

## **Обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций**

**Е.Г.Гришина\*, И.П.Лукашевич\*\*, В.М.Шкловский\***

*\*Московский НИИ психиатрии Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия*

*\*\*Институт проблем передачи информации, Российская Академия наук, Москва, Россия*

Поступила в редколлегию 28.11.2003

**Аннотация**—В связи с появлением новых областей знаний и увеличением общего объема информации для повышения эффективности и доступности обучения, необходимо создание компьютерных обучающих систем. В первую очередь это относится к медицинской информации, которая является слабоформализованной, избыточной по объему и характеризуется ростом новых методов исследования. При разработке такой системы в области нейропсихологии был использован структурный подход, который позволяет организовать и содержательно связать информацию, уменьшив ее объем, что способствует лучшему пониманию и, как следствие, лучшему обучению и запоминанию. Нейропсихологический метод исследования заключается в функциональном анализе высших психических функций и в выявлении состояния мозговых структур, участвующих в реализации ВПФ. Разработанная система включает в себя альбом проб для исследования ВПФ и инструкций к ним; структурно-организованную обучающе-диагностическую схему, позволяющую проводить функциональную и топическую диагностику нарушений ВПФ; план проведения нейропсихологического обследования, протокол обследования, образец заключения.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие компьютерных средств и Интернета допускают неограниченные возможности информационного взаимодействия во всех областях знаний. Информационное взаимодействие наряду с другими формами обмена информацией включает в себя и обучение, которое мы рассматриваем как передачу знаний наиболее эффективным способом.

Однако, технические возможности в настоящее время обгоняют программные разработки и их востребованность, если говорить о распространении и обмене профессиональными знаниями. Большая часть такой информации представлена в виде научной или справочной литературы, т.е. представляет собой аналог печатных изданий, но при современных возможностях передачи информации.

Для более эффективного использования компьютерных сетей необходимо предложить пользователю не только справочную информацию, но также обучающие, диагностические, прогностические, экспертные и др. системы в разных областях знаний.

При этом возникают две основные задачи:

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

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

Поскольку к слабоформализованным знаниям в первую очередь относится медицинская информация, то дальше речь будет идти о представлении и передаче медицинских знаний.

Остановимся более подробно на наших разработках связанных с представлением информации и созданием структурно-организованных обучающе-диагностических систем.

## 2. МЕТОД СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

В связи с развитием компьютерных средств и коммуникаций наряду с проблемой получения новых знаний становится актуальной проблема более интенсивного и расширенного обмена знаниями, в том числе и невербализованными, которые представляют собой опыт и интуицию высококвалифицированных специалистов.

Разработанные автором методы работы с экспертами позволяют не только вербализовать интуитивные профессиональные знания, но также использовать их для организации и структурирования информации [1].

Мы подошли к исследованию общих вопросов на примере решения практически важных задач в областях знаний, которые относятся к обширному классу слабоформализованных и связаны с изучением высшей нервной деятельности человека: неврологии, электроэнцефалографии (ЭЭГ) и нейропсихологии.

Эти задачи, помимо их значения для фундаментальных исследований мозга человека и практического значения для медицины, оказались удобными для отработки метода структурной организации информации. При этом решался целый ряд вопросов, которые традиционно относят к проблемам искусственного интеллекта: выявление и организация профессиональных знаний, создание баз знаний и систем для поддержки принятия решений, дистанционная диагностика, передача знаний и ускорение обучения молодых специалистов, междисциплинарный обмен информацией.

Структурирование информации проводилось на двух уровнях. На первом уровне - структурная организация знаний специалистов - выделялись ключевые вопросы, установление ответов на которые самодостаточно для принятия решения. Проведенная по специальной методике работа с группой экспертов позволила выявить эти вопросы и показать, что их немного (порядка 6-7) и они одинаковы практически для всего спектра медицинских задач. Специалисту надо знать симптомы: устанавливающие локализацию поражения, обширность поражения, дифференцирующие основное поражение от осложнений или сопутствующей симптоматики, определяющие характер поражения и степень его выраженности. В соответствии с ключевыми вопросами определялись информационные структурные единицы - блоки, каждый из которых должен был содержать информацию, необходимую для ответа на один из вопросов. На втором уровне проводился отбор признаков в блоки и структурная организация пространства признаков внутри каждого блока с учетом экспертных заключений и общепринятых представлений.

Использование единого принципа структуризации данных позволило разработать схемы представления результатов неврологического, электроэнцефалографического и нейропсихологического обследований, идентичные по способу организации информации.

Таким образом, исследования, проведенные в областях медицины относящихся к изучению функционального состояния мозга человека, позволили нам разработать принцип представления медицинской информации, отвечающий предъявляемым требованиям. **Принцип заключается в выделении основных систем и объектов в рассматриваемой области знаний, описании функций, выполняемых этими системами, и симптомов, которые выявляются при нарушении функций.** Мы назвали этот подход структурной организацией информации, поскольку он состоит в выделении минимального числа блоков (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Число уровней структурирования зависит от сложности области знаний [1, 2, 3].

Как показал наш опыт работы в области неврологии, ЭЭГ, нейропсихологии, психологии, логопедии 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. Кроме того, унифицированное представление информации позволяет проводить комплексный анализ, что не только повышает результативность ис-

следований, но и способствует формированию нового взгляда на проблему и новых научных гипотез [4].

Мы успешно использовали структурную организацию для создания баз знаний, решения целого ряда как научных, так и медицинских задач, связанных с нарушением функционального состояния мозга человека; для построения экспертной системы в области ЭЭГ-знаний и обучающе-диагностических систем [5].

Создание таких систем, необходимых для повышения эффективности обучения, становится все более актуальным из-за появления новых областей знаний и увеличения общего объема информации. В первую очередь это относится к медицинской информации, которая не только слабоформализована и избыточна по объему, но и характеризуется постоянным ростом новых методов исследования. Структурный подход здесь оказался особенно полезным, поскольку позволяет организовать и содержательно связать информацию, значительно уменьшив ее объем, что способствует лучшему пониманию и, как следствие, лучшему обучению.

Идентичное представление информации в виде функциональных блоков, связанных с определенными структурами мозга, обеспечивает эффективное сопоставление результатов нейропсихологического, электроэнцефалографического и неврологического обследования, что необходимо для проведения комплексного анализа как в условиях клиники, так и при научно-исследовательской работе.

Структурирование клинической информации и комплексный анализ позволили нам выдвинуть принципиально новые гипотезы и получить новые результаты при решении медицинских задач там, где другие подходы оказались неэффективными, несмотря на большой интерес исследователей [4].

### 3. РОЛЬ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ МОЗГА И СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

В настоящее время в систему методов диагностики состояния мозга, наряду с традиционными неврологическими и современными аппаратными методами (ЭЭГ, УЗИ, МРТ - магнитно-резонансная томография, КТ - компьютерная томография и др.), в клиническую практику широко внедрены методы нейропсихологической диагностики.

Нейропсихологический метод исследования является обязательным компонентом диагностики состояния мозга, который не дублирует другие методы исследования. Уникальность метода в том, что он совмещает в себе функциональный анализ ВПФ и одновременно с этим выявляет состояние мозговых структур, участвующих в реализации психических функций. Тем самым, исследуется класс феноменов, недоступных неврологическому исследованию, поражение которых протекает без отчетливой неврологической симптоматики. Большая чувствительность метода позволяет отследить даже стертые нарушения ВПФ.

Нейропсихологическая диагностика направлена на решение двух основных диагностических задач: 1) выявление структуры, механизмов, степени выраженности нарушений высших психических функций (ВПФ) (функциональный диагноз) и 2) определение локализации поражения головного мозга (топический диагноз).

В качестве теоретической основы нейропсихологического метода выступает теория системной динамической локализации ВПФ; а непосредственную методологическую основу этого метода составляет учение о нейропсихологическом синдроме, симптоме и факторе А.Р. Лурия [6].

Настоящая нейропсихологическая обучающе-диагностическая система (СИСТЕМА) исследования ВПФ позволяет решить обе указанные задачи. Она предназначена для диагностики состояния мозга у больных с органическими поражениями головного мозга разного генеза (сосудистого, травматического, опухолевого и др.).

СИСТЕМА состоит из двух самостоятельных разделов: “общей” и “речевой” диагностических схем. В “общем” разделе описаны симптомы нарушения и методы диагностики праксиса, гнозиса, памяти, внимания, счета, мышления, эмоций. В “речевом” разделе представлены симптомы речевых нарушений: нарушений устной речи, письма и чтения, а также модально-специфические нарушения слухоречевой памяти. Выделение этих нарушений и методов их диагностики в самостоятельный раздел было связано с особой ролью речи в жизни личности, а также ее сложностью.

СИСТЕМА включает в себя альбом проб для исследования ВПФ; структурно-организованную обучающую схему, позволяющую проводить функциональную и топическую диагностику нарушений высших психических функций; план проведения нейропсихологического обследования, протокол обследования и образец заключения.

Система рассчитана на специалистов, владеющих базовыми знаниями в области нейропсихологии. Она систематизирует накопленные в клинической нейропсихологии данные и призвана оказать помощь специалисту в проведении нейропсихологического исследования ВПФ и постановке топического диагноза.

В специальном разделе СИСТЕМЫ представлены литературные источники, материалы которых (описание нейропсихологических симптомов, их топико-диагностическое значение, методы диагностики) легли в ее основу.

#### 4. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Выявление и формализация знаний, составляющих опыт ведущих клиницистов, имеет исключительное значение для обучения и повышения квалификации рядовых и начинающих специалистов.

Накопленные в нейропсихологии знания позволяют подойти к созданию универсальной схемы представления информации.

Для решения этой задачи была проведена работа по анализу как собственных данных, так и материалов представленных в работах других исследователей. Полученная информация позволила нам на современном уровне знаний описать: системы мозга, принимающие участие в осуществлении высших психических функций (ВПФ); конкретные функции; симптомы, характеризующие нарушение этих функций; выраженность симптомов.

Для создания схемы представления нейропсихологической информации был использован метод структурной организации, который позволяет приблизиться к созданию базы знаний для экспертной системы. Этот принцип оправдал себя при описании неврологической и ЭЭГ-информации, но, главное, такой подход позволяет проводить сравнительный анализ всего комплекса клинических данных с данными нейропсихологии [1,2,4].

Предложенная в работе схема является универсальной в том смысле, что она экстраполирует знания независимо от существующих концепций.

Схема построена по “топическому” принципу: выделены структуры головного мозга - коркового и субкортикального уровня. Для каждой из этих структур описаны специфичный для ее поражения нейропсихологический синдром. Для каждого синдрома представлены нейропсихологические пробы с описанием процедуры предъявления пробы и стимульным материалом к каждой пробе. Основу диагностической методики составили традиционные нейропсихологические (т.н. Луриевские) методы.

С учетом того, что СИСТЕМА является обучающей, наряду с кратким описанием симптомов, характеризующих соответствующий синдром, для большинства из них в качестве иллюстрации приведены типичные ошибки в нейропсихологических пробах.

Сначала дается определение центрального механизма расстройств, затем описание синдрома, включающего изложение первичных и вторичных симптомов. Поражение левого и правого полушария описываются отдельно. Кроме того, в схеме приводятся определения вводимых терминов.

Во всех случаях, где это было необходимо и возможно, пространство при-знаков было упорядочено от простых к сложным и от легких к более грубым, что отражено в нумерации подпунктов.

В своей работе мы использовали неоднократно подтвержденную, принятую большинством специалистов информацию, поэтому симптомы недостаточно верифицированные или имеющие на сегодняшний день неоднозначную трактовку не вошли в схему. Приведем пример организации блока нарушения кинетического праксиса.

В разделе “ПРОБЫ” указан стимульный материал, который может быть вызван вместе с инструкцией. Примеры ошибок также вызываются по желанию пользователя.

## 5. БЛОК НАРУШЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОГО ПРАКСИСА

### ПРЕМОТОРНЫЕ ОТДЕЛЫ МОЗГА

#### *НАРУШЕНИЕ СЕРИЙНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ И ДЕЙСТВИЙ*

**ПРОБЫ:** на динамический мануальный праксис, оральный кинетический праксис, слухомоторную координацию, графические пробы и др.; все пробы приводятся с инструкциями по их предъявлению.

#### **Левое полушарие**

**а) Кинетическая апраксия в обеих руках** (*нарушение серийной организации движений, простых двигательных навыков* *Коррекция ошибок возможна при подключении речевого контроля*).

1. Отрывистость движений, нет плавности при переключении с одного движения на другое.
2. Персеверация (*элементарные персеверации, многократное повторение одного и того же движения внутри двигательной программы, трудности переключения с одного движения на другое*).

**ПРИМЕР:** проба “Кулак-ребро-ладонь.” инертное повторяет одно из движений, либо невозможность переключиться после горизонтальной позы “ладонь” на вертикальную “ребро”, трудности автоматизации последовательности движений, нарушение последовательности движений.

3. Антиципация (*одно движение выполняется раньше другого внутри двигательной программы*);
4. контаминация (*элементы двух движений соединяются в одно*).

**ПРИМЕР:** после пробы “кулак-ребро-ладонь” отстукивает ритмы расжимая и сжимая кулак.

5. Нарушение двигательных навыков (*письмо, машинопись, игра на музыкальных инструментах: меняется почерк, навыки теряют быстроту и плавность*).

**б) Кинетическая оральная апраксия** (*нарушение формирования нового серийного двигательного стереотипа, переключения с одной серии движений на другую*).

**в) Нарушение динамики высших психических функций** (*инертность, трудности переключения на новый принцип деятельности с возможностью коррекции ошибок*):

**ПРИМЕР:** после решения задачи “на двух полках было 18 книг, на одной - в два раза больше, чем на другой. Сколько книг на каждой полке?” при помощи деления большой пытается применить этот же способ решения (деление) для решения похожей задачи “на двух полках было 18 книг, на одной - на 2 книги больше...”

**г) Нарушение кинетической основы речи** (*см. соответствующий раздел “Речевой схемы”*).

### Правое полушарие

а) **Кинетическая апраксия в левой руке** (*нарушение серийной организации движений, простых двигательных навыков. Коррекция ошибок возможна при подключении речевого контроля.*)

1. Отрывистость движений, нет плавности при переключении с одного движения на другое. 2. Персеверация (*элементарные персеверации, многократное повторение одного и того же движения внутри двигательной программы, трудности переключения с одного движения на другое*).

ПРИМЕР: проба “Кулак-ребро-ладонь.” инертное повторяет одно из движений, либо невозможность переключиться после горизонтальной позы “ладонь” на вертикальную “ребро”, трудности автоматизации последовательности движений, нарушение последовательности движений.

3. Антиципация (*одно движение выполняется раньше другого внутри двигательной программы*).

4. Контаминация (*элементы двух движений соединяются в одно*).

ПРИМЕР: после пробы “кулак-ребро-ладонь” отстучивает ритмы расжимая и сжимая кулак.

### ПРЕМОТОРНЫЕ ОТДЕЛЫ (зона Брока)

#### А. Левое полушарие

#### НАРУШЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ РЕЧИ

*Проявляется во всех видах речи при сохранном понимании*

#### /Эфферентная моторная афазия (по А.Р.Лурия)/

**ПРОБЫ:** повторная, диалогическая, монологическая речь; называние чтение, письмо; все пробы приводятся с инструкциями по их предъявлению.

а) **Нарушение кинетической основы речи** (*патологическая инертность динамических стереотипов в устной и письменной речи*):

1. Персеверации (*многократное повторение слова, слога*)

ПРИМЕР: повторение серий слогов, слов:

“би-ба-бо” – “би, би, ба, ба, нет...”;

“би-ба-бо” – “ба- бо, нет, би-бо-бо, нет, би-бо-бо”;

“кораблекрушение” – “ко, ко, коро, кро, ко, коратле, кос, ко...”;

“водопровод” – “во...вопо...вопо...водо... вопо...во... вопровод...”.

2. Перестановки, пропуск, контаминации звуков (букв), слогов, редукции слов.

ПРИМЕР: письмо слов под диктовку “поклонник” - “поклонник”;

“кораблекрушение” – “коробей...короблейник...кораблейников”;

“Портной строчит строчку” – “Порной строит строку”;

“Протной стрчит строкт.”.

3. Наличие эмболов (*замещение продуктивной речи одним упроченным словом или слогом*)

ПРИМЕР: Как Вас зовут?

“Зовут...совершенно...совершенно...”

совершенно... ой...что ты будешь делать?”;

Как вы себя чувствуете? – “Ой...сов...совершенно”.

4. Скандированность речи (*послоговое произнесение слов*).

**б) Нарушение грамматической организации речи** (*при сохранности внутреннего программирования фразы*).

1. Пропуск вспомогательных слов (*при добавлении пропущенных слов фраза остается неграмотной*).

ПРИМЕР: Составление фраз по картинке: “Мальчик бежит к дереву” – “*Мальчик бежит дерево*”;  
“Мальчик моет руки” – “*Мальчик моет...*”.

2. Пропуск предикативной части (глагола), замена глагола существительным:

ПРИМЕР: составление фразы по картинке “Дети лепят снеговика” – “*Мальчики ...снег... и зима*”;  
называние действий: “*читает*” – “*девочка..книга*”;  
“*вяжет*” – “*бабушка...спица...*”;  
“*наливает*” – “*чайник*”;

3. Нарушение согласования членов предложения:

ПРИМЕР: составление фраз по картинке: “*Девочка покушать колбаса*”.  
Составление рассказа по картинке “*Опять двойка.*”  
*Мальчик...*  
*спрашивать... собака...мама,...сын,...дочь...спрашивать*  
*ребенка: “Опять двойка?”*.

## 6. ВЫВОДЫ

Предложенная обучающе-диагностическая система имеет ряд достоинств:

1. Схема включает в себя всю необходимую для исследования и диагностики состояния высших психических функций информацию и при этом ее объем (без стимульного материала) составляет не более 15 страниц.

2. При заполнении схемы автоматически формируются нейропсихологические синдромы, связанные с определенными отделами мозга, которые и представляют собой диагноз.

3. Сама схема, включая определения, стимульный материал, инструкции и примеры ошибок, является базой знаний для экспертной системы.

4. Поскольку в основе схемы лежат экспертные структурированные знания, ее можно использовать не только при обучении молодых специалистов, но и для повышения квалификации.

5. Особенности представления информации в виде функциональных блоков, связанных с определенными структурами мозга, обеспечивают эффективное сопоставление с данными неврологического, электроэнцефалографического и инвазивных методов обследования, что особенно важно в условиях клиники. 6. Компьютерный вариант СИСТЕМЫ позволяет значительно расширить аудиторию для желающих освоить или повысить квалификацию в области нейропсихологии.

Разработка и экспертной, и обучающих систем с использованием структурной организации носит инновационный характер. Компьютерные варианты таких систем могут способствовать подготовке квалифицированных кадров, особенно на периферии, где практически отсутствуют возможности обучения. В работе по созданию обучающе-диагностических систем для исследования ВПФ принимали участие сотрудники ЗАО BS+C, генеральный директор к.м.н. Михелашвили А.Е., которые обеспечивали художественное оформление и создание программного продукта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Руденская Г.Е. и др. Структурная организация медицинской информации для установления диагноза в детской неврологии. *Медицинская техника*, № 2, 1995, стр. 3–9.
2. Лукашевич И.Р., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Структурный подход к представлению и анализу нейропсихологической информации. *Медицинская техника*, № 5, 1998, стр. 18–21.
3. м информационного взаимодействия. Труды I V Международной конференции “*Проблемы управления и моделирования в сложных системах*,” 17–23 июня 2002, Самара, стр. 299–304.
4. Лукашевич И.П. Роль языка описания при комплексном анализе сложных систем. Электронный научный журнал “*Информационные процессы*,” 2002, т. 2, № 1, стр. 37–44, <http://www.jip.ru/>
5. Лукашевич И.П. “Типы информационного взаимодействия в обучающих системах”. Труды V Международной конференции “*Проблемы управления и моделирования в сложных системах*,” 17–22 июня 2003, Самара, стр. 460–466.
6. Лурия А.Р. *Высшие корковые функции человека и их нарушение при локальных поражениях мозга*. М.: Академпроект, 2000.