

Роль языка описания при комплексном анализе сложных систем

И.П.Лукашевич

*Институт проблем передачи информации РАН
101447, Москва, Большой Каретный переулок, 19, Россия*

Поступила в редколлегию 16.01.2002

Аннотация—С учетом слабоформализованного характера медицинской информации проведена работа по созданию методов вербализации интуитивных профессиональных знаний, разработке универсального базового языка и методов структурной организации информации, которые позволяют унифицировать способ представления знаний и проводить комплексный анализ клинических данных; сократить перебор при поиске содержательных корреляций; ускорить процесс получения новых знаний и выдвижения новых гипотез; ускорить процесс передачи знаний; автоматизировать процесс принятия решения.

Разработанные автором методы работы с экспертами позволяют с разной степенью полноты решить поставленные выше задачи. Приведены примеры решения практически важных задач в областях знаний, связанных с изучением высшей нервной деятельности человека: неврологии, ЭЭГ и нейропсихологии.

1. ВВЕДЕНИЕ

Живые системы относятся к сложным системам, а высшая нервная деятельность человека (ВНД), и в первую очередь речевая, является наиболее сложной из всех видов деятельности. Ее исследование связано с разными областями знаний: неврологией, нейропсихологией, психологией, логопедией, электроэнцефалографией и др. При этом в каждом случае используется свой язык описания, не всегда понятный специалистам смежных областей, что затрудняет обмен информацией и сопоставление данных.

Для изучения ВНД, учитывая ее сложность и многофакторность, необходимо найти язык описания с базовыми элементами, общими для разных областей знаний, исследующих этот вид деятельности.

Такой язык описания был разработан в результате взаимодействия с экспертами разных специальностей. При этом были использованы невербализованные знания, которые представляют собой опыт и интуицию высококвалифицированных специалистов.

Общий подход при изучении ВНД позволил проводить комплексный анализ знаний и решать медицинские и научные задачи, которые в рамках узкой специальности имеют неэффективное решение.

К таким задачам относятся, в первую очередь, дифференциальная диагностика, задачи прогноза и классификации, выявление патогенетических механизмов нарушения функций мозга и его отдельных структур.

С учетом слабоформализованного характера медицинской информации были выделены три основные направления исследований для решения поставленных задач:

- создание методов вербализации интуитивных профессиональных знаний для того, чтобы наиболее ценная часть знаний стала доступна широкому кругу специалистов;
- разработка универсального базового языка представления информации, приемлемого не только для узких специалистов, но понятного, так же, специалистам смежных областей, что позволяет более эффективно обмениваться знаниями;

- разработка методов структурной организации и представления слабоформализованной информации, которые позволили бы: унифицировать способ представления знаний; максимально сократить объем сообщения, повысив при этом его информативность; сократить перебор при поиске содержательных корреляций для ускорения процесса получения новых знаний и выдвижения новых гипотез; ускорить процесс передачи знаний; автоматизировать процесс принятия решения.

Разработанные автором методы работы с экспертами позволяют вербализовать интуитивные профессиональные знания, использовать их для организации и структурирования информации, расширить возможности информационного взаимодействия между разными специалистами и с разной степенью полноты решить поставленные выше задачи.

2. СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Исследование общих вопросов было проведено на примере решения практически важных задач в областях знаний, связанных с изучением высшей нервной деятельности человека. Эти задачи, помимо их значения для фундаментальных исследований мозга человека и практического значения для медицины, оказались удобными для отработки метода структурной организации информации.

Структурная организация — это способ представления информации в виде небольшого числа блоков (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Структурирование информации проводилось на двух уровнях. На первом уровне, проведенная по специальной методике работа с группой экспертов позволила выявить эти блоки 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.

На втором уровне проводился отбор признаков в блоки и структурная организация пространства признаков внутри каждого блока с учетом экспертных заключений и общепринятых представлений [1].

Использование единого принципа структуризации данных позволило разработать схемы представления результатов неврологического, электроэнцефалографического, нейропсихологического, психологического и логопедического обследований, идентичные по способу организации информации. Подробно принципы построения структурных схем были рассмотрены в наших работах [2],[3], поэтому приведем только краткое изложение их основных характеристик на примере ЭЭГ.

Структурный анализ ЭЭГ [3] строился на распределении признаков, выделяемых при визуальной оценке электроэнцефалограммы, по блокам, характеризующим: состояние ритмогенных систем коры головного мозга; диффузные (общемозговые) отклонения электрической активности (ЭА); локальные отклонения ЭА, включая локальные индуцированные изменения; состояние глубинных регуляторных структур разных уровней. Внутри каждого блока информация представляется в двух видах: в виде переменных — ЭЭГ-феноменов, их локализации и реакции на внешние воздействия, и функций, являющихся выводами из анализа переменных и требующих дополнительных знаний и аргументации. К функциям относятся характер и выраженность изменений электрической активности, а также состояние возрастной зрелости структур мозга.

Разработанная схема представления данных электроэнцефалографического обследования может быть использована для решения любых задач, связанных с визуальным анализом ЭА мозга, поскольку ее построение не зависело от конкретных постановок. К достоинствам схемы следует отнести: полноту на современном уровне знаний с возможностью добавления новой информации без изменения структуры; компактность; автоматическое формирование заключения, представляющего из себя совокупность функций по всем блокам. Структурированная таким способом ЭЭГ-информация, включающая определения и аргументацию для оценки функций, представляет собой базу знаний в области

электроэнцефалографии и может быть использована: для оценки функционального состояния мозга и его отдельных структур у детей и взрослых в условиях неврологического стационара, поликлиники, диагностического центра, в исследовательских целях, а также для обучения и повышения квалификации специалистов в области клинической электроэнцефалографии.

Структурный подход был использован нами для создания автоматизированной системы “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”, которая успешно применяется на практике при ЭЭГ-исследованиях в ряде медицинских учреждений и в научно-исследовательских институтах Москвы и других городов РФ и СНГ [3].

При выполнении большого объема текущей работы использование “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ” позволяет специалистам не только сократить время, необходимое для описания и заключения, но также исключить субъективизм и сделать это описание максимально полным и понятным специалистам смежных специальностей.

В основе идентичного представления информации в виде структурных блоков, описывающих состояние мозга в разных областях знаний, лежит общий принцип топической диагностики: описание исследуемых систем головного мозга, определение функций, которые выполняют эти системы, и симптомов, характеризующих нарушение этих функций.

Структурирование клинической информации с использованием вышеизложенных принципов и комплексный анализ позволили нам выдвинуть новые гипотезы и получить новые результаты при решении медицинских задач там, где другие подходы оказались неэффективными, несмотря на большой интерес исследователей.

3. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1. Крупноблочное сопоставление результатов неврологического, нейропсихологического и электроэнцефалографического исследований дало возможность без помощи перебора и громоздкого статистического анализа определить диагностические и прогностические критерии при восстановлении двигательной активности и речевых функций у больных, перенесших ишемический инсульт, а также исследовать влияние повреждения афферентных подкорковых проводящих путей на электрическую активность коры головного мозга и на состояние речевых функций [4],[5],[6],[7].

Задача исследования состояла в сопоставлении динамики изменения ЭЭГ с неврологическими, нейропсихологическими данными, а также с результатами компьютерной (КТ) и эмиссионной компьютерной (ЭКТ) томографии больных с последствиями ишемического инсульта в период нейрореабилитации.

Для этого было проведено комплексное обследование 23 больных в возрасте от 17 до 60 лет с нарушением кровообращения в бассейне средней мозговой артерии левого полушария, находившихся под наблюдением от 3 до 11 лет. У всех больных диагностировано нарушение речи в сочетании с правосторонним гемипарезом. Вся информация была представлена с помощью структурных схем.

Анализ результатов клинического обследования свидетельствовал о преимущественном поражении проводящих путей, при котором кора больших полушарий пострадала вторично.

Совместное рассмотрение данных неврологического, ЭЭГ, КТ и ЭКТ обследования в процессе нейрореабилитации показало, что поражение проводящих путей между корой и подкорковыми структурами сопровождалось локальными изменениями ЭА коры в виде полиморфных волн тета-, дельта-диапазонов и групп тета колебаний. При этом характер медленноволновых колебаний определялся площадью поражения и степенью снижения кровоснабжения в области поражения. Уменьшение очага поражения и улучшение кровообращения в процессе восстановления приводило к замене медленной полиморфной активности на острые волны альфа и тета-диапазонов, которые могут рассматриваться как резидуальные.

Сравнение степени выраженности гемипареза с характером и локализацией изменений ЭА показало, что полиморфные медленные колебания, а также локальные изменения ЭА в задних отделах

коры независимо от их характера, являются для больных с ишемическим инсультом неблагоприятным прогностическим признаком при восстановлении двигательной функции.

Таким образом, трудности нейрореабилитации определялась не только выраженностью ишемического поражения, но и его локализацией.

Сопоставление локальных изменений ЭА с выраженностью нарушений речи показало, что независимо от формы афазии, грубые нарушения всегда сопровождалось полиморфными тета, дельта-колебаниями на ЭЭГ, указывающими на обширность поражения и значительное снижение кровообращения.

С другой стороны, при выявлении на ЭЭГ менее грубых, резидуальных локальных изменений речевые нарушения были незначительными. Если медленноволновая полиморфная активность в процессе лечения менялась на резидуальную, то наблюдалась положительная динамика, а если сохранялась, то улучшения речи практически не происходило.

Поскольку сопоставление возраста и давности ишемического инсульта с динамикой восстановления речевых функций корреляций не выявило, можно сделать вывод, что положительный прогноз зависит, главным образом, от улучшения кровообращения и функционального состояния соответствующих структур мозга, о чем можно судить по характеру локальных изменений электрической активности на ЭЭГ.

Сравнение ЭЭГ-данных и результатов нейропсихологического обследования позволило выявить ведущую форму афазии для случаев сочетанного нарушения. У 12 из 23 исследованных больных имели место одновременно динамическая и семантическая афазии выраженной степени независимо от локализации очага поражения на ЭЭГ. Было замечено, что локальные изменения ЭА в лобноцентральных и передневисочных отделах у всех больных сопровождалось нарушением высших психических функций (ВПФ), свидетельствующих о массивном поражении лобных долей, а изменения на ЭЭГ в задневисочных и теменновисочных отделах — расстройствами ВПФ, указывающими на дисфункцию гностических функций. Тогда в первом случае можно говорить о том, что динамическая афазия является ведущей, а во втором — о ее вторичности по отношению к семантической афазии. Причиной наличия двух этих афазий одновременно могут служить ассоциативные связи в коре мозга. Возможность выявления ведущей формы нарушения чрезвычайно важна в практике для выбора правильного направления коррекции.

Кроме того, предложенный подход позволил уточнить роль афферентных подкорковых путей в осуществлении вербальных функций. Полученные данные подтвердили положение о том, что третичные поля задних отделов левого полушария кроме корково-корковых имеют также и подкорково-корковые связи; показали, что поражение афферентных подкорковых путей, приводящее к дисфункции одного из ассоциативных комплексов, влечет за собой дисфункцию другого; выявили морфофункциональную неоднородность заднего ассоциативного комплекса.

2. Комплексное обследование больных заиканием с использованием разработанных схем позволило выдвинуть новую гипотезу о патогенетическом механизме синдрома заикания, в основе которого лежит нарушение деятельности гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового комплекса в результате стресса, объяснить специфические особенности этого заболевания, а также построить патогенетическую классификацию [8],[9].

Заиканием страдает примерно 1,5-2% населения, возникает оно, как правило, в возрасте от 2 до 5 лет, преимущественно у мальчиков. Однако, выделение основных причин и структур центральной нервной системы, поражение которых приводит к заиканию, до сих пор вызывает затруднения, что снижает эффективность лечения, а рецидивы возможны на протяжении всей жизни.

Было проведено комплексное клиническое обследование 33 больных в возрасте от 15 до 30 лет, из них 8 женщин и 25 мужчин. Вся информация (неврологическая, нейропсихологическая, психологическая и ЭЭГ-данные) была представлена с помощью структурных схем. Особое внимание при исследовании больных было уделено анализу ЭЭГ, поскольку именно этот метод указывает на функ-

циональное состояние структур и систем мозга. В результате у 95% больных были выявлены признаки характерные для дизэнцефального синдрома, формирующегося при поражении гипоталамуса (Латаш Л.П.). К этим признакам относятся генерализованные вспышки монофазных или двухфазных острых волн альфа-диапазона, а также веретенообразные группы альфа и бета-колебаний.

Эти данные были подтверждены результатами неврологического обследования. Основными симптомами отмеченными у всех больных были множественные вегетативные нарушения разной степени тяжести, а также недостаточность тех черепномозговых нервов, в состав которых входят вегетативные волокна: III-IV-VI, VII и IX-X пары. Напомним, что интеграция вегетативной регуляции осуществляется на уровне гипоталамуса.

Нейропсихологические и психологические исследования показали, что у больных с заиканием, в первую очередь, страдают структуры мозга связанные с эмоционально-аффективной сферой, а также имеется ряд признаков, которые свидетельствуют о заинтересованности гипоталамуса.

Поскольку практически во всех случаях начало заикания связано с испугом, психотравмой, высокой температурой, то с учетом приведенных данных, было сделано предположение, что главной причиной заболевания является стресс и его последствия. Заметим, что общие адаптационные реакции организма на стресс неспецифичны, а основной регуляторной системой, обеспечивающей адаптацию в условиях стресса является гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковый комплекс [10]. Известно, что в первую очередь поражаются функциональные системы, которые имеют генетическую или приобретенную предрасположенность, а у детей уязвимы, также, активно развивающиеся в данный момент структуры. На возраст от 2 до 5 лет приходится, в частности, развитие фразовой речи и артикуляционного аппарата, а также симпатoadреналовой системы, а у мальчиков под влиянием гормонов надпочечников находится IX-X пара ЧМН, что является дополнительным фактором риска.

Дальнейший анализ ЭЭГ-данных показал, что хотя практически у всех больных отмечена дисфункция дизэнцефальных отделов, характер электрической активности (ЭА) различался. Были выделены две группы больных.

I группа — с пароксизмальным характером изменений ЭА дизэнцефального генеза; ГВ усиливала генерализованные изменения ЭА вплоть до пароксизмальных разрядов; альфа-ритм, как правило, заостренный, амплитуда выше 70 мкВ, частота в половине случаев достигала 12 кол/с.

II группа — изменения ЭА дизэнцефального генеза не носили пароксизмальный характер; ГВ, как правило, не влияла на изменения ЭА; амплитуда альфа-ритма более чем в половине случаев около 40 мкВ либо альфа-ритм появлялся после функциональной нагрузки, частота не превышала 10 кол/с.

Такое распределение по группам нашло свое подтверждение при сопоставлении с другими данными. Анализ комплекса клинических данных показал, что у больных I группы более благополучный анамнез, заболевание началось в результате одноразового испуга, что вместе с характером ЭЭГ указывает на недостаточность преимущественно передних отделов гипоталамуса (парасимпатическая система).

У больных II группы анамнез отягощен, в первую очередь, по линии наследственности, заболевание началось на фоне длительной психотравмы, более выражена вегетативная симптоматика и изменения в эмоционально-аффективной сфере, что указывает на большую невротизацию. Ряд признаков, в том числе и ЭЭГ-данные, позволяют предположить преимущественную недостаточность задних отделов гипоталамуса (симпатическая система).

Таким образом, комплексный анализ структурированной клинической информации позволил: выдвинуть новую научную гипотезу о том, что важной частью патогенетического механизма заикания следует считать нарушение деятельности гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового комплекса в результате стресса; объяснить возрастную и половую специфичность синдрома заикания особенностями развития и функционирования симпатoadреналовой системы; выделить две формы заикания, различные по патогенезу и выраженности невротической симптоматики.

3. Комплексный анализ результатов обследования детей с общим недоразвитием речи позволил нам провести нейрофизиологическую классификацию, в основе которой лежат левополушарные и правополушарные очаговые изменения, и показать роль правого полушария при формировании речи, памяти и психоэмоциональной сферы у этих детей [11].

Отметим, что процесс формирования ВПФ у детей изучен недостаточно из-за трудности дифференцирования возрастных норм от отставания в развитии.

Было обследовано 25 детей, из них 6 девочек и 19 мальчиков в возрасте от 3,5 до 5,5 лет. Всем детям было проведено неврологическое, нейропсихологическое, электроэнцефалографическое (ЭЭГ) обследование. Детский психиатр с помощью экспертной оценки давал заключение о психоэмоциональном состоянии ребенка. У 11-ти детей с помощью ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) было исследовано состояние сосудов головного мозга.

Для проведения углубленного комплексного анализа все данные были представлены с помощью структурно-организационных схем, в основе которых лежит принцип топической диагностики. Такой общий подход ко всем видам исследования мозга позволил получить данные о некоторых патогенетических механизмах нарушения речи и поведения детей с общим недоразвитием речи.

По результатам ЭЭГ-обследования были выделены две группы. I группу составили дети с локальными изменениями электрической активности (ЭА) в левом полушарии мозга. При этом локализация очагов определялась преимущественно в теменных и центрально-теменных отделах, а в 55% случаев были отмечены изменения ЭА диэнцефального генеза.

Для детей I группы оказались характерными такие факторы риска как угроза прерывания беременности и преждевременные роды (66% случаев) и роды со стимуляцией или механическим выдавливанием (60%). Среди других признаков, свойственных, главным образом, этой группе, следует отметить недостаточность вегетативной нервной системы (90% случаев), нарушения ВПФ и речи, связанные с прецентрными отделами мозга (65%), а также преимущественное поражение левой внутренней сонной артерии.

II группу составили дети с локальными изменениями ЭА в правом полушарии, в основном в затылочных областях мозга (80% случаев). Дети в этой группе, как правило, перенесли асфиксию (65% случаев) или срочное кесарево сечение (40% детей), имеют признаки гипертензионного синдрома (70% детей), нарушения ВПФ и памяти, связанные с затылочными и височно-теменно-затылочными (зона ТРО) отделами мозга (65% и 90% случаев соответственно), а также снижение кровообращения в каротидных артериях, больше выраженное в правом полушарии.

В целом, дети во II группе по всем изученным параметрам оказались более тяжелыми и хуже поддавались лечению и коррекции, чем дети I группы.

Анализ данных позволил предположить, что выявленные особенности топографии ЛИЭА связаны с характером осложнений беременности и родов и их последствий, а также с нарушениями развития отделов мозга в эмбриогенезе. Показана связь этих изменений с особенностями эмбриогенеза, а также с осложнениями беременности и родов. Выявлены более выраженные нарушения ВПФ и поведения, а также трудности их коррекции, у детей с правополушарными очагами на ЭЭГ. Показана роль гностических функций правого полушария при формировании речи и памяти у детей.

Эти наблюдения позволяют предположить, что дисфункция гностических функций правого полушария оказывает влияние не только на процесс непосредственного запоминания, но также и на формирование слухоречевой и номинативной памяти. Такое предположение кажется естественным, поскольку развитие памяти опирается на восприятие окружающего мира, т.е. на функции, которые у детей, согласно литературным данным, являются специфически правополушарными [12].

Таким образом, комплексное обследование детей с общим недоразвитием речи позволило выявить две группы детей с левополушарными и правополушарными локальными изменениями ЭА на ЭЭГ и

показать связь этих изменений с особенностями нарушения кровоснабжения при родовых осложнениях и сроками нарушения развития соответствующих структур мозга в эмбриогенезе и онтогенезе.

Сравнение результатов нейропсихологического обследования в двух группах показало, что в формировании речи принимают участие все отделы коры мозга как левого, так и правого полушария.

Формирование и реализация автоматизированных речевых рядов является функцией правого полушария.

Сохранность гностических функций правого полушария и, в первую очередь, пространственной организации восприятия и движений являются необходимым фактором развития слухоречевой и номинативной памяти.

Анализ психоэмоционального состояния детей проводился с учетом приведенного выше разделения на группы. Психоэмоциональное состояние ребенка оценивалось по его поведению и способности адаптироваться к окружающей социальной среде. О поведении судили по характеру эмоционального фона и эмоционального реагирования.

Оценки функционального состояния структур мозга, связанных с формированием эмоционально-аффективной сферы и контролем за реализацией эмоциональных реакций, были получены по данным нейропсихологического обследования. Распределение этих оценок по группам детей показало, что нарушение психоэмоционального состояния у детей I группы определяется преимущественно дисфункцией гипоталамуса. Это наблюдение согласуется с неврологическими данными о недостаточности вегетативной нервной системы и изменениями ЭА диэнцефального генеза в группе детей с левосторонними очагами.

Нарушения психического состояния детей II группы оказались связанными с недостаточностью медиобазальных отделов мозга, а также префронтальных лобных и стволовых отделов, осуществляющих функции регуляции и контроля психической активности.

Таким образом, характер психоэмоциональных нарушений ребенка зависит как от стороны очаговых нарушений, так и от дисфункции определенных отделов мозга.

Отсюда следует, что при коррекции психоэмоциональной сферы детей необходимо опираться на нейрофизиологические данные.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что опыт нашей работы с экспертами других специальностей показал, что представление информации с помощью структурного подхода, который приводит к выявлению систем, изучаемых в данной предметной области, определению функций, которые выполняют эти системы, и симптомов, характеризующих нарушение этих функций, позволяет не только более эффективно взаимодействовать экспертам разных специальностей, но и с меньшими затратами времени и сил обучать молодых специалистов.

Поэтому, с нашей точки зрения, такой подход может быть использован и в других областях знаний и, в первую очередь, в медицине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. и др. 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., Фишман М.Н. Автоматизированная диагностическая система “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”. *Медицинская техника*, 1999, № 6, стр. 29–34.

4. Лукашевич И.П., Шкловский В.М., Куркова К.С., Мачинская Р.И., Серова Г.Г., Аكوпова Н.В. Влияние поражения подкорковых проводящих путей на электрическую активность коры головного мозга человека. *Журнал выш. нервн. деят. им. акад. И.П.Павлова*, 1998, № 2, стр. 206–212.
5. Лукашевич И.П., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Влияние афферентных подкорковых проводящих путей на состояние речевых функций. *Журнал выш. нервн. деят. им. ак. И.П. Павлова*, 1999, т. 49, № 2, стр. 227–233.
6. Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Куркова К.С. и др. Возможности электрофизиологической диагностики для оценки выраженности поражения и последствий ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*, 1999, № 8, стр. 28–30.
7. Шкловский В.М., Шипкова К.М., Лукашевич И.П. Прогностические и диагностические критерии коррекции речи у больных с последствиями ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова*, 1999, № 11, стр. 13–17.
8. Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Воробьева Е.В., Никитина Ю.В., Полякова Е.Б. Патогенетические механизмы заикания. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*, 2000, № 4, стр. 50–53.
9. Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И. и др. Патогенетическая классификация заикания. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*, 2000, № 8, стр. 67–69.
10. Судаков К.В. *Системный механизм эмоционального стресса*. М., 1981. 229 с.
11. Шкловский В.М., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Данилов А.В., Печева С.А., Фридман Т.В., Шипкова К.М. Некоторые патогенетические механизмы нарушения развития речи у детей. *Дефектология*, 2001, № 2, стр. 20–28.
12. Симерницкая Э.Г. *Мозг человека и психические процессы в онтогенезе*. М.: Из-во МГУ, 1985, 200 с.

Статью представил к публикации член редколлегии В.А. Любецкий