

УДК 004.932.2:159.92

## АНАЛИЗ МНОГОМЕРНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПИКТОГРАФИКОВ «ЛИЦА ЧЕРНОВА»

Осадчая И.А.<sup>1</sup>, Берестнева О.Г.<sup>1</sup>, Немеров Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

<sup>2</sup> *Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск*

### РЕЗЮМЕ

Применение графики в исследовательских работах не только увеличивает скорость передачи информации и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция и образное мышление. Методы когнитивной графики значительно расширяют возможности специалистов любой области знаний для выявления наиболее информативных показателей при обработке обширных баз данных и решении конкретных задач; позволяют обнаруживать порой принципиально новые факты, радикально меняющие известные взгляды. Отдельное направление когнитивная графика образует в медицине. Визуализация текущего состояния объекта и характерных особенностей позволяет обеспечить непрерывный контроль над состоянием групп лиц либо отдельного человека.

Настоящая работа посвящена вопросам выявления изменения физиологических характеристик больных с различными психологическими особенностями течения бронхиальной астмы (БА) с помощью методов визуализации многомерных данных.

Таким образом, объектом исследования являются физиологические данные больных БА. Предметом исследования – методы когнитивной графики, а именно методы представления информации в виде графических образов.

Цель работы – изучить возможности применения методов когнитивной графики при исследовании физиологических особенностей пациентов с различными вариантами течения бронхиальной астмы. В результате работы с помощью методов визуализации данных был выявлен ряд закономерностей для различных особенностей течения БА.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** когнитивная графика, визуализация, пиктографики, анализ данных.

Основной целью любой информационной технологии является получение исследователем адекватной информации для ее анализа и принятия на его основе какого-либо решения. Под информацией в данном случае понимаются сведения об объектах, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают степень их неопределенности, неполноты знаний. Повышению эффективности восприятия результатов работы интерактивной системы будет способствовать использование различных элементов визуализации.

Визуализация данных – задача, с которой сталкивается в своей работе любой исследователь. К задаче визуализации сводится проблема представления в наглядной форме данных эксперимента или результатов

теоретического исследования. Традиционные инструменты в этой области – графики и диаграммы – плохо справляются с задачей визуализации, когда возникает необходимость изобразить более трех взаимосвязанных величин. При анализе данных исследователь довольно часто сталкивается с многомерностью их описания. Методы многомерного анализа – наиболее действенный количественный инструмент исследования процессов, описываемых большим числом характеристик [1].

Применение графики в исследовательских работах не только увеличивает скорость передачи информации и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция и образное мышление. Воздействие интерактивной компьютерной графики (ИКГ) привело к возникновению нового направления в проблема-

✉ *Осадчая Ирина Анатольевна*, тел. 8-923-604-7677;  
e-mail: Irishka\_tomsk@mail.ru

тике искусственного интеллекта, названного когнитивной (т.е. способствующей познанию) компьютерной графикой.

Когнитивная графика – это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения [2].

Отдельное направление когнитивная графика обрывает в медицине. Визуализация текущего состояния объекта и его характерных особенностей позволяет обеспечить непрерывный контроль над состоянием групп лиц либо отдельного человека.

Методы когнитивной графики значительно расширяют возможности специалистов любой области знаний для выявления наиболее информативных показателей при обработке обширных баз данных и решении конкретных задач; позволяют обнаруживать порой принципиально новые факты, радикально меняющие известные взгляды.

**Пиктографики «лица Чернова».** Многомерные пиктографики – не очень простой, но мощный исследовательский инструмент разведочного анализа данных. Главная идея такого метода анализа основана на способности человека «автоматически» фиксировать сложные связи между многими переменными, если они проявляются в последовательности элементов. Иногда понимание, что некоторые элементы «чем-то похожи» друг на друга, приходит раньше, чем аналитик может объяснить, какие именно переменные обуславливают это сходство, т.е. анализ информации при помощи такого способа отображения основан на способности человека интуитивно находить сходства и различия в чертах объекта (лица).

«Лица Чернова» – это один из наиболее интересных типов пиктографиков, схема визуального представления многофакторных данных в виде человеческого лица. Для каждого наблюдения рисуется отдельное «лицо», где относительные значения выбранных переменных представлены как формы и размеры отдельных черт лица (например, длина носа, угол между бровями, ширина лица). Сложность метода заключается в правильном сопоставлении исследуемых переменных с частями лица. При ошибке важные закономерности могут остаться незамеченными. Анализ информации при помощи такого способа отображения основан на способности человека интуитивно находить сходства и различия в чертах лица.

Рассмотрим возможности применения пиктографиков «лица Чернова» для отображения и анализа медицинских данных на примере задачи выявления изменений физиологических параметров в ответ на психофизиологическое воздействие в зависимости от

психологических особенностей больных бронхиальной астмой (БА). В качестве модели психофизиологического воздействия применялась аудиовизуальная стимуляция (АВС) головного мозга по программе релаксации.

В качестве исходной информации использовались результаты исследования двух групп больных с установленным диагнозом бронхиальной астмы. Первую группу (БА 1) – бронхиальная астма, ассоциированная со стрессовыми жизненными событиями – составили 23 человека, у которых начало и развитие болезни было связано со стрессовыми жизненными событиями; вторая группа (БА 2) – бронхиальная астма, не связанная со стрессовыми жизненными событиями – была сформирована из 29 человек, у которых не отмечалось связи обострения болезни с психологическими факторами. Ниже представлены результаты отображения динамики показателей системы дыхания у больных БА с помощью «лиц Чернова» на базе пакета Statistica for Windows.

На рис. 1 и 2 представлены полученные пиктографики для двух групп пациентов до и после сеанса АВС.

В нашем случае для построения «лиц Чернова» используются 20 наиболее информативных показателей, каждый из них составляет определенную часть «лица Чернова» до – 1, после – 2 сеанса АВС, а именно:

- МОД (минутный объем дыхания) – овал лица: чем меньше параметр, тем шире лицо, чем больше, тем больше вытянуто;
- ЖЕЛ (жизненная емкость легких) – размер ушей по диагонали;
- ФЖЕЛ (форсированная ЖЕЛ) – верхнее полушарие лица;
- ОФВ1 (объем форсированного выдоха за 1-ю с) – нижняя часть лица;
- ОФВ1/ЖЕЛ – длина носа по горизонтали;
- МВЛ (максимальная вентиляция легких за 1 мин) – длина носа по вертикали;
- ПОС (пиковая объемная скорость выдоха) – расположение центра рта;
- МОС25 (максимальная объемная скорость выдоха на уровне 25% ФЖЕЛ) – параметр влияет на форму рта: чем меньше значение, тем больше кончики рта направлены вверх;
- С<sub>dyn</sub> (динамическая растяжимость легких) – расположение рта по горизонтали;
- С<sub>stat</sub> (статическая растяжимость легких) – прищуренность правого глаза: чем меньше параметр, тем больше прищурен глаз;
- Рвд (бронхиальное сопротивление на вдохе) – глаза;

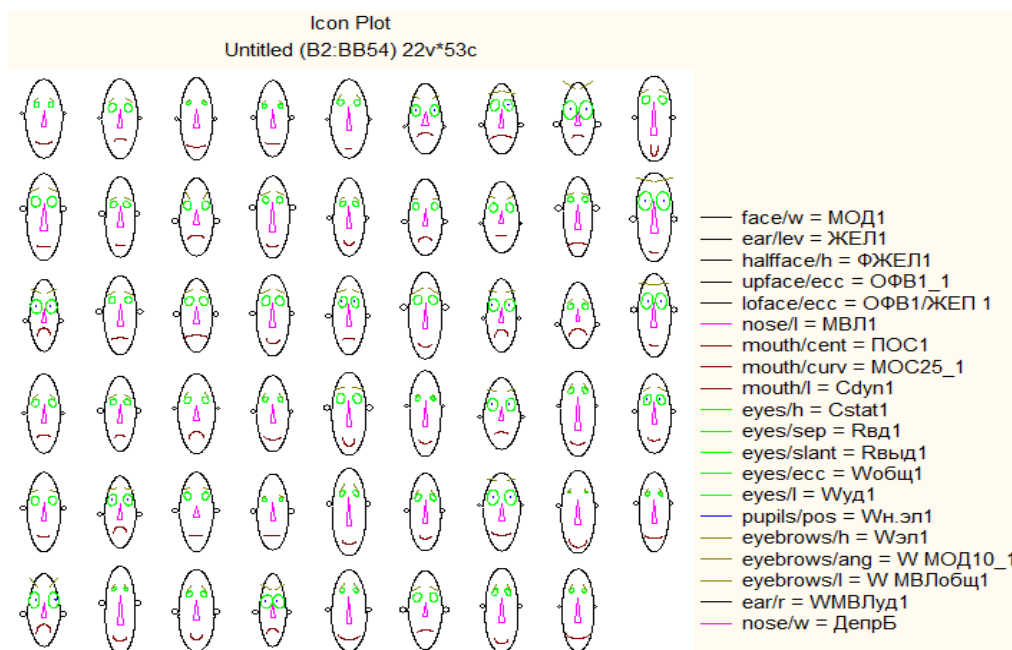


Рис. 1. Отображение состояния больных БА 1 и БА 2 до сеанса АВС

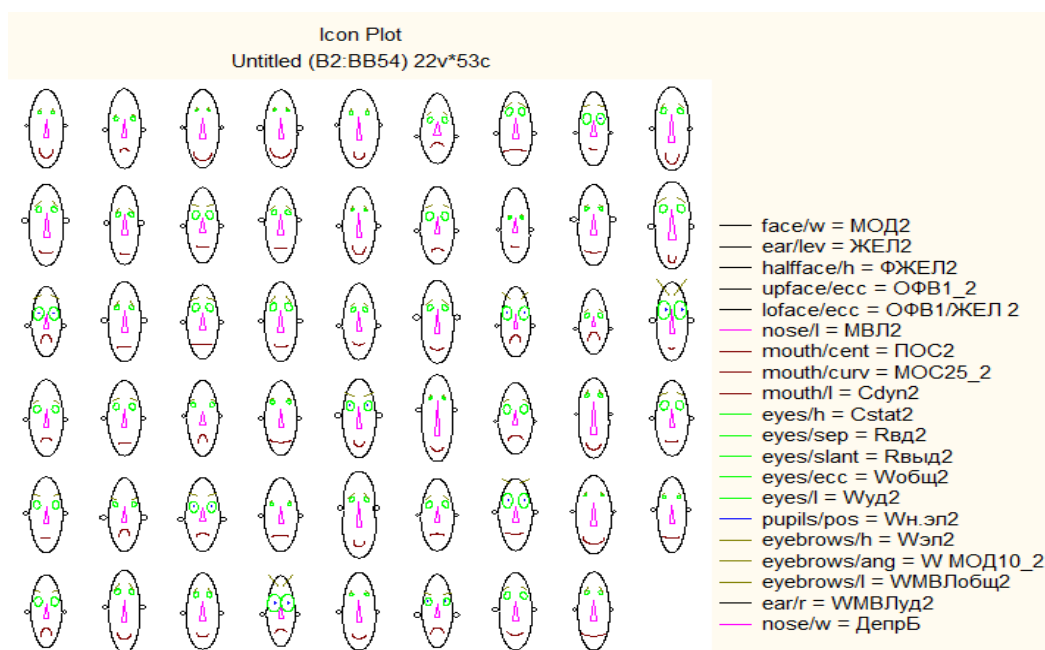


Рис. 2. Отображение состояния больных БА 1 и БА 2 после сеанса АВС

- Рвд (бронхиальное сопротивление на выдохе) – наклон глаз;
- Wобщ (общая работа дыхания при спонтанном дыхании) – глаз;
- Wуд (удельная работа дыхания на литр вентиляции) – прищуренность левого глаза;
- Wн.эл (неэластическая фракция общей работы дыхания) – расположение зрачка;
- Wэл (эластическая фракция общей работы дыхания) – правая бровь;

- W МОД10 (общая работа дыхания при МОД10) – угол наклона брови;
- W МВЛобщ (общая работа дыхания при МВЛ) – левая бровь;
- W МВЛуд (удельная работа дыхания при МВЛ) – ухо правое.

В работе Б.Т. Кабулова [5] были предложены правила построения «лиц Чернова», позволяющие увеличивать точность и уменьшать время решения задачи оценки состояния объекта. Для того чтобы повысить

точность оценки значений параметров объекта, на изображении должны существовать некоторые ориентиры. В связи с этим предлагается использовать легко распознаваемые граничные положения элементов «лиц Чернова», позволяющие однозначно определить к какому из заранее заданных интервалов принадлежат соответствующие значения каждого из параметров. При этом появляется возможность не только парного сравнения различных состояний объекта с выработкой оценок типа «лучше – хуже», но и достаточно точной оценки значений параметров отдельно

взятого состояния по степени близости соответствующих элементов изображения к тем или иным граничным положениям. При этом для каждого элемента изображения задаются четыре граничных положения, соответствующие предельным значениям параметров и граничным, делящим область возможных значений на три интервала, характеризуемые как «хороший», «удовлетворительный» и «неудовлетворительный».

Для реализации данного подхода в Институте кибернетики Томского политехнического университета была разработана программа Chern [6], в которой заложены следующие принципы: при сравнении параметров до и после сеанса, если параметры после сеанса больше, чем до него, на рис. 3 у прямых начинается отклонение вправо или вниз, а окружности вытягиваются влево и вправо (обратный принцип только у глаз и зрачков); если же меньше или равны, то изменения на рисунке происходят наоборот. При плохом прослеживании отклонения можно воспользоваться просмотром координат точек, которые появляются при нажатии на интересующую часть рисунка.

На рис. 3 приведен пример, в котором для построения «лиц» используются 22 информативных физиологических показателя, характеризующих состояние больных бронхиальной астмой. Для оценки состояния объекта до и после воздействия используются два разных пиктографика.

Такой способ графического представления позволяет выявить скрытые картины взаимосвязей между данными, которые не могут быть обнаружены другими методами.

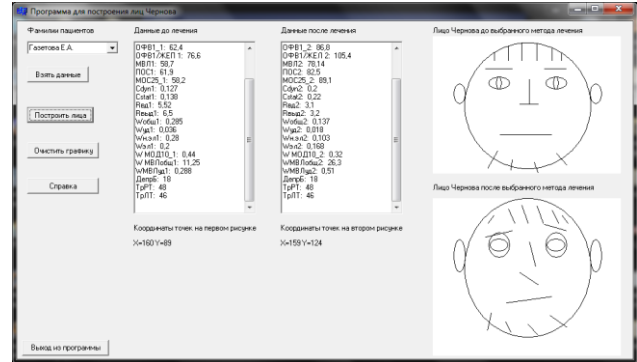


Рис. 3. Отображение состояния пациента до сеанса АВС и после него

Следует отметить, что понятие «больше – меньше» не всегда соответствует понятию «улучшение – ухудшение» относительно функции организма, что необходимо учитывать при использовании пиктографиков «Лица Чернова» в медицинских научных исследованиях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-07-00675.*

#### Литература

1. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. 528 с.
2. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика / под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1991. 187 с.
3. Берестнева О.Г., Воловоденко В.А., Немеров Е.В., Осадчая И.А. Применение методов визуализации при исследовании структуры экспериментальных многомерных данных // Изв. Том. политех. ун-та. 2012. Т. 320, № 5. С. 125–130.
4. Берестнева О.Г., Осадчая И.А., Немеров Е.В. Методы исследования структуры медицинских данных // Вестник науки Сибири. 2012. URL: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/245/250> (дата обращения: 15.11.2013).
5. Кабулов Б.Т. Метод построения лиц Чернова, ориентированный на интервальные оценки параметров // Техническая кибернетика. 1991. 250 с.
6. Прокопьев Р.О., Осадчая И.А. Визуализация многомерных медицинских данных с помощью пиктографиков «лица Чернова» // Сборник трудов XI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 2013. С. 501–503.

Поступила в редакцию 20.02.2014 г.

Утверждена к печати 07.05.2014 г.

**Осадчая Ирина Анатольевна** (✉) – магистрант кафедры прикладной математики и информатики, Институт кибернетики, НИ ТПУ (г. Томск).

**Берестнева Ольга Григорьевна** – д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики, Институт кибернетики, НИ ТПУ (г. Томск).

**Немеров Евгений Владимирович** – канд. мед. наук, доцент, СибГМУ (г. Томск).

✉ Осадчая Ирина Анатольевна, тел. 8-923-604-7677; e-mail: Irishka\_tomsk@mail.ru

## ANALYSIS OF MULTIDIMENSIONAL MEDICAL DATA USING PICTOGRAPHICS «CHERNOFF FACES»

Osadchaya I.A.<sup>1</sup>, Berestneva O.G.<sup>1</sup>, Nemerov Ye.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

### ABSTRACT

The use of graphics in research works not only increases the speed of information transmission and increases the level of its understanding, but also contributes to the development of such important for professionals in any industry qualities of intuition and creative thinking. Methods of cognitive graphics significantly extend the capabilities of specialists any field of knowledge to identify the most informative parameters when processing the extensive data base and solving specific problems; detect sometimes radically new facts, radically changing their views known. A separate direction of cognitive graphics forms in medicine. Visualization of the current state of the object and the characteristic features provide continuous control over the condition of groups of persons or individual.

This work focuses on the identification of psychological and physiological characteristics of patients with various forms of bronchial asthma using the methods of visualization of multidimensional data.

Thus, the object of study are the physiological data of patients with bronchial asthma. Subject of research are the methods of cognitive graphics, namely, the methods of information presentation in the form of graphic images.

The aim of this work is to study the possibilities of applying the methods of cognitive graphics in the study of the physiological characteristics of patients with various forms of bronchial asthma. In the end, work has revealed a number of regularities for various forms of bronchial asthma using the methods of data visualization.

**KEY WORDS:** cognitive graphics, visualization, pictographics, data analysis.

*Bulletin of Siberian Medicine*, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 89–93

### References

1. Duke B., Emanuel B. *Information technology in biomedical research*. St. Petersburg, Peter Publ., 2003. 528 p. (in Russian).
2. Zenkin A.A. *Cognitive Computer Graphics*. Ed. Pospelov D.A. Moscow, Nauka Publ., 1991. 187 p. (in Russian).
3. Berestneva O.G., Volovodenco V.A., Nemerov Ye.V., Osadchaya I.A. [The use of imaging techniques in the study of structure of multidimensional experimental data]. *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 320, no. 5, pp. 125–130.
4. Berestneva O.G., Osadchaya I.A., Nemerov Ye.V. [Research methods of medical data's structure]. *Vestnik nauki Sibiri – Siberian Journal of Science*, 2012. URL: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/245/250> (accessed 15.11.2013).
5. Kabulov B.T. [Method of Chernoff faces constructing, focused on interval estimation of parameters]. *Tekhnicheskaja kibernetika*, 1991, 250 p.
6. ProkopiyeV R.O., Osadchaya I.A. [Visualization of multidimensional medical data using icon graphs of "Chernoff faces"]. *Sbornik trudov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh* [Proceedings of XI International scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists]. 2013. Pp. 501–503.

Osadchaya Irina A. (✉), National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation.

Berestneva Olga G., National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation.

Nemerov Yevgeny V., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

✉ Osadchaya Irina A., Ph. +7-923-604-7677; e-mail: Irishka\_tomsk@mail.ru