

УДК 004.8

О.Г. Берестнева, И.А. Осадчая, Р.О. Прокопьев**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПСИХОГЕННЫХ И НЕПСИХОГЕННЫХ ФОРМ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ***

Статья посвящена вопросам создания интеллектуальной системы исследования психогенных и непсихогенных форм бронхиальной астмы. Проанализированы существующие на сегодняшний день информационные системы, предназначенные для диагностики и исследования различных форм бронхиальной астмы. Показана актуальность разработки МИС, связанной с исследованием психогенных и непсихогенных форм бронхиальной астмы (бронхиальная астма психогенно-индуцированная; бронхиальная астма соматопсихогенная; бронхиальная астма непсихогенная). Основное внимание уделено методам формирования базы знаний для такой системы. Для анализа результатов клинических исследований и выявления закономерностей планируется использовать методы непараметрической и параметрической статистики; интеллектуальные методы анализа данных (кластерный анализ, метод деревьев решений, алгоритм ограниченного перебора Бонгарда и др.); методы когнитивной графики. Включение в арсенал методов исследования когнитивной графики (методов визуализации) обусловлено тем, что использование компьютера для обработки данных делает достаточно сложные методы анализа данных более доступными и наглядными. Система будет представлять собой WEB-сервер с многоуровневым пользовательским доступом.

Медицинская интеллектуальная система; бронхиальная астма; база знаний.

O.G. Berestneva, I.A. Osadchaya, R.O. Prokopev**DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL RESEARCH SYSTEM FOR PSYCHOGENIC AND NON-PSYCHOGENIC FORMS OF BRONCHIAL ASTHMA**

The article describes creation of intelligent research system of psychogenic and non-psychogenic asthma forms. The existing information systems developed to diagnose and study various asthma forms are analyzed. The urgency of MIS development related to the research of psychogenic and non-psychogenic asthma forms (psychogenic-induced asthma; somatic psychogenic asthma, non-psychogenic bronchial asthma) is presented. The main attention is given to building a system knowledge base. The analysis of clinical trial result and pattern identification requires using non-parametric and parametric statistics methods; intelligent data analysis methods (cluster analysis, decision tree method, the Bongard limited busting algorithm, etc.); cognitive graphics methods. Including research methods of cognitive graphics (visualization techniques) into the arsenal is based on the computer data processing, as quite sophisticated methods of data analysis become more accessible and visible. The system will be a WEB- server with multi-level user access.

Medical intelligent system; asthma; knowledge base.

К одним из основных направлений применения информационных систем в медицине относится создание на их основе систем поддержки принятия решений (СППР) для прогнозирования или диагностики заболеваний. Такие системы способны существенно ускорить и упростить работу врача, помочь ему избежать собственных ошибок и правильно интерпретировать прогностические признаки. Поскольку СППР не может нести ответственность за полученное с ее помощью решение (вся ответственность за прогноз ложится на врача), считается, что система выступает только в качестве консультанта, следовательно, при ее использовании

* Работа выполнена в рамках проекта №1957 Гос. задания «Наука» Минобрнауки РФ.

возникает проблема доверия врача к результату работы СППР [1]. Таким образом, важными условиями создания СППР являются простота и понятность методов ее построения для врача. Этого можно добиться, используя по возможности различные статистические критерии, которые подтверждают либо опровергают выдвинутые врачом гипотезы.

Среди информационных и интеллектуальных систем, связанных с проблемами диагностики и изучения бронхиальной астмы можно выделить следующие:

1. Система поддержки принятия решения для оценки контролируемости бронхиальной астмы по результатам суточной пикфлоуметрии [1]. Система состоит из двух подсистем (работающих независимо друг от друга, признаки которых выбираются медиком-экспертом) при помощи статистических критериев. Реализована на базе пакета «MedicalToolbox».

2. Система поддержки принятия решения для диагностики бронхиальной астмы по нейрофизиологическим параметрам на основе адаптивной нейро-нечеткой сети [1]. При диагностике используются параметры, значимость которых подтверждена статистическими критериями. На основе значимых параметров строятся подсистемы диагностики в пакете «MedicalToolbox».

3. Web-сайт «Виртуальный Астма-центр» и его версия для мобильных устройств [2].

4. Проблемно-ориентированная информационная система лечебно-профилактической помощи больным бронхиальной астмой. Разработана в Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко (А.В. Будневский, В.Т. Бурлачук, А.В. Разворотнев)

Вместе с тем, использование систем медицинской диагностики в практической медицине все еще незначительно. Д.В. Нагорный и М.Ю. Черняховская в качестве главных причин выделяют высокую трудоемкость создания, верификации и сопровождения медицинских баз знаний и, как следствие, отсутствие доверия к ним со стороны врачей. Медицинские базы знаний могут получить доверие врачей, если они будут развиваться коллективно медицинским сообществом. Развитие глобальной мировой компьютерной сети Интернет создало возможности для коллективного развития и использования информационных ресурсов, в том числе баз знаний и экспертных систем. В качестве примера можно привести многоцелевой банк знаний (Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН), предназначенный для создания и развития совокупности специализированных банков знаний, одним из которых является банк знаний в области медицинской диагностики. Многоцелевой банк знаний предназначен для поддержки медицинского образования, медицинских научных исследований и дистанционных консультаций по диагностике заболеваний. На сегодняшний день в Институте автоматизации и процессов управления ДВО РАН используется предложенное Д.В. Нагорным и М.Ю. Черняховской формальное представление базы наблюдений для компьютерного банка медицинских знаний. На сегодняшний день на основе данного подхода созданы базы наблюдений для таких областей как иммунология и аллергология, урология, офтальмология, «острый аппендицит», бронхиальная астма и многих других.

При создании формального представления заболевания «бронхиальная астма» [3] использованы данные о клиническом течении бронхиальной астмы (БА), опубликованные в научной и методической литературе за последние годы, а также накопленный опыт врачей-экспертов в создании баз знаний. Знания, подлежащие формализации, извлекались из различных литературных источников, формировались на основе принципов синтеза, – таких как объединение и дополнение, а затем были формализованы.

Формальное описание БА сформировано на основе онтологии о заболеваниях и состоит из описаний клинических проявлений, описаний влияния воздействующих факторов на клинические проявления, а также описания воздействия лечебных мероприятий и других событий на клинические проявления. Онтология позволяет описывать заболевания как сложные процессы, развивающиеся во времени, в соответствии с современными медицинскими представлениями.

На первом этапе разработки системы необходимо структурировать имеющиеся знания, в частности, разработать формальное описание психогенных и непсихогенных форм бронхиальной астмы.

В последнее десятилетие исследователи обращают внимание на широкую распространенность тревожно-депрессивных расстройств среди больных ХОБЛ, что ранее рассматривалось как характерная черта астматиков, что маскирует симптоматику болезни более выраженным восприятием одышки, появлением апатии, снижающей физическую активность, приводя к дальнейшему прогрессированию болезни. Данные о влиянии изменений в психоэмоциональной сфере на объективные признаки бронхиальной обструкции (показатели вентиляции легких) – противоречивы. Особенно много разнонаправленных результатов получено в отношении бронхиальной астмы. В последнее время появились исследования в этом направлении и в отношении ХОБЛ.

Таким образом, симптомы и объективные признаки бронхиальной обструкции находятся под влиянием индивидуальных особенностей эмоциональной сферы, которая подвержена воздействию социальных изменений окружающей среды. Эти взаимосвязи разнонаправленные и противоречивые, что негативно влияет на диагностику и контроль как бронхообструктивных болезней, таких как БА и ХОБЛ, а также состояний психоэмоциональной сферы, сопровождающихся астмаподобными симптомами при отсутствии нарушений бронхиальной проходимости.

В попытке понять одышку и объективизировать бронхиальную обструкцию с учетом психоэмоционального состояния и/или на фоне психоэмоциональной стрессовой ситуации переплелись проблемы функциональных астмаподобных состояний и различных вариантов бронхообструктивной патологии.

Таким образом, наиболее значимые проблемы психосоматических исследований:

Сохраняющийся психосоматический дуализм вместо декларируемого интегрального психосоматического подхода

Восприятие астмы как гомогенного заболевания

Малое количество исследований, изучающих прямую связь между психоэмоциональной сферой и функцией легких, регуляцией дыхания, основными механизмами астмы (воспаление, реактивность дыхательных путей).

Можно рассмотреть следующие пути решения проблемы. В качестве стартовой точки исследования – изучение стрессовых жизненных событий, так как было показано, что стрессовые жизненные события увеличивают риск последующего начала астмы [4]. Этот феномен хорошо понятен и однозначно воспринимается и с позиций интернистов и с позиций психиатров (психологов, психотерапевтов).

Создание системы баз знаний для экспертных систем медицинской диагностики обычно начинают с определения терминологии и фиксации смысла терминов. Значительную часть терминологии, используемой в медицинской диагностике, составляют термины, связанные с описанием медицинских наблюдений. Системы таких терминов, относящиеся к определенным разделам медицины, получили название баз наблюдений. В терминах баз наблюдений описываются проявления заболеваний в базах знаний по медицинской диагностике, а также истории болезни в архивах историй болезни, необходимых для верификации баз знаний

(Черняховская М.Ю., Нагорный Д.В.). Планируется создание базы наблюдений заболевания «бронхиальная астма», играющей роль единой концептуальной основы при формировании базы знаний о заболеваниях этого раздела медицины и соответствующего архива историй болезни в банке знаний в области медицинской диагностики. В дальнейшем база наблюдений может использоваться и как компьютерный терминологический справочник.

Описание базы наблюдений будет построено на основе онтологии медицинских знаний, которая содержит определения всех классов понятий, связанных с медицинскими наблюдениями. База наблюдений сохраняет традиционную структуру медицинского знания. Все элементы структуры знания о наблюдениях образуют иерархию и делятся на четыре класса: группы наблюдений; наблюдения; характеристики; области возможных значений (Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю.). При использовании такого подхода выделяются группы наблюдений – объединение (группа) ряда концептуально связанных наблюдений, традиционно используемых в медицине. Наблюдения – элементы, которые традиционно определены в качестве соответствующих понятий в медицине (простые, составные). Характеристики – элементы структуры составного наблюдения. Простое наблюдение и характеристика – области возможных значений. Область возможных значений – множества значений, которые могут быть получены в результате наблюдения. Значения – качественные и количественные характеристики.

При формировании базы знаний будут использованы результаты исследований Языкова К.Г. и Немерова Е.В. в том числе психосинергетическая модель психогенной бронхиальной астмы [5–7].

В настоящее время положено начало формированию методологических оснований психобиологических исследований соматических заболеваний. Но разрабатываемые системные подходы предметных областей наук о человеке пока еще слабо объединяются.

В предлагаемой Немеровым Е.В., Языковым К.Г. психобиологической модели БА [7] использованы концепции, которые относятся к семейству системных теорий: теории психологических систем ТПС (Клочко, 2005); теории интегральной индивидуальности (Мерлин, 1986); теории ПС-синдрома, как структурного аттрактора болезни (Ананьев, 2002), теории самоорганизации деятельности мозга и отображение в телесных физиологических параметрах.

В рамках ТПС определяются эмпирические характеристики открытости/закрытости в решении проблемы вероятностного прогнозирования и антиципации в соответствии с антиципационной концепцией неврозогенеза [8–9]. Открытость системы определялась в характеристиках рефлексия-антиципация событий, их эмоционально-когнитивной оценки. Ретроспекция (прошлое) системы раскрывает область метаиндивидуального – «зависимость», антиципация будущего – область метаиндивидуального – «обладание». Метаиндивидуальность рассматривается как свойство индивидуальности, возникшее в результате отношения к ней окружающих людей. Концепция метаиндивидуальности является дальнейшим развитием теории интегральной индивидуальности [10].

Были выделены эмпирические группы условно названные: БАПИ – бронхиальная астма психогенно-индуцированная; БАСП – бронхиальная астма соматопсихогенная (предварительный термин); БАНП – бронхиальная астма непсихогенная. Группу, условно названную БА психогенно индуцированная (БАПИ), составили лица, у которых ведущий элемент болезни, первый приступ удушья развился после перенесенного эмоционального стресса, психотравмирующего жизненного события. Дальнейшее резкое ухудшение течения болезни было связано с психологическими проблемами негативного характера. Во вторую группу больных с БА

непсихогенной (БАНП) вошли лица с “классической” БА, преимущественно атопической формой заболевания, у которых в начале болезни наблюдались различные проявления атопии (риниты, конъюнктивиты, кожные высыпания). К обострению болезни приводили чаще аллергия, вирусные инфекции, физические факторы (холодовые, колебания метеоусловий), а не психологические факторы. Третья группа – БА сом атопическая (БАСП). У представителей БАСП «обычное» течение болезни было нарушено жизненным стрессом, после которого психоэмоциональные триггеры вызывали тяжелые приступы удушья, обострения болезни.

Для анализа результатов клинических исследований и выявления закономерностей были использованы методы непараметрической и параметрической статистики; интеллектуальные методы анализа данных (кластерный анализ, метод деревьев решений, алгоритм ограниченного перебора Бонгарда и др.); методы когнитивной графики. Полученные результаты представлены в [11–14] и будут использованы при формировании базы знаний разрабатываемой системы.

Включение в арсенал методов исследования когнитивной графики (методов визуализации) обусловлено тем, что использование компьютера для обработки данных делает достаточно сложные методы анализа данных более доступными и наглядными. Когнитивная графика - это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения. 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, образное мышление. Исследователю остается в основном творческая работа: постановка задач, выбор методов их решения, интерпретация полученных результатов, выработка предложений и управленческих решений.

При разработке системы будет использован многолетний опыт использования методов когнитивной графики в медицинских исследованиях, в частности, применение пиктографиков «Лица Чернова». Для реализации данного подхода была разработана программы Chern, принцип работы заключается в следующем: при сравнении параметров до и после лечения, если параметры после лечения больше, чем до лечения, на рисунке 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 наоборот. При плохом прослеживании отклонения можно воспользоваться просмотром координат точек, которые появляются при нажатии на интересующую часть рисунка (рис. 1).

На рис. 2 приведен пример, в котором для построения «лиц Чернова» используются 22 информативных физиологических показателя, характеризующих состояние больных бронхиальной астмой.

Второй подход заключается в отображении состояния биообъектов в виде кривых или «спектров». Спектральные представления в данном случае подчеркивают отличительные характеристики каждой кривой и помогают более детально исследовать их визуальные свойства. Применение данного подхода, позволило, в частности, выявить некоторые особенности эффективности воздействия аудиовизуальной стимуляции на больных с психогенной отдышкой и различными формами бронхиальной астмы [14, 15].

Система будет представлять собой WEB-сервер с многоуровневым пользовательским доступом на базе портала *MultiTest*. Технически портал реализован на WEB-сервере apache. В написании используются следующие языки программирования: *PHP*, *Javascript*, *C++*. В качестве клиента можно использовать браузер, а также планируется создание отдельного клиента в виде программного продукта.

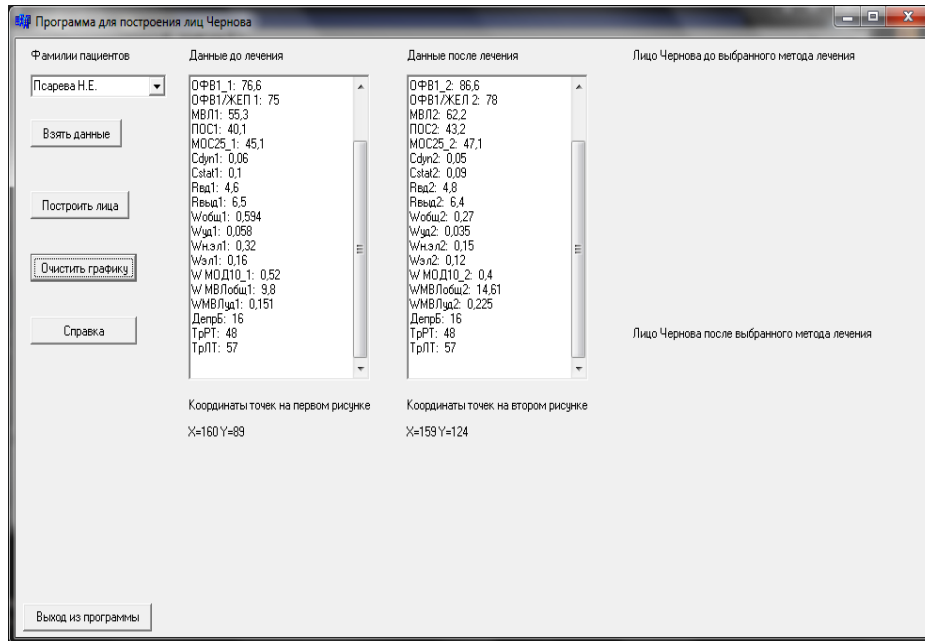


Рис. 1. Диалоговое окно программы Chern

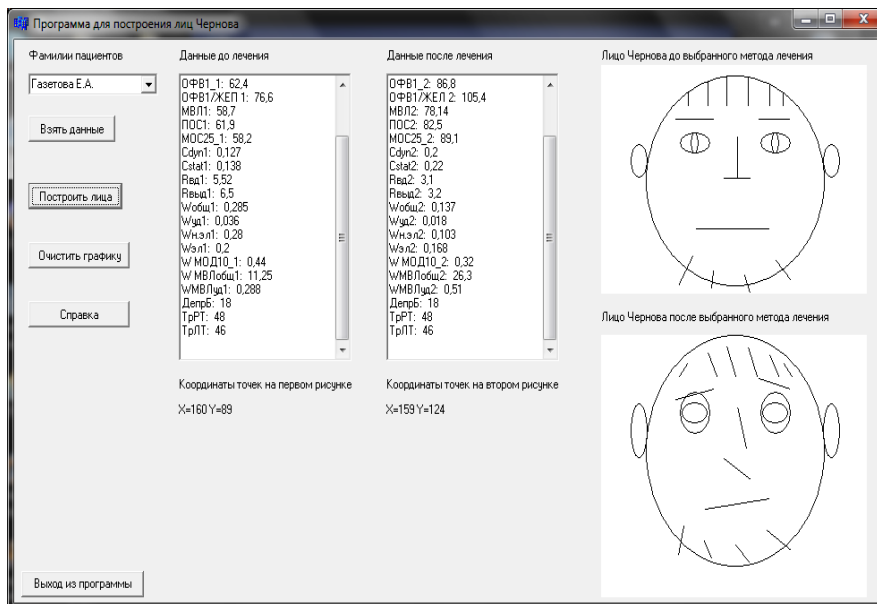


Рис. 2. Отображение динамики состояния пациента с диагнозом «бронхиальная астма психогенно индуцированная»

Для хранения данных клинических исследований, информации о пользователях будет использована база данных MySQL. Гибкость СУБД MySQL обеспечивается поддержкой большого количества типов таблиц: пользователи могут выбрать как таблицы типа MyISAM, поддерживающие полнотекстовый поиск, так и таблицы InnoDB, поддерживающие транзакции на уровне отдельных записей. Более то-

го, СУБД MySQL поставляется со специальным типом таблиц *EXAMPLE*, демонстрирующим принципы создания новых типов таблиц. Благодаря открытой архитектуре и *GPL*-лицензированию, в СУБД *MySQL* постоянно появляются новые типы таблиц. Использование универсального формата представления данных *XML* позволяет, например, для создания инструментария *on-line* тестирования и анкетирования, использовать сторонние программы, в том числе обычные редакторы текста.

Использование технологии *AJAX* и формата данных *XML*, позволяет, с одной стороны, использовать браузер в качестве клиента, а с другой стороны создать для портала клиента в виде программного продукта.

Использование *AJAX* позволяет значительно сократить трафик при работе с веб-приложением благодаря тому, что часто вместо загрузки всей страницы достаточно загрузить только изменившуюся часть, как правило, довольно небольшую.

AJAX – не самостоятельная технология, а концепция использования нескольких смежных технологий. *AJAX* базируется на двух основных принципах:

1) использование технологии динамического обращения к серверу «на лету», без перезагрузки всей страницы полностью, например:

- ◆ с использованием *XML Http Request* (основной объект);
- ◆ через динамическое создание дочерних фреймов;
- ◆ через динамическое создание тега `<script>`;
- ◆ через динамическое создание тега ``, как это реализовано в *googleanalytics*;

2) использование *DHTML* для динамического изменения содержания страницы.

В качестве формата передачи данных могут использоваться фрагменты простого текста, *HTML*-кода, *JSON* или *XML*. *AJAX* позволяет также снизить нагрузку на сервер. К примеру, на странице работы с почтой, когда вы отмечаете прочитанные письма, серверу достаточно внести изменения в базу данных и отправить клиентскому скрипту сообщение об успешном выполнении операции без необходимости повторно создавать страницу и передавать её клиенту. Еще одно достоинство *AJAX* – ускорение реакции интерфейса.

Таким образом, данный информационный ресурс будет включать в себя как базу данных, так и базу знаний и позволит проводить дальнейшие исследования по выявлению физиологических и психологических особенностей больных с различными формами бронхиальной астмы и оценки эффективности различных методов лечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безруков Н.С. Системы оценки контролируемости бронхиальной астмы // Информатика и системы управления. – 2009. – № 4 (22). – С. 159-163.
2. Хузина Е.А., Фурман Е.Г., Малинин С.В., Корюкина И.П. Использование информационных систем для мониторинга бронхиальной астмы у детей // Врач и информационные технологии. – 2012. – № 4. – С. 28-34.
3. Петряева М.В., Черняховская М.Ю. Бронхиальная астма в формальном представлении для специализированного банка знаний медицинской диагностики // Информатика и системы управления. – 2010. – № 3. – С. 109-118.
4. Wright R.J., Rodriguez M., Cohen S. Review of psychosocial stress and asthma: An integrated biopsychosocial approach. – Thorax, 1998. – P. 1066-1074.
5. Nemerov E. Interrelations of rhinitis, rhinosinusitis and bronchial asthma, associated with stressful life events // European Respiratory Journal. Abstracts 22 th ERS Annual Congress. – Vienna, 2012. – V 40/ Suppl.56. – S. 73. – P. 508.

6. *Bojarko V.V., Nemerov E.V.* Special features of cellular contents of induced sputum of patients with bronchial asthma associated with psycho-emotional stresses // *European Respiratory Journal. Abstracts 18 th ERS Annual Congress.* – Berlin, 2008. – Vol. 32. – S 303. – E1804.
7. *Языков К.Г., Немеров Е.В., Данилец А.В.* Личностные диспозиции при психосоматическом расстройстве // *Вестник Томского государственного педагогического университета.* – 2005. – Вып. 1 (45). – С. 134-139.
8. *Брушлинский А.В.* Мышление и прогнозирование. – М.: Мысль, 1979. – 230 с.
9. *Менделевич В.Д.* Антиципационные механизмы неврозогенеза // *Психологический журнал.* – 1992. – № 4. – С. 107-115.
10. *Дорфман Л.Я.* Концепция метаиндивидуального мира: современное состояние // *Психология. Журнал Высшей школы экономики.* – 2006. – Т. 3, № 3. – С. 3–34.
11. *Берестнева О.Г., Карпенко П.В., Немеров Е.В.* Статистические методы в анализе особенностей бронхиальной астмы // *Актуальные научные достижения: материалы Международной научной конференции, Прага, 27 Июня – 5 Июля 2012.* – Prague: Publishing house Education and Sciences. r.o., 2012. – С. 1-3. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/18_ADEN_2012/Matemathics/4_113514.doc.htm.
12. *Берестнева О.Г., Муратова Е.А.* Построение логических моделей с использованием деревьев решений // *Известия Томского политехнического университета.* – 2004. – Т. 307, № 2. – С. 154-160.
13. *Шаропин К.А., Берестнева О.Г., Шкатова Г.И.* Методы исследования структуры медицинских данных // *Известия Томского политехнического университета.* – 2010. – Т. 316, № 2. – С. 172-176.
14. *Воловоденко В. А., Берестнева О. Г., Немеров Е. В., Осадчая И.В.* Применение методов визуализации при исследовании структуры экспериментальных многомерных данных // *Известия Томского политехнического университета.* – 2012. – Т. 320, № 5. – С. 125-130.
15. *Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V.* Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal // *World Applied Sciences Journal.* – 2013. – № 24. – P. 220-224.

REFERENCES

1. *Bezrukov N.S.* Sistemy otsenki kontroliruemosti bronkhial'noy astmy [Evaluation system for the control of bronchial asthma], *Informatika i sistemy upravleniya* [Informatics and management systems], 2009, № 4 (22), pp. 159-163.
2. *Khuzina E.A., Furman E.G., Malinin S.V., Koryukina I.P.* Ispol'zovanie informatsionnykh sistem dlya monitoringa bronkhial'noy astmy u detey [The use of information systems for monitoring of bronchial asthma in children], *Vrach i informatsionnye tekhnologii* [The doctor and information technology], 2012, No. 4, pp. 28-34.
3. *Petryaeva M.V., Chernyakhovskaya M.Yu.* Bronkhial'naya astma v formal'nom predstavlenii dlya spetsializirovannogo banka znaniy meditsinskoy diagnostiki [Bronchial asthma in the formal representation of specialized knowledge Bank medical diagnostics], *Informatika i sistemy upravleniya* [Informatics and Management Systems], 2010, No. 3, pp. 109-118.
4. *Wright R.J., Rodriguez M., Cohen S.* Review of psychosocial stress and asthma: An integrated biopsychosocial approach. *Thorax*, 1998, pp. 1066-1074.
5. *Nemerov E.* Interrelations of rhinitis, rhinosinusitis and bronchial asthma, associated with stressful life events, *European Respiratory Journal. Abstracts 22 th ERS Annual Congress.* Vienna, 2012, Vol. 40/ Suppl.56. – S. 73, pp. 508.
6. *Bojarko V.V., Nemerov E.V.* Special features of cellular contents of induced sputum of patients with bronchial asthma associated with psycho-emotional stresses, *European Respiratory Journal. Abstracts 18 th ERS Annual Congress.* Berlin, 2008, Vol. 32, pp. 303, E1804.
7. *Yazykov K.G., Nemerov E.V., Danilets A.V.* Lichnostnye dispozitsii pri psikhosomaticheskom rasstroystve [Personal dispositions in psychosomatic disorder], *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Tomsk State Pedagogical University Bulletin], 2005, Issue 1 (45), pp. 134-139.
8. *Brushlinskiy A.V.* Myshlenie i prognozirovaniye [Thinking and forecasting]. Moscow: Mysl', 1979, 230 p.
9. *Mendelevich V.D.* Antitsipatsionnye mekhanizmy nevrozogeneza [Anticipation mechanisms neuronogenesis], *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological journal], 1992, No. 4, pp. 107-115.

10. Dorfman L.Ya. Kontsepsiya metaindividual'nogo mira: sovremennoe sostoyanie [The concept metaindividual world: current status], *Psikhologiya. Zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki* [Psychology. Journal of the Higher school of Economics], 2006, Vol. 3, No. 3, pp. 3–34.
11. Berestneva O.G., Karpenko P.V., Nemerov E.V. Statisticheskie metody v analize osobennostey bronkhial'noy astmy [Statistical methods in the analysis of the characteristics of bronchial asthma], *Aktual'nye nauchnye dostizheniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Praga, 27 Iyunya – 5 Iyulya 2012* [Current scientific advances: proceedings of the International conference, Prague, June 27 - July 5, 2012]. Prague: Publishing house Education and Sciences. r.o., 2012, C. 1-3. Available at: http://www.rusnauka.com/18_ADEN_2012/Matemathics/4_113514.doc.htm.
12. Berestneva O.G., Muratova E.A. Postroenie logicheskikh modeley s ispol'zovaniem derev'ev resheniy [Build logical models using decision trees], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2004, Vol. 307, No. 2, pp. 154-160.
13. Sharopin K.A., Berestneva O.G., Shkatova G.I. Metody issledovaniya struktury medi-tsinskikh dannykh [Research methods structure of medical data], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2010, Vol. 316, No. 2, pp. 172-176.
14. Volovodenko V. A., Berestneva O. G., Nemerov E. V., Osadchaya I.V. Primenenie metodov vizualizatsii pri issledovanii struktury eksperimental'nykh mnogomernykh dannykh [The use of imaging techniques in the study of the structure of multidimensional experimental data], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2012, Vol. 320, No. 5, pp. 125-130.
15. Zharkova O.S., Berestneva O.G., Moiseenko A.V., Marukhina O.V. Psychological Computer Testing Based on Multitest Portal, *World Applied Sciences Journal*, 2013, No. 24. pp. 220-224.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Фокин.

Берестнева Ольга Григорьевна – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; e-mail: ogb6@yandex.ru; 634034, г. Томск, ул. Советская 84/3; тел.: 83822606138; д.т.н.; профессор.

Осадчая Ирина Анатольевна – e-mail: Irishka_tomsk@mail.ru; 634034, г. Томск, ул. Вершинина 39а, к. 101; тел.: 89236047677; аспирант.

Прокопьев Роман Олегович – e-mail: tuz36@mail.ru; 634034, г. Томск, ул. Вершинина 39а, к. 232; студент.

Berestneva Ol'ga Grigor'evna – National Research Tomsk Polytechnic University; e-mail: ogb6@yandex.ru; 84/3, Soviet street, Tomsk, 634034, Russia; phone: +73822606138; the department of applied mathematics; dr.of eng. sc.; professor.

Osadchaya Irina Anatol'evna – e-mail: Irishka_tomsk@mail.ru, 39a, Vershininast street, r. 101, Tomsk, 634034, Russia; phone: +79236047677; postgraduate student.

Prokopen Roman Olegovich – e-mail: tuz36@mail.ru, 39a, Vershininast street, r. 232, Tomsk, 634034, Russia; student.