЭГ-данных с данными неврологического, нейропсихологического и др. методов обследования, что особенно важно в условиях клиники.
4. Компьютерный вариант Системы позволяет значительно расширить аудиторию желающих освоить или повысить квалификацию в области электроэнцефалографии.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время, большая часть информации, распространяемой с помощью компьютеров, представлена в виде научной или справочной литературы, т.е. представляет собой аналог печатных изданий, но при современных возможностях передачи информации.

Разработка и экспертных, и обучающих систем с использованием структурной организации носит инновационный характер. Компьютерные варианты таких систем могут способствовать повышению эффективности работы специалистов, а также подготовке квалифицированных кадров, особенно на периферии, где практически отсутствуют возможности обучения и повышения квалификации.

Сотрудники ЗАО BS+C, генеральный директор к.м.н. Михелашвили А.Е. обеспечили художественное оформление и создание программного продукта.

КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ЭЭГ ДИАГНОСТИКИ			
СОСТОЯНИЕ КОРЫ	ОБЩЕМОЗГОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ	ЛОКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ	СОСТОЯНИЕ СРЕДИННЫХ СТРУКТУР
ЭЭГ ПРИЗНАКИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ КЛЮЧЕВЫМ ВОПРОСАМ			
БЛОК 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬФА-РИТМА	БЛОК 2 ДИФФУЗНАЯ ОТКЛОНЯЮЩАЯСЯ АКТИВНОСТЬ (ДОА)	БЛОК 3 ЛОКАЛЬНАЯ ОТКЛОНЯЮЩАЯСЯ АКТИВНОСТЬ (ЛОА)	БЛОК 4 БИЛАТЕРАЛЬНО-СИНХРОННАЯ ИЛИ ГЕНЕРАЛИЗОВАННАЯ ОА (БСОА)
<p>ПЕРЕМЕННЫЕ характер альфа, топография, асимметрия, реакция на РФС, реакция на ГВ.</p> <p>ФУНКЦИИ соответствие возрастной норме.</p>	<p>ПЕРЕМЕННЫЕ тип ДОА с указанием частотного диапазона.</p>	<p>ПЕРЕМЕННЫЕ тип ЛОА, топография, асимметрия, реакция на РФС, реакция на ГВ.</p> <p>ФУНКЦИИ локализация, глубина, характер, выраженность.</p>	<p>ПЕРЕМЕННЫЕ тип БСОА, топография, асимметрия, реакция на РФС, реакция на ГВ.</p> <p>ФУНКЦИИ уровень (локализация) глубинных влияний, характер, выраженность, соответствие возрастной норме.</p>
Схема структурирования данных визуального анализа ЭЭГ			

Рис. 1

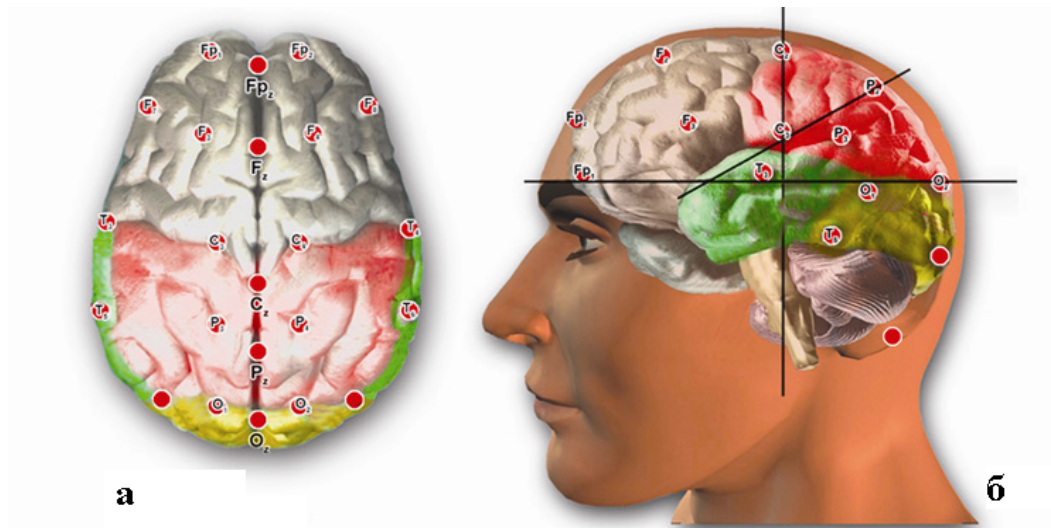


Рис. 2. Схема расположения электродов на проекции мозга (а- вид сверху; б- вид сбоку).

**Таблица. ЭЭГ критерии соответствия
уровня развития ЭА коры возрастной норме
для детей дошкольного и младшего школьного возраста**

Уровень развития ритмогенных структур коры				
ЭЭГ признаки	Возраст			
Характер альфа-ритма	5-6 лет и ниже	6-7 лет	7-8 лет	9-10 лет
Полиритмичный	+	+	Н	Н
Сниженной частоты (6-7 Гц)	+	+	Н	Н
Дезорганизованный и/или заостренный	+	+	+	+
Регулярный модулированный 8-9 Гц	-	+	+	+
Регулярный модулированный 10-11 Гц	-	-	-	+
Реакция основного ритма на РФС				
Отсутствие следования	+	Н	Н	Н
Следование ритму 4-6 Гц при отсутствии усвоения частот в диапазоне 7-12 Гц	+	+	Н	Н
Следование ритму 7 Гц изолировано и/или наряду с усвоением 4-6 Гц	+	+	Н	Н
Следование ритму в диапазоне альфа-частот 8-9 Гц изолировано и/или наряду с другими частотами.	-	+	+	+
Следование ритму в диапазоне альфа-частот 10-12 Гц изолировано и/или наряду с другими частотами	-	-	+	+

+ наличие признака соответствует возрастной норме;
 - признак еще не регистрируется в данном возрасте;
 Н признак является для данного возраста свидетельством несоответствия уровня развития ЭА коры возрастной норме.

Рис. 3.

**Таблица 3. ЭЭГ критерии соответствия функционального состояния
глубинных регуляторных структур возрастной норме**

Билатерально - синхронные изменения ЭА	5-6 лет	6-7 лет	7-8 лет	9-10 лет
Генерализованные колебания или группы колебаний 4-6 Гц	+	+	+	+
Генерализованные альфа - и/или бета-веретена диэнцефального генеза	-	-	-	+
Группы колебаний 4-6 Гц в лобно-центральных областях верхнестволового генеза.	+	Н	Н	Н
Гиперсинхронный альфа-ритм и/или группы колебаний 4-6 Гц в затылочно-теменных областях нижнестволового генеза.	+	Н	Н	Н

+ - наличие признака соответствует возрастной норме;
 - признак еще не регистрируется в данном возрасте;
 Н - признак является для данного возраста свидетельством функциональной незрелости.

Рис. 4.

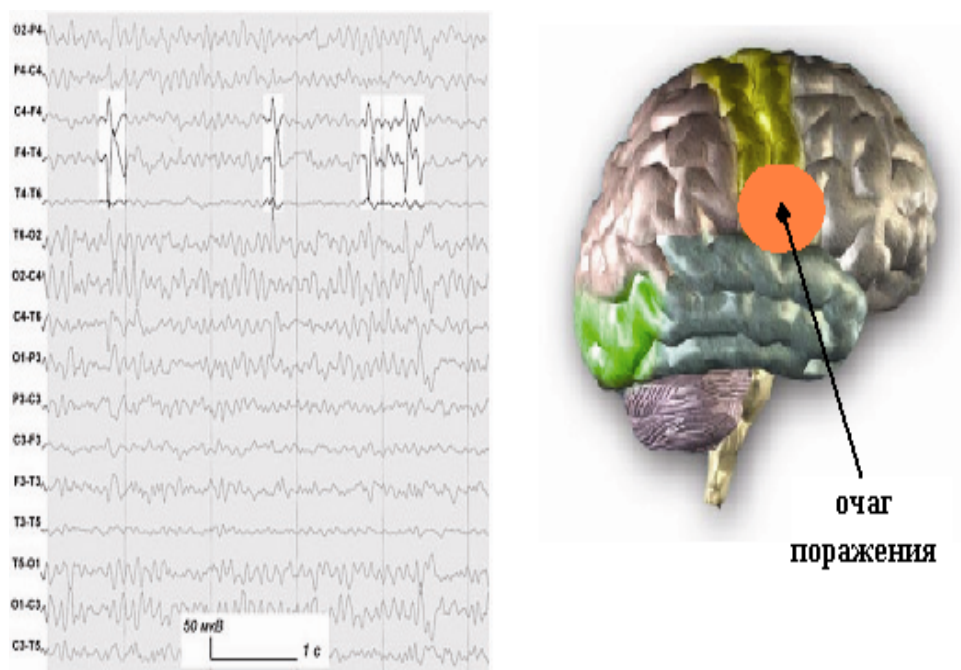


Рис. 5. Трехфазные острые волны альфа-диапазона в корковых отделах центральной области левого полушария мозга.

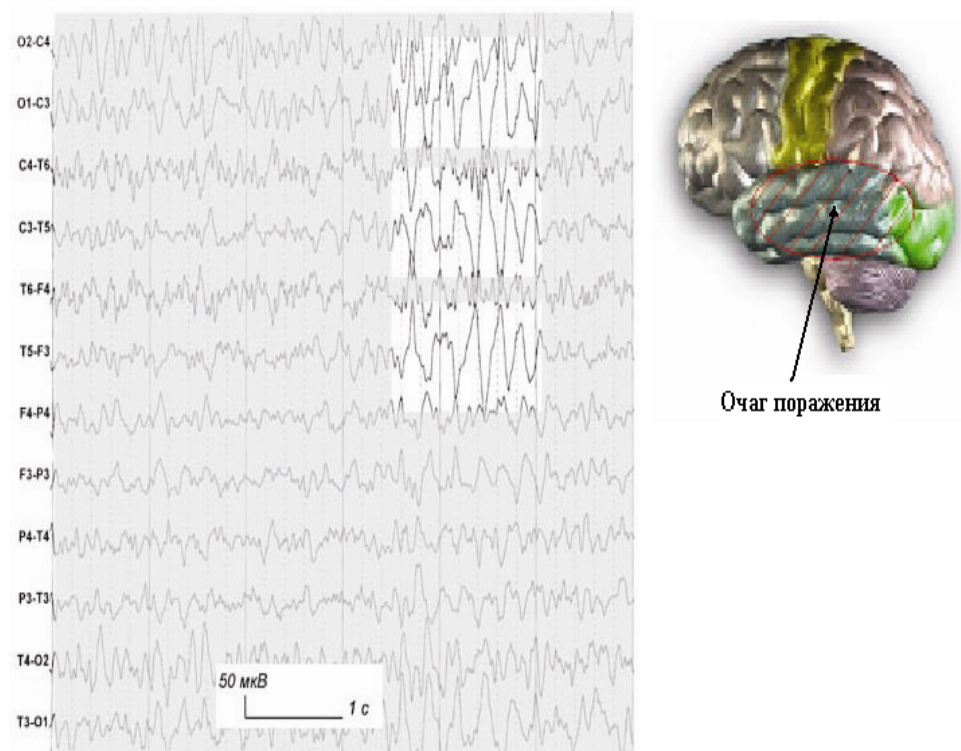


Рис. 6. Группы высокоамплитудных дельта-диапазона в глубинных отделах правого полушария мозга.

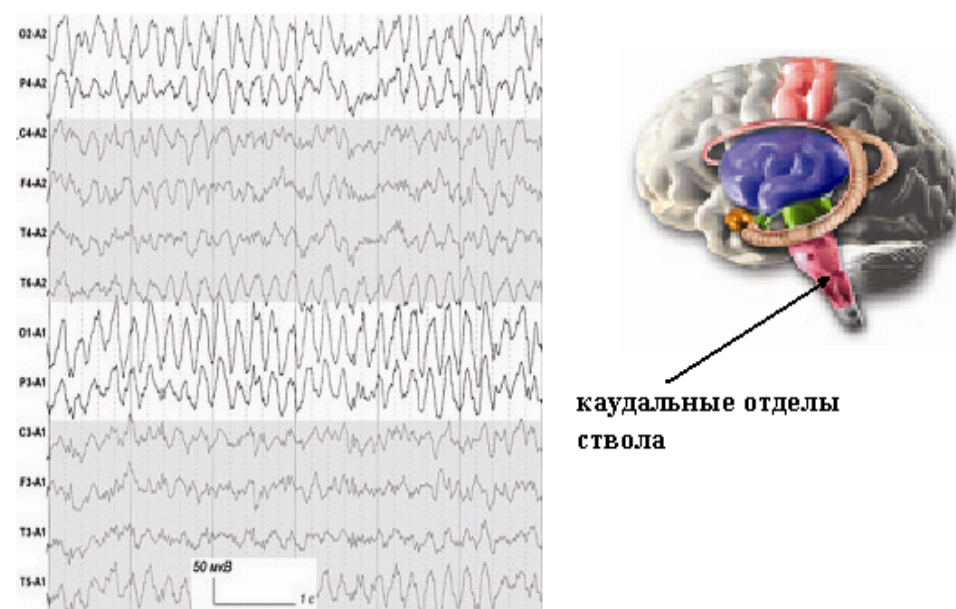


Рис. 7. Преобладание тета-ритма в каудальных отделах ствола.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Руденская Г.Е., Фишман М.Н., Эльнер А.М. Структурная организация медицинской информации для установления диагноза в детской неврологии. *Медицинская техника*, 1995, № 2, стр. 3–9.
2. Лукашевич И.П., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Структурный подход к представлению и анализу нейропсихологической информации. *Медицинская техника*, 1998, № 5, стр. 18–21.
3. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шипкова К.М. Проблема представления и передачи профессиональных знаний. *Труды I Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах.”*, Самара, 14–18 июня 1999, стр. 140–144.
4. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Автоматизированная диагностическая система “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”. *Медицинская техника*, 1999, № 6, стр. 29–34.
5. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Структурная организация медицинской информации. “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”. *Материалы XIII международной научной конференции “Математические методы в технике и технологиях ММТТ-2000”*, Санкт-Петербург, 26–29 июня 2000, т. 4, стр. 154–157.
6. Лукашевич И.П., Савина М.И. Обучающие системы как одна из форм информационного взаимодействия. *Труды IV Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах”*, Самара, 17–23 июня 2002, стр. 299–304.
7. И.П.Лукашевич. Типы информационного взаимодействия в обучающих системах. *Труды V Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах”*, Самара, 17–22 июня 2003, стр. 460–466.
8. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций. *Информационные процессы*, 2004, т. 4, № 1, стр. 24–31.
9. Лукашевич И.П., Савина М.И., Иванова Г.И. Справочно-обучающая система для интерпретации биохимических данных. *Информационные процессы*, 2005, т. 5, № 5, стр. 392–399.