

Информатика и информационные технологии

УДК 002.53:004.8

ПЕРСОНИФИЦИРОВАННАЯ БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЧИ

М.И. Вовк, Е.Б. Галян

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины

В работе представлена структурно-функциональная модель персонифицированной биотехнической системы управления движениями кисти для восстановления речи, определены структура и функциональное назначение ее компонентов. Рассмотрена функциональная взаимосвязь между компонентами системы, преобразование и «упорядочение» информации, циркулирующей внутри компонентов и между ними. Особое внимание уделено информационному компоненту, обеспечивающему поддержку деятельности оператора по формированию единого алгоритма функционирования системы. Описаны его структура, информационное наполнение и пути реализации.

Ключевые слова: персонифицированная биотехническая система, восстановление речи, информационная технология, управление движениями кисти, структурно-функциональная модель, поддержка принятия решений.

У роботі представлена структурно-функціональна модель персоніфікованої біотехнічної системи керування рухами кисті для відновлення мови, визначені структура та функціональне призначення її компонентів. Розглянуто функціональний взаємозв'язок між компонентами системи, перетворення та «впорядкування» інформації, що циркулює всередині компонентів та між ними. Особливу увагу приділено інформаційному компоненту, який забезпечує підтримку діяльності оператора з формування єдиного алгоритму функціонування системи. Описано його структура, інформаційне наповнення та шляхи реалізації.

Ключові слова: персоніфікована біотехнічна система, відновлення мовлення, інформаційна технологія, керування рухами кисті, структурно-функціональна модель, підтримка прийняття рішень.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что при ряде патологий нервной системы нарушения двигательных функций (у взрослых) и нарушения в развитии двигательных функций у детей часто сопровождаются и речевыми нарушениями, что показывает взаимосвязь речевой и двигательной функций [1, 2]. Так при нарушении работы центральной нервной системы, например вследствие острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), инсульта, наблюдаются не только нарушения в управлении движениями (гемипарез, гемиплегия), но и, в 50–60% случаев, речевые нарушения. Одним из распространенных речевых нарушений у таких пациентов является моторная

афазия (32,7% случаев [3]) вследствие поражения моторной речевой зоны коры головного мозга — области Брока — центрального звена моторного компонента речи, в котором формируется программа высказывания.

В клинической практике для лечения двигательных нарушений и речи по типу моторной афазии, как правило, используют медикаментозную терапию, лечебную физкультуру, занятия с логопедом, электростимуляцию мышц верхних и нижних конечностей. Анализ базового курса лечения показывает, что разная степень улучшений речи наблюдается у 40% таких пациентов [4]. Поиск новых методологических подходов, методов и технологий, повышающих эффективность восстановления утраченной функции речи, является актуальной теоретико-прикладной задачей современной реабилитологии и физиотерапии. Таким подходом является предложенный нами метод и разработанная на его основе информационная технология целенаправленного управления движениями пострадавшей кисти и пальцев рук по разнообразным программам, которые предоставляет программно-аппаратный комплекс управления движениями [4, 5, 6]. Теоретическим обоснованием технологии были уже упомянутая связь двигательной и речевой функций, величина корковой проекции движений кисти, ее близость к моторной речевой зоне, положительное влияние тренировки тонких движений пальцев рук на развитие речи ребенка [5]. Клиническая апробация технологии показала увеличение эффективности реабилитации речи при моторной афазии на 27% по сравнению с базовым курсом лечения, что дает основание для ее широкого использования в клинической практике.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Успех внедрения технологии восстановления речи в значительной мере определяется включением информационного компонента в систему, выполняющего роль информационной поддержки практического использования биотехнической системы целенаправленного управления движениями кисти как средства опосредованного, через восстановление движений кисти, влияния на восстановление речи. Необходимость в информационной поддержке возникает, прежде всего, потому, что рассматриваемая технология восстановления речи, центральным звеном которой является биотехническая система управления движениями кисти, предусматривает различные движения кисти и пальцев рук, подлежащие тренировке, разнообразие методов, программ и параметров сигналов управления движениями [4]. Такое разнообразие средств обеспечивает персонафицированный подход к восстановительному лечению, к персонально ориентированной активации резервов организма на восстановление речи в зависимости от нозологического статуса пациента и состояния его двигательных и речевых функций. При персонафицированном подходе перед оператором возникает проблема многокритериального выбора параметров реабилитационного курса в зависимости от индивидуальных параметров нозологического статуса пациента. При этом параметры нозологического статуса являются динамическими величинами — соответственно и параметры процедур от сеанса к сеансу также могут

изменяться в течение одного курса реабилитации. Кроме того, при использовании технологии восстановления речи в лечебном учреждении возникает необходимость в быстром, эффективном приобретении и усвоении знаний о технологии, приобретении навыков по практической работе, что требует разработки новых методических рекомендаций по овладению предложенными методикой и технологией лечения.

Цель настоящей статьи: разработать структурно-функциональную модель персонифицированной биотехнической системы (ПБТС) восстановления речи (ВР) и определить структурную и функциональную взаимосвязь информационного компонента с другими компонентами системы

Достижение поставленной цели включает решение следующих задач:

— определить структуру, функциональное назначение, информационное наполнение и пути реализации входящих в систему компонентов (функциональных блоков);

— определить взаимосвязь между компонентами системы, преобразование и «упорядочение» информации, циркулирующей внутри компонентов и между компонентами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В работе использованы следующие методы:

— информационно-структурное и структурно-функциональное моделирование — для понимания структурно-функциональной организации рассматриваемой системы;

— унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language — UML) — для детализации особенностей алгоритмической и логической реализации операций, выполняемых информационным компонентом системы.

СТРУКТУРА И СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПБТС ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЧИ

Структурно-функциональную организацию биотехнической системы целенаправленного управления движениями кисти для восстановления речи будем рассматривать с точки зрения обобщенного представления о структуре и специфичности функционирования БТС. Под биотехнической системой понимают комплексную систему, включающую в себя объект (биосистемы разного уровня иерархии в норме и при патологии) исследования (диагностики) и/или управления (профилактики, лечения, реабилитации); оператора (исследователя или врача) и техническую подсистему, в том числе компьютер, объединенные единым алгоритмом функционирования [7, 8]. Специфика таких систем и сложность синтеза определяются не только сложностью и специфичностью объекта исследования и/или управления, но и сложностью и специфичностью взаимодействия человека с остальными компонентами системы.

Рассмотрим компоненты ПБТС ВР (рис.1).

Объект управления — пациент с нарушениями двигательных функций по типу правостороннего гемипареза и нарушениями речи по типу моторной афазии разной степени тяжести вследствие перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения. Специфика объекта управления рассматриваемой системы состоит в том, что оператор, по сути, взаимодействует с двумя объектами управления. Один — непосредственный. Это тонкая моторика кисти (мышечные сокращения кисти и пальцев). Второй, опосредованный, — речь (моторный компонент речи). Восстановление речи достигается на

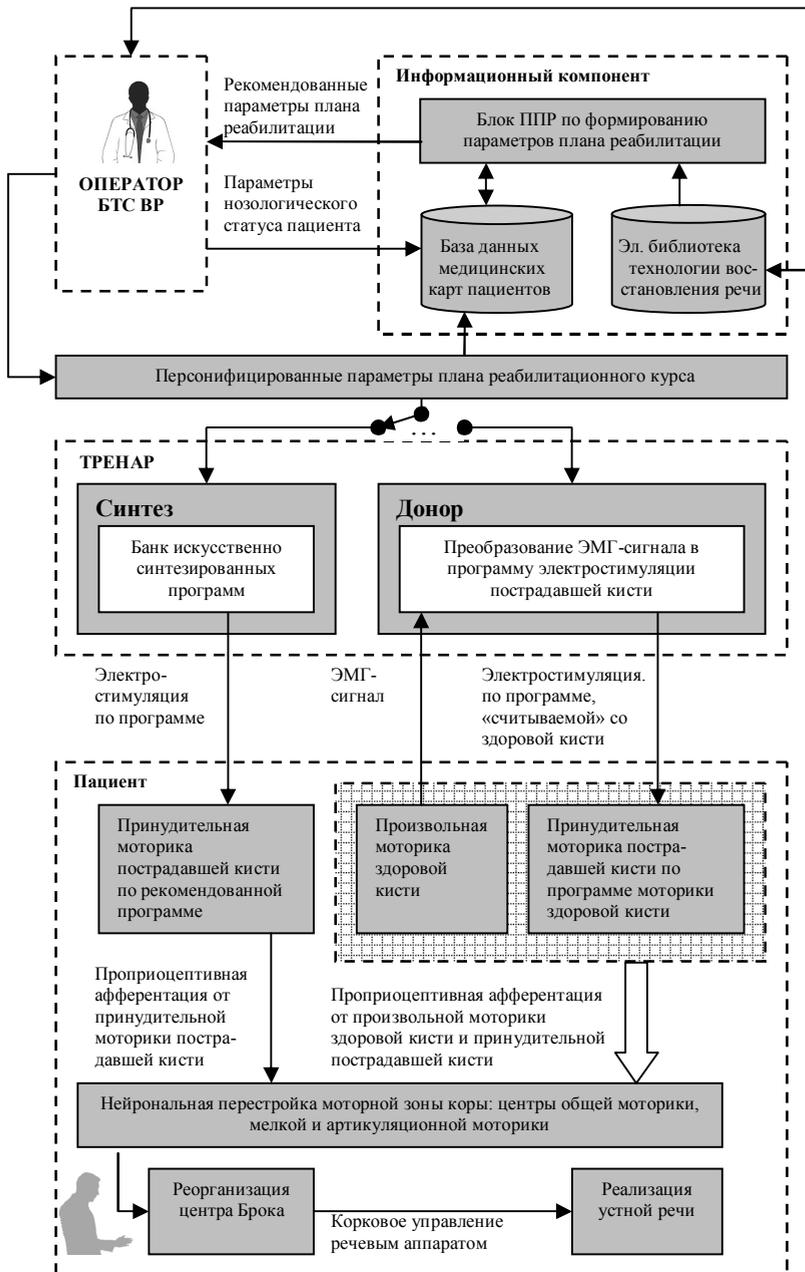


Рис. 1. Структурно-функциональная модель персонализированной биотехнической системы восстановления речи

основе реорганизации исполнительного звена центра Брока, осуществляющего корковое управление периферическим речевым аппаратом. Реорганизация центра Брока происходит под влиянием нейрональной перестройки моторной зоны коры, которая, в свою очередь, происходит благодаря ее активации под влиянием проприоцептивной афферентации при мышечных сокращениях кисти и пальцев пострадавшей и здоровой кисти.

Оператор системы, в роли которого может выступать врач-невропатолог, реабилитолог, младший медицинский персонал, — это лицо, отвечающее за назначение курса реабилитации и/или проведение процедур. Оператор является активным объединяющим звеном системы, который обеспечивает единый алгоритм функционирования технической подсистемы БТС и всей системы в целом.

Техническая подсистема состоит из двух элементов. Это аппаратно-программный комплекс управления движениями ТРЕНАР, задающий сигналы, под действием которых происходит целенаправленное управление движениями мелкой моторики пострадавшей кисти по разнообразным методам и программам [9], и персональный компьютер, на котором реализован специализированный программный модуль — информационный компонент технической подсистемы [10].

Информационный компонент, включаемый в техническую подсистему БТС ВР — это редуцированная консультативная экспертная система продукционного типа с использованием правил «если ... то ...», в которой объект управления представлен опосредованно через набор параметров, характеризующих нозологический статус пациента, в том числе состояние его двигательных и речевых функций.

Информационный компонент (программный модуль) ориентирован на выполнение следующих основных функций:

1) предоставление оператору информации по формированию персонализированных планов реабилитационных курсов — биологически и медицински верифицированный информационный продукт, который рекомендуется оператору для проведения тренировки движений кисти с возможностью корректировать процедуру тренировки на протяжении курса реабилитации (от сеанса к сеансу);

2) по запросу оператора предоставление информации о технологии, ее составных частях: функционировании аппаратно — программного комплекса ТРЕНАР при различных программах управления движениями, видах движений тонкой моторики кисти, топологии подведения управляющих сигналов к мышцам и др.;

3) предоставление оператору инструментария для ведения протокола лечебных мероприятий в реабилитационном курсе восстановления речи, хранения клинической информации, ее обработки и анализа.

Функциональность информационного компонента обеспечивается элементами: блоком поддержки принятия решений (ППР) по формированию параметров плана реабилитации, электронной библиотекой технологии восстановления речи, базой данных электронных медицинских карт пациентов.

АЛГОРИТМ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ПБТС ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЧИ

Рассматриваемый алгоритм состоит в следующем. Оператор ПБТС ВР, взаимодействуя с информационным компонентом, подает на вход системы начальные данные — диагноз и параметры нозологического статуса пациента, значимые для проведения курса восстановления речи: перечень сопутствующих заболеваний, глубина патологии движений и выраженность спастических процессов в поврежденной кисти, наличие нарушений когнитивной и эмоционально-волевой сфер [11]. Параметры нозологического статуса записываются в электронную медицинскую карту пациента. Далее при активном участии оператора управление информационным потоком передается в блок ППР по формированию параметров плана реабилитационного курса. В блоке ППР происходит анализ поступивших данных. С помощью хранящихся в электронной библиотеке знаний о методах и программах технологии управления движениями кисти для восстановления речи — верифицированного банка решенных задач, блок ППР формирует рекомендации по выбору параметров реабилитационного курса в целом и параметров отдельных процедур (рис. 1). Оператор, основываясь на рекомендованных параметрах плана реабилитации и собственном клиническом опыте, определяет персонифицированные параметры плана реабилитационного курса: количество сеансов тренировки в курсе реабилитации, длительность одного сеанса и тренировки одного движения в рамках сеанса, набор тренируемых движений, метод и программы тренировки для каждого движения. Другие параметры сеансов тренировки предоставляются оператору в виде гиперссылки на соответствующие разделы электронной библиотеки.

Персонифицированные параметры сохраняются в базе данных электронных медицинских карт пациентов и доступны в течение всего реабилитационного курса. В случае изменения нозологического статуса пациента в течение курса реабилитации персонифицированные параметры корректируются в соответствии с обновленными данными. Кооперация оператора с элементами информационного компонента осуществляется через графический интерфейс пользователя [10].

После определения персонифицированных параметров реабилитационного курса оператор обращается ко второму элементу технической подсистемы ПБТС ВР — аппаратно-программному комплексу ТРЕНАР. Рассмотрим набор тренировочных программ, информационные потоки и их преобразование в процессе поступления в моторную зоны коры головного мозга.

Программа «Синтез» — электростимуляция мышц поврежденной кисти по искусственно синтезированным программам. Результатом тренировки принудительной моторики пострадавшей кисти является проприоцептивная афферентация.

Программа «Донор» — электростимуляция мышц по программам, которые «считываются» с мышц здоровой кисти пациента при выполнении им симметричных тренируемым произвольных движений, и передаются

тренируемым мышцам поврежденной кисти в он-лайнном режиме. Пациент самостоятельно изменяет программу тренировки, осуществляет контроль ее выполнения. При этом информационный поток, идущий в поврежденную моторную зону коры головного мозга, состоит из проприоцептивных импульсов, как от произвольных сокращений-расслаблений мышц здоровой кисти, так и принудительных сокращений-расслаблений мышц поврежденной кисти.

Программа «Порог» — тренировка соотношения принудительно-произвольных сокращений по методу пороговой электростимуляции, направлена на увеличение вклада произвольной моторики. При этом проприоцептивная афферентация от произвольной моторики пострадавшей кисти предшествует проприоцептивной афферентации от принудительной моторики, подготавливая, таким образом, нейроны моторной коры к восприятию управляющих воздействий.

Программа «Биотренировка» — тренировка произвольных сокращений-расслаблений мышц пострадавшей кисти по методу биологической обратной связи с использованием электромиографического (ЭМГ) сигнала тренируемой мышцы, преобразованного в световые и звуковые информационные сигналы. При тренировке движений пострадавшей кисти по данной программе ключевые параметры мышечной активности (сила и скорость сокращения мышц), ранее недоступные сознанию, становятся доступными в виде зрительных и слуховых образов. А информационный поток, поступающий в центральную нервную систему, представляет собой афферентный синтез сигналов от проприоцептивной, слуховой, зрительной сенсорных систем. Это обеспечивает активацию дополнительных механизмов для нейрональной перестройки поврежденной моторной зоны коры головного мозга.

Отметим, что для упрощения на рис. 1 представлена функциональная взаимосвязь, формирование, преобразование и передача информационных потоков между компонентами ПБТС ВР только для двух программ тренировки: «Синтез» и «Донор».

Как было сказано выше, нейрональная перестройка моторной зоны коры способствует активации процесса реорганизации двигательного центра речи и восстановлению коркового управления периферическим речевым аппаратом для реализации речи.

Таким образом, из анализа структурно-функциональной модели ПБТС ВР, функциональной взаимосвязи компонентов системы, информационных потоков, циркулирующих внутри компонентов и между компонентами системы видно, что информационный компонент является ключевым звеном, обеспечивающим поддержку деятельности оператора по формированию единого алгоритма функционирования технической подсистемы и всей системы.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПОНЕНТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

Рассмотрим структуру, информационное наполнение и пути реализации элементов информационного компонента.

Электронная библиотека содержит упорядоченный фонд цифровых информационных объектов (в текстовом, графическом, видео и аудио-формате), которые несут информацию о методах технологии восстановления речи, и комплекс программных средств, реализующих функции обеспечения доступа к этому фонду, его обработки и хранения [12].

Информационно-структурная модель электронной библиотеки содержит два разнокачественных по содержанию раздела: технический и медицинский (рис. 2).



Рис. 2. Информационно-структурная модель электронной библиотеки программного модуля персонализированной биотехнической системы восстановления речи.

Модули технического раздела представляют собой электронные инструкции для ознакомления с работой аппаратов ТРЕНАР. В каждой инструкции представлена информация о назначении, технических и функциональных характеристиках аппарата, комплекте поставки, а также алгоритм подготовки аппарата к работе и алгоритмы функционирования по различным методам и программам. Алгоритмы представлены в виде пошаговой инструкции с обозначением органов управления и анимированной имитацией отклика аппарата на выполняемую последовательность операций.

Медицинский раздел представляет собой справочник по методикам наложения электродов для формирования различных движений тонкой моторики.

Каждый модуль содержит информацию о формировании одного движения: графическое и вербальное представление топологии наложения электродов; описание участвующих в формировании движения мышц, их

функции и иннервации; видео-демонстрация тренировки движения в реальных клинических условиях с аудио-комментарием.

Библиотека реализована в среде SwishMax по технологии flash-анимации — анимационного документа с расширением *.swf, состоящего из серии кадров, объединенных в одну или несколько сцен согласно сценарию раскадровки и расстановки ключевых кадров. Переход между сценами осуществляется оператором с помощью управляющих элементов — кнопок. Написание сценариев для автоматизации операций, выполняемых в командной строке SwishMax, осуществляется с помощью ActionScript 2.0. Видео-демонстрации реализованы с помощью программного обеспечения для многодорожечной записи, редактирования и монтажа видео и аудио потоков Sony Vegas 6.0.

Использование мультимедийных технологий для реализации модулей библиотеки способствует: стимулированию когнитивных аспектов обучения, таких как восприятие и осознание информации; повышению мотивации к обучению; интеграции информации за счет одновременного использования нескольких каналов восприятия; визуализации абстрактной информации за счет динамического представления процессов [13, 14].

Файлы модулей электронной библиотеки находятся в отдельной директории на сервере и доступны из программного модуля благодаря манипуляциям с каталогами и файлами DirectoryInfo и FileInfo библиотеки классов программной платформы NET.Framework. При добавлении оператором ПБТС ВР нового модуля в директорию информационный компонент распознает его расширение, полный путь к файлу и добавляет ссылку на него в список доступных модулей в интерфейсе пользователя. Таким образом, обеспечена открытая архитектура библиотеки.

Блок поддержки принятия решений. Вторым элементом информационного компонента, является блок поддержки принятия решений по формированию планов реабилитационного курса. Для отражения динамических аспектов поведения данного элемента и моделирования потоков управления при выполнении операций по выбору персонафицированных параметров плана реабилитационного курса разработана диаграмма функционирования блока по сценарию «Формирование плана реабилитационного курса» в нотации UML (рис. 3).

Обмен информационными потоками при выборе параметров плана реабилитационного курса осуществляется между оператором ИБТС ВР и сервером, на котором располагаются программные средства ППР. Оператор передает на сервер показатели нозологического статуса и запрашивает рекомендации. При запросе от оператора, управление переходит к классу *Algorithm*, реализующему алгоритм принятия решения по формированию плана реабилитации [11].

Вследствие влияния значений одних параметров курса реабилитации на другие анализ показателей нозологического статуса проводится последовательно.

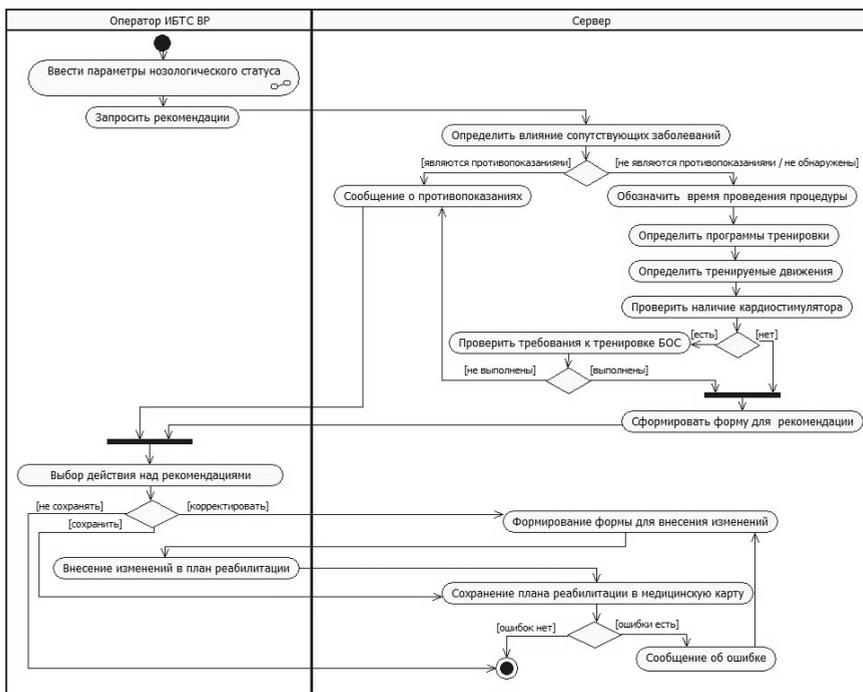


Рис. 3. Диаграмма реализации сценария «Формирование плана реабилитационного курса»

Первым определяется набор методов и программ тренировки движений кисти и пальцев, соответствующий текущему нозологическому статусу пациента, а затем определяются доступные при выбранных программах движения для тренировки. Последней операцией осуществляется проверка наличия кардиостимулятора. Отметим, что при наличии кардиостимулятора использование программной электростимуляции противопоказано. Однако, при проведении процедур тренировки движений на базе биологической обратной связи, наличие кардиостимулятора не является противопоказанием.

После анализа показателей нозологического статуса формируется пользовательское окно с рекомендациями. В рекомендации входят следующие параметры: количество процедур в одном курсе реабилитации, набор тренируемых движений, программы тренировки и длительность тренировки одного движения с разделением по дням. Параметры отображаются в виде гипертекста со ссылкой на соответствующие модули электронной библиотеки. При наличии противопоказаний к проведению процедур тренировки оператору выводится сообщение о невозможности проведения реабилитационного курса и показатели нозологического статуса, являющиеся причиной такого решения.

Далее оператору предлагаются несколько вариантов действий:

- не сохранять полученные рекомендации. В этом случае сценарий завершается и в медицинской карте пациента не происходит никаких изменений;

- сохранить рекомендации в медицинской карте пациента в качестве персонализированных параметров реабилитационного курса;

— изменить значения некоторых рекомендованных параметров и сохранить их в медицинской карте пациента в разделе «План реабилитационного курса».

На рис. 4 представлены примеры экранных форм «Параметры нозологического статуса» (1а) и «Параметры курса реабилитации» блока ППР (1б), а также фрагменты модулей электронной библиотеки: графическое представление топологии наложения электродов (2а), видео-демонстрация тренируемого движения (2б), функционирование технической подсистемы по программам «Синтез» с различными параметрами (2в, 2г). Реализация программного обеспечения блока ППР на языке C# осуществлялась в программной среде Visual Studio 2013.

База данных медицинских карт пациентов обеспечивает запись, «упорядочение» и хранение информации о пациенте [10]. В базе данных

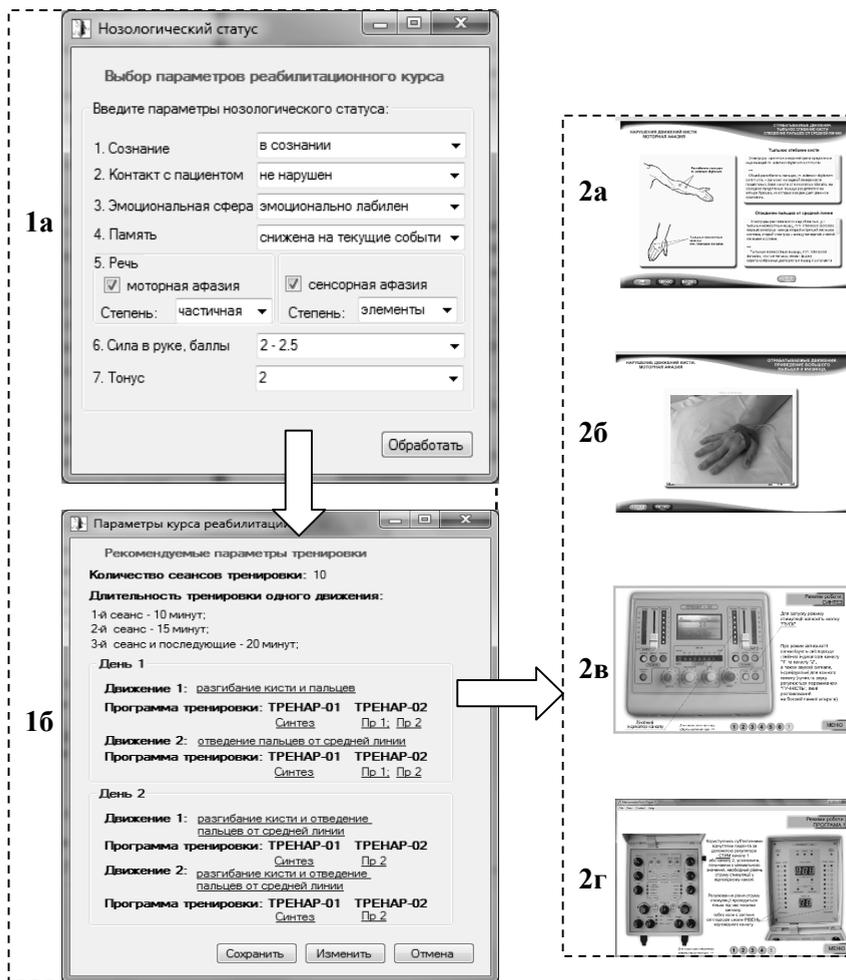


Рис. 4. Графический интерфейс блока поддержки принятия решений по выбору параметров плана реабилитации (1) и фрагменты модулей электронной библиотеки (2).

хранится информация, формализованная с помощью разработанных шаблонов. Оператор заполняет медицинскую карту пациента с помощью экранных форм (шаблонов), в редактируемые строки и поля которых вводятся числовые или текстовые данные. Последние выбираются, в основном, из списков предлагаемых значений, реже — в произвольной форме, в виде комментариев. Такой подход позволяет унифицировать протоколы ведения реабилитационных курсов по восстановлению речи, обеспечивает широкие возможности для анализа клинической информации и облегчает обмен информацией между операторами разных категорий и разных медицинских учреждений.

Выводы

1. Рассмотренная ПБТС ВР реализует информационную технологию персонифицированного управления движениями кисти для восстановления речи на базе компонента технической подсистемы — аппаратно-программного комплекса ТРЕНАР, а также информационную технологию поддержки деятельности оператора при управлении этими процессами на базе информационного компонента технической подсистемы — специализированного программного модуля.

2. Рассмотренная ПБТС ВР — это интеллектуальная система, в которой поддержка деятельности оператора происходит на основе знаний о технологии восстановления речи: функционировании аппаратно-программного комплекса во всем разнообразии предоставляемых методов, программ и параметров сигналов управления; движениях кисти и пальцев рук, подлежащих тренировке; мышцах и топологии подведения управляющих сигналов к мышцам для реализации движений.

3. ПБТС ВР — это логически «мыслящая» система, в которой поддержка деятельности оператора относительно персонифицированного подхода к выбору параметров реабилитационного курса в зависимости от индивидуальных параметров нозологического статуса пациента реализуется в программном модуле на основе редуцированной консультативной экспертной системы продукционного типа, в которой использован алгоритмический подход.

4. ПБТС ВР — это обучающая система, предоставляющая оператору возможность активного самостоятельного участия в усвоении знаний, умений, приобретении практических навыков по использованию технологии восстановления речи, возможность изучать методы, программы тренировок движений и т.д., и работать с ними в интерактивном режиме. Представление информации в аудио, видео и графическом формате позволяет использовать дополнительные резервы интенсификации обучения — образное мышление. Модульная архитектура построения образовательных ресурсов, реализованных на базе электронной библиотеки, предоставляет возможность добавлять информацию по мере накопления знаний по практическому применению технологии восстановления речи.

1. Семенова К.А. Детские церебральные параличи / А.К. Семенова. — М., «Медицина», 1968. — 259 с.
2. Данилова Л.А. Методы коррекции речевого и психического развития у детей с церебральным параличом / Л.А. Данилова. — Л.: Медицина, 1977. — 95 с.
3. Мищенко Т.С. Факторы риска и клинические особенности у больных с различными подтипами ишемического инсульта / Т.С. Мищенко, Н.В. Овсянникова, В.В. Лебединец // Международный медицинский журнал. — 2011. — Т. 17, № 3. — С. 27–32.
4. Вовк М.И. Информационная технология управления движениями кисти для восстановления моторного компонента речи / М.И. Вовк, Е.Б. Галян, Е.Н. Подопратора // Кибернетика и вычислительная техника. — 2013. — Вып.174 — С. 20–30.
5. Вовк М.И. Восстановление моторного компонента речи на базе управления мышечными движениями. Теоретическое обоснование / М. Вовк, Е. Галян // Кибернетика и вычисл. техника. — 2012. — Вып.167. — С. 51–60.
6. Вовк М.І, Галян Є.Б., Подопратора О.М. Спосіб лікування мовних порушень / Патент України на корисну модель № 95347 від 25.12.14. — Бюл. №24 від 25.12.14.
7. Антомонов Ю.Г. Функциональная нагрузка человека в структуре биотехнической системы / Ю.Г. Антомонов, А.Б. Котова // Кибернетика и вычислительная техника. — 1989. — Вып. 84. — С. 66–73.
8. Гриценко В.И., Вовк М.И., Котова А.Б., Козак Л.М. Информационные технологии в биологии и медицине: проблемы, задачи, достижения / В.И. Гриценко, М.И. Вовк, А.Б. Котова, Л.М. Козак // Український журнал медичної техніки і технології. — Київ. — 1999. — № 4. — С.5–13.
9. Вовк М.И. Биоинформационная технология управления движениями человека / Вовк М.И. // Кибернетика и вычислительная техника. — 2010. — Вып. 161. — С. 42–52.
10. Галян Е.Б. Информационный компонент технологии тренировки движений кисти для восстановления речи / Е.Б. Галян // Биомедицинская инженерия и электроника. — 2014. — № 2. — Режим доступа: www.es.rae.ru/biofbe/199-958 (дата обращения: 18.08.2014).
11. Галян Е.Б. Алгоритм выбора параметров тренировки движений кисти для восстановления речи / Е.Б. Галян // Біологічна та медична інформатика та кібернетика для системи охорони здоров'я-2014: матеріали щорічної школи-семінару. Київ, ФМШ Жукин, 23-28 червня 2014 р. — Київ: МННЦІТіС НАНУ, 2014. — С.73–75. — Режим доступа: http://www.irtc.org.ua/Inform/135_2014.pdf
12. Borgman C.L., Bates M.J., Cloonan M.V., Efthimiadis E.N., GillilandSwetland A.J., Kafai Y., Leazer G.L., Maddox A. Social aspects of digital libraries. Final Report to the National Science Foundation (1996) Los-Angeles UCLA. Feb 16–17. — Режим доступа: <http://is.gseis.ucla.edu/research/dl/index.html> (дата обращения: 20.09.2014)
13. Анисимова Н.С. Теоретические основы и методология использования мультимедийных технологий в обучении: дисс. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.02 / Н.С. Анисимова. — СПб., 2002. — 330 с.
14. Савченко Н.А. Использование мультимедиа-технологий в общем среднем образовании / Н.А. Савченко. — М.: РУДН, 2006. — Электронная версия: <http://www.ido.rudn.ru/nfk/mult/mult4.html>

PERSONALIZED BIOTECHNICAL SYSTEM TO RESTORE SPEECH

M.I. Vovk, Ye.B. Galyan

International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of National Academy of Sciences of Ukraine and Ministry of Education and Science of Ukraine

Introduction. In previous studies, we proposed a new method and technology to restore speech based on biotechnical system of hand movement control. To support operator's choice of personalized control actions we had to include the information component in the technical subsystem.

The purpose of this research is to develop the structural and functional model of personalized biotechnical system to restore speech, to determine functionality and relationship of the system components and to describe the structure, content and functions of the information component.

Methods. We used information and structural modeling, structural and functional modeling, Unified Modeling Language (UML).

Results. In this paper we present a structural and functional model of personalized biotechnical system of hand movement control to restore speech and define structure and functionality of its components. The functional relationships between the components of the system, transformation and orderliness of information circulating within and between components are described. We paid a particular attention to the information component. It provides support for the operator activity to choice personalized parameters of rehabilitation course and gives tools for operator's learning of technology to restore speech in online and for storage of clinical information. The structure of information component, its content and the realization in PC architecture are described. Peculiarities of algorithmic and logical implementation of operations performed by informational component are represented in the activity diagram of decision support block in UML notation. Elements of information component such as electronic library, decision support block, a database of medical records are realized using software Swish Max 4.0, Sony Vegas Pro 9.0, Visual Studio 2013.

Conclusions. Personalized biotechnical system to restore speech under consideration is an intellectual, logical thinking, teaching system due to information component that is included into its structure.

Keywords: personalized biotechnical system, speech restoring, information system, hand movement control, structural and functional model, decision support block.

1. Semenova K.A. *Cerebral Palsy*. M., «Meditsina», 1968. 259 p. (in Russian).
2. Danilova L.A. *Correction methods for speech and mental development in children with cerebral palsy*, L.: «Meditsina», 1977. 95 p. (in Russian).
3. Mishchenko T.S. Risk factors and clinical features of patients with different subtypes of ischemic stroke. *International medical journal*. 2011, vol. 17, no 3, pp. 27–32. (in Russian).
4. Vovk M.I., Galyan Ye.B., Podoprigora Ye.N. Information technology for movement control of the hand used to restore the motor component of speech. *Cybernetics and Computer Engineering*, 2014, no 175, pp.20–30. (in Russian).

5. Vovk M.I., Galyan Ye.B. Restoring of motor component of speech based on muscle movement control. Theoretical grounding. *Cybernetics and Computer Engineering*, 2012, no 167, pp.51–60. (in Russian).
6. Vovk M.I., Galyan Ye.B., Podoprighora Ye.N. Method for the treatment of speech disorders / Ukraine patent for utility model № 95347. Bul. No 24. 25.12.14. (in Ukrainian).
7. Antomonov Yu. G., Kotova A. B. Functional load of human in the structure of biotechnical system. *Cybernetics and Computer Engineering*, 1989, no. 84, pp. 66–73. (in Russian).
8. Gritsenko V.I., Kotova A.B., Vovk M.I., Kozak L.M. *Information technology in biology and medicine. Lectures: Tutorial*. Kyiv: Nauk. Dumka, 2007. 381 p. (in Russian).
9. Vovk M.I. Bioinformation technology of motor control of a person. *Cybernetics and Computer Engineering*, 2010, no. 161, pp. 42–52. (in Russian).
10. Galyan Ye.B. The information component of hand movements training technology for speech restoration. *Biomedical Engineering and Electronics*, 2014, no 2. Available at: www.es.rae.ru/biofbe/199-958 (date: 18.08.2014) (in Russian).
11. Galyan Ye.B. Algorithm of parameter selection for hand movement training to restore speech. *Biological and Medical Informatics and Cybernetic for Health Care: materials of annual science and technology seminar PMS Zhukin*, 18–22 June 2012. K: Acad. of Sciences of Ukraine, ITRC of IT and S, 2014. — available at http://www.irtc.org.ua/Inform/135_2014.pdf (in Russian).
12. Borgman C.L., Bates M.J., Cloonan M.V., Efthimiadis E.N., GillilandSwetland A.J., Kafai Y., Leazer G.L., Maddox A. Social aspects of digital libraries. Final Report to the National Science Foundation (1996) Los Angeles UCLA. Feb 16–17. — available at: <http://is.gseis.ucla.edu/research/dl/index.html> (date: 20.09.2014) (in Russian).
13. Anisimova N.S. Theoretical basis and methodology of use of multimedia technology in teaching: thesis. ... Doctor of Education: speciality 13.00.02, St. Petersburg, 2002. 330 p. (in Russian).
14. Savchenko N.A. Using the multimedia technologies in general secondary education. M.: RUDN, 2006. Available at: <http://www.ido.rudn.ru/nfk/mult/mult4.html> (in Russian).

Получено 05.12.2014