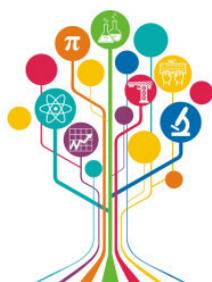


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ

Том 3. Математика

Сборник научных трудов

XVI Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

23–26 апреля 2019 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 3. Mathematics

Abstracts

XVI International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 23–26, 2019



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



Томск 2019

**К СОЗДАНИЮ ПРИКЛАДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ
КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ ПАЦИЕНТОВ С НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ**

В.Б. Обуховская^{1,2}

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Е. Янковская^{1,3}, профессор, д.п.н. Э.И. Мещерякова¹

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

²Сибирский государственный медицинский университет,

Россия, г. Томск, Московский тракт, 2, 634050

³Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: diada1991@gmail.com, ayyankov@gmail.com, mei22@mail.ru

**TO THE CREATION OF APPLIED INTELLIGENT SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF COGNITIVE
SPHERE OF PATIENTS WITH NEUROLOGICAL DISORDERS**

V.B. Obukhovskaya^{1,2}

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.E. Yankovskaya^{1,3}, Prof., Dr. E.I. Mescheryakova¹

¹National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

²Siberian Medical University, Russia, Tomsk, Moskovskiy tr., 2, 634050

³State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: diada1991@gmail.com, mei22@mail.ru, ayyankov@gmail.com

Abstract. *The publication is devoted to the creation of an applied intelligent diagnostic system of the cognitive sphere for patients with neurological pathology (IS DIAKOS.) The applied IS DIAKOS is constructed on the basis of the intelligent instrumental tool IMSLOG and is based on test methods of the pattern recognition, fault-tolerant mixed diagnostic tests. The application of the applied IS DIAKOS will allow: to reveal various kinds of regularities in the cognitive sphere of patients; make diagnostic decisions and justify them using graphical, including cognitive, tools. The above mentioned is of great importance for the prediction of rehabilitation activities.*

Введение. Не вызывает сомнения необходимость создания интеллектуальных систем (ИС) в области медицины, психологии, биологии, экобиомедицины и др. Актуальность создания и применения прикладной ИС диагностики когнитивной сферы (ДИАКОС) связана с тем, что около 10% населения планеты старше 60 лет подвержены физическим и когнитивным нарушениям, большинство из которых страдает неврологическими болезнями и заболеваниями, осложнёнными неврологической патологией [1, 2].

Когнитивные нарушения в контексте неврологической патологии на настоящий момент являются одними из социально-значимых проблем, поскольку представляют опасность как для социальной, так и для экономической стабильности современного общества. Особенно актуальна разработка прикладной ИС диагностики в связи с тем, что большинство людей не осознаёт подверженность этим нарушениям. Настоятельная необходимость своевременного и быстрого принятия диагностических решений, а также обоснования этих решений с использованием графических, включая когнитивные, средств, определяет целесообразность применения ИС для выявления людей группы риска, подверженных возникновению когнитивных нарушений и дефицитов.

Матричное представление данных и знаний в прикладной ИС ДИАКОС. Прикладная ИС ДИАКОС основана на матричной модели представления данных и знаний, включающей целочисленную матрицу описаний Q и матрицу различений R [3], в целях построения которых проведена нами структуризация данных и знаний. Строки матрицы Q сопоставлены обучающим объектам (пациентам с неврологической патологией – болезнью Паркинсона, рассеянный склероз, остеохондроз позвоночника, последствия инсульта, головокружения и нарушения устойчивости). Столбцы матрицы Q сопоставлены характеристическим признакам (ХП) когнитивной сферы.

Элемент q_{ij} матрицы Q задает значение j -го признака для i -го объекта. Если значение признака несущественно для объекта, то данный факт отмечается прочерком ("–") в соответствующем элементе матрицы Q . Для каждого признака z_j , $j=\{1,2,\dots, m\}$ задается либо интервалы изменения его значений, либо целочисленное значение. Строки матрицы R сопоставлены строкам матрицы Q , столбцы – классификационным признакам (КП), разбивающим обучающие объекты на классы эквивалентности [4]. Множество всех неповторяющихся строк матрицы различений сопоставлено множеству выделенных образов, представленных одностолбцовой матрицей R' , элементами которой являются номера образов. Отметим, что данная модель позволяет представлять не только данные, но и знания экспертов, поскольку одной строкой матрицы Q можно задавать в интервальной форме (с использованием значения прочерк "–") подмножество объектов, для которых характерно одно и то же итоговое решение, задаваемое соответствующей строкой матрицы R .

Согласно вышеприведенной матричной модели осуществлена структуризация данных и знаний в области клинической психологии. Строки матрицы Q представляют собой различные комбинации значений целочисленных ХП. Предлагается преобразование символьных характеристических признаков в целочисленные. В число ХП входят ХП: $z1-z5$ – ориентировка во времени (5 целочисленных признаков); $z6-z10$ – ориентировка в месте/пространстве (5 целочисленных признаков); $z11- z13$ – гнозис (3 целочисленных признака); $z14- z18$ – внимание и счет (5 целочисленных признаков); $z19-z21$ – память (3 целочисленных признака); $z22-z24$ – речь (3 символьных признака); $z25-27$ – последовательность выполнения действий (3 целочисленных признака); $z28-z29$ – чтение (2 символьных признака); $z30$ – оптико-пространственные представления (1 целочисленный признак).

Приведём классификационные признаки для матрицы R диагностического типа. Число КП равно 4: 1-ый КП –сохранность/нарушение когнитивной сферы (2 значения); 2-ой КП – градация когнитивных нарушений (4 значения: 1 – преддементные когнитивные нарушения; 2 – деменция легкой степени выраженности; 3 – деменция умеренной степени выраженности; 4 – тяжелая деменция); 3-ий КП – сфера, в которой наблюдается нарушения (9 значений: 1 – ориентировка во времени; 2 – ориентировка в месте/пространстве; 3 – гнозис; 4 – внимание и счет; 5 – память; 6 – речь; 7 – последовательность выполнения действий; 8 – чтение; 9 – оптико-пространственные представления); 4-ый КП – степень нарушения в дефицитарной сфере (от 2-х до 5-и степеней в зависимости от дефицитарной сферы: 1 – легкая; 2 – средняя; 3 – умеренная; 4 – тяжёлая; 5 – глубокая).

Количество строк матрицы Q равно 200 – размеру обучающей выборки. Количество столбцов матрицы Q равно 30. Количество строк матрицы R равно 200, а количество столбцов равно 4.

Поскольку рамки доклада ограничены, не представляется возможным представить даже фрагмент матриц Q и R . В связи с этим приведём пример матричного представления данных и знаний (рисунок 1).

$$\mathbf{Q} = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 & z_6 & z_7 & z_8 & z_9 & z_{10} & z_{11} \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 4 \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 3 \\ 5 \\ 4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 4 & 6 & 3 & 2 & 2 & 1 & 2 & 3 & 4 & 1 \\ 4 & 4 & 5 & 2 & 3 & 2 & 7 & 8 & 3 & 4 & 1 \\ 4 & 5 & 3 & 3 & 2 & 4 & 5 & 3 & 4 & 1 & 3 \\ 4 & 4 & 1 & 4 & 4 & 2 & 3 & 1 & 5 & 1 & 4 \\ 4 & 2 & 1 & 6 & 3 & 4 & 5 & 2 & 3 & 1 & 5 \\ 4 & 5 & 1 & 3 & - & 4 & 3 & 1 & 2 & 1 & 6 \\ 4 & 3 & 2 & 5 & 2 & 1 & 2 & 3 & 4 & 1 & 7 \\ 4 & 2 & 2 & 6 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 8 \\ 4 & 2 & 2 & 6 & 3 & 5 & 6 & 2 & 4 & 1 & 9 \\ 4 & 4 & 6 & 1 & 2 & 5 & 5 & 6 & 1 & 4 & 2 \end{bmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \end{matrix}$$

$$\mathbf{R} = \begin{matrix} & \begin{matrix} k_1 & k_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 1 & 2 \\ 2 & 1 \\ 2 & 1 \\ 2 & 1 \\ 1 & 3 \\ 1 & 3 \\ 3 & 2 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{R}' = \begin{matrix} \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \end{matrix} \end{matrix}$$

Рис. 1. Матричное представление данных и знаний

Распознаваемый (исследуемый) субъект представляется совокупностью значений характеристических признаков. База данных и знаний будет создана на основе результатов исследования 200 пациентов с неврологической патологией, находящийся на лечении в клиниках неврологического профиля.

Краткое описание математических основ прикладной ИС ДИАКОС. Прикладная ИС ДИАКОС основана на выявлении различного рода закономерностей, логико-комбинаторных тестовых методах распознавания образов, принятия и обоснования решений с применением когнитивных средств. В прикладной ИС ДИАКОС используется диагностическая схема клинико-психологического опросника, состоящего из 30 вопросов и включающий оценку когнитивных нарушений в соответствии со стадиями деменции: 1 – отсутствие (от 28 до 30 признаков); 2 – преддементные когнитивные нарушения (от 24 до 27 признаков); 3 – деменция легкой степени выраженности (от 20 до 23 признаков); 4 – деменция умеренной степени выраженности (от 11 до 19 признаков); 5 – тяжёлая деменция (от 0 до 10 признаков). Анализ признаков позволит проводить диагностику по выявлению когнитивных нарушений на каждой стадии.

В основе опросника лежит диагностические критерии международного классификатора болезней МКБ-10 [5] и концепция Folstein M.F., Folstein S.E., McHugh P.R. [6], учитывающая степень усиления (выраженности) симптомов (признаков), которая существенно влияет на результат принятия достоверных решений. Такая детализация позволяет сделать диагностику более точной и дать качественную интерпретацию состояния обследуемого. Для постановки диагноза учитывается только отсутствие или наличие симптома.

Прикладная ИС ДИАКОС реализует следующие функции: ввод анкетных данных об обследуемом; извлечение признаков с целью выявления особенностей когнитивной сферы на каждой из пяти стадий деменции, а также принятие итоговых диагностических решений и их обоснование с применением средств когнитивной графики, формирование заключения по диагностическим решениям. Анализируя полученные результаты, система диагностирует наличие одной из пяти стадий дементивного процесса и выявляет когнитивный дефицит в одной из высших психических функций. Предложено использовать соответствующее особенностям когнитивной сферы то или иное количество ХП, отсутствие или низкие показатели которых свидетельствуют о том, что у обследуемого присутствуют особенности нарушения когнитивной сферы.

Прикладная система ИС ДИАКОС конструируется на базе интеллектуального инструментального средства ИМСЛОГ [4].

Взаимодействие с пользователем организовано в виде интеллектуального интерфейса с применением средств когнитивной графики на этапе ввода анкетных данных об обследуемом и при извлечении значений признаков по диагностике когнитивной сферы с целью выявления когнитивного

дефицита, а также на этапах обоснования диагностических решений, вывода с применением когнитивных средств и формирования заключения по диагностическим решениям.

Заключение. Впервые предложена матричная модель представления данных и знаний в области клинической психологии и проведена оригинальная структуризация данных и знаний. Прикладная ИС ДИАКОС позволяет диагностировать наличие или отсутствие признаков деменции на основе упрощенных критериев диагностики. Для принятия и обоснования решений предложено использование конструируемой на базе интеллектуального инструментального средства ИМСЛОГ прикладной ИС ДИАКОС, целесообразность применения которой в практическом здравоохранении обусловлена необходимостью качественно, быстро и своевременно принимать диагностические решения, обосновывать эти решения с использованием графических, включая когнитивные, средств.

Преимуществами предлагаемой прикладной ИС является её достоверность и качество результатов, простота использования, экономичность затрат временных и человеческих ресурсов. Прикладная ИС ДИАКОС позволит своевременно определять и снабжать специалиста информацией о состоянии и особенностях когнитивной сферы пациентов с неврологической патологией. Включение прикладной ИС ДИАКОС в геоинформационные системы (ГИС) позволит существенно расширить их возможности. Дальнейшие исследования связаны с включением математического аппарата нечеткой и пороговой логики в целях расширения возможностей прикладной ИС ДИАКОС.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты № 18-313-00195мол_а, № 18-013-00937а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Neurological disorders: public health challenges. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data: World Health Organization; 2006. 232 p.
2. Pollack M. E. Intelligent Technology for an Aging Population: The Use of AI to Assist Elders with Cognitive Impairment. AI magazine, 2005. – Vol. 26. – No 2. –Pp. 9-24.
3. Янковская А.Е. Логические тесты и средства когнитивной графики. Издательский Дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011. – 92 с.
4. Yankovskaya A.E., Gedike A.I., Ametov R.V., Bleikher A.M. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition. Pattern Recognition and Image Analysis. – 2003. – Vol. 13. – No. 2. – pp. 243-246.
5. МКБ-10 (Международная статистическая классификация болезней). Московский центр ВОЗ. – М: Медицина, 2003. – 924 с.
6. Folstein M.F., Folstein S.E., McHugh P.R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of psychiatric research, 1975. – Vol. 12 (3). – Pp. 189—98.