

**ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ УСКОРЕННОГО  
ПОСТРОЕНИЯ К-ЗНАЧНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ**

С.В. Китлер<sup>1</sup>, Р.В. Аметов<sup>2</sup>

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Е. Янковская<sup>1,2,3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия, г. Томск,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

<sup>2</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск,

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

<sup>4</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

<sup>5</sup>Сибирский государственный медицинский университет,

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

E-mail: [svkitler@gmail.com](mailto:svkitler@gmail.com), [rin@tsuab.ru](mailto:rin@tsuab.ru)

**BASICS OF DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SUBSYSTEM FOR RAPID CONSTRUCTION  
OF K-VALUED DIAGNOSTIC TESTS**

S.V. Kitler<sup>1</sup>, R.V. Ametov<sup>2</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. of Science A.E. Yankovskaya<sup>1,2,3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenina ave. 40, 634050

<sup>2</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq. 2, 634003

<sup>3</sup>Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenina ave. 36, 634050

<sup>4</sup>Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina ave. 30, 634050

<sup>5</sup>Siberian State Medical University, Russia, Tomsk, Moscow path. 2, 634050

E-mail: [svkitler@gmail.com](mailto:svkitler@gmail.com), [rin@tsuab.ru](mailto:rin@tsuab.ru)

***Abstract.** In this paper authors briefly describes basics of development of intelligent subsystem for rapid construction of k-value diagnostic tests. The subsystem is implemented as a dynamic plug-ins. The subsystem allows to reduce search processes and consumption of time on diagnostic tests construction.*

В настоящее время наблюдается существенный рост интеллектуальных систем по обработке и анализу данных и знаний в слабоструктурированных областях, таких как медицина, психология, генетика, социология, геология, строительство, проектирование и др. [1–3]. Эти системы ориентированы на обработку баз данных и знаний, содержащих большое признаковое пространство. В связи с этим, задача создания интеллектуальных систем с меньшими временными и стоимостными затратами на анализ данных и знаний является актуальной.

Ниже кратко излагаются основы создания интеллектуальной подсистемы (ИП) ускоренного построения  $k$ -значных диагностических тестов (ДТ), используемых для принятия решений. Предлагаемая ИП реализует ранее разработанный алгоритм ускоренного построения  $k$ -значных ДТ [4].

Данные и знания в разработанной ИП представляются в матричной форме [5], состоящей из целочисленных матрицы описания ( $Q$ ), задающей описание объектов в пространстве характеристических признаков (ХП) и матрицы различений ( $R$ ), задающей разбиение объектов на классы эквивалентности по каждому механизму классификации. Под образом будем понимать подмножество объектов базы знаний с совпадающими значениями классификационных признаков. Номера образов задаются однострочковой матрицей  $R'$ , элементами которой они являются. ДТ называется совокупность признаков, различающих любые пары объектов, принадлежащих разным образам [5]. Для дальнейшего описания воспользуемся определениями и понятиями, приведенными в публикации [5].

ИП реализована в виде динамически подключаемых модулей к интеллектуальному инструментальному средству (ИИС) ИМСЛОГ [6], на базе которого конструируются прикладные ИП для различных проблемных областей. Модули созданы в среде программирования Borland C++ Builder. Приведем их описание. **Модуль 1** «Работа с базой» предназначен для извлечения данных и знаний из базы данных и знаний, созданной в ИИС ИМСЛОГ. Выходными данными модуля являются структура базы знаний, объекты базы знаний, название признаков и их номера. **Модуль 2** «Выбор признаков» предназначен для выбора признаков, включаемых в матрицы  $Q$  и  $R$ . **Модуль 3** «Построение целочисленных матриц описания и различений» предназначен для построения матриц  $Q$  и  $R$ , на вход которого поступают номера целочисленных ХП, номера целочисленных классификационных признаков, структура базы знаний, номера выбранных обучающих объектов и соответствующие им описания объектов. Выходными данными являются матрицы  $Q$  и  $R$ , вектор номеров характеристических признаков и их минимальные и максимальные значения. **Модуль 4** «Построение сокращенных целочисленных матриц описания и различений» предназначен для построения сокращенных матриц  $Q'$  и  $R''$  по алгоритму, описанному в [4]. **Модули 5а и 5б** «Построение целочисленной матрицы импликаций» предназначены для построения безыбыточной матрицы  $U'$ , задающей различимость групп объектов из разных образов (классов при фиксированном механизме классификации). Входными данными модуля 5а (5б) являются целочисленные матрицы  $Q$  и  $R'$  (сокращенные целочисленные матрицы  $Q'$  и  $R''$ ), вектор номеров ХП, а также вектора минимальных и максимальных значений этих признаков. На выходе модуля 5а (5б) формируются двоичная матрица  $U'$  (двоичная сокращенная матрица  $U''$ ) и вещественный вектор весовых коэффициентов ХП. **Модуль 6** «Поиск закономерностей» предназначен для поиска различного рода закономерностей [5]. Входными данными является матрица  $U''$ . Выходными параметрами модуля являются: матрица  $U''$ , неинформативные, обязательные, альтернативные, зависимые характеристические признаки, а также весовые коэффициенты всех ХП. **Модуль 7** «Построение ДТ» предназначен для поиска всех ДТ. Его входными данными являются матрица  $U''$ , альтернативные признаки и весовые коэффициенты всех характеристических признаков. Выходными данными являются построенные ДТ. **Модуль 8** «Проверка покрытий матрицы импликаций» проверяет, являются ли построенные ДТ для сокращенной матрицы  $U''$  тестами для матрицы  $U'$ . Входными данными являются двоичная матрица  $U'$ , построенные по сокращенной матрице  $U''$  ДТ, номера целочисленных ХП. На выходе этого модуля – ДТ, номера существенных признаков, весовые

коэффициенты признаков. Проверка необходима в связи с нарушениями эквивалентности при переходе от матриц  $Q$  и  $R'$  к сокращенным матрицам  $Q'$  и  $R''$ .

Блок-схема работы ИП ускоренного построения  $k$ -значных ДТ приведена на рис. 1.

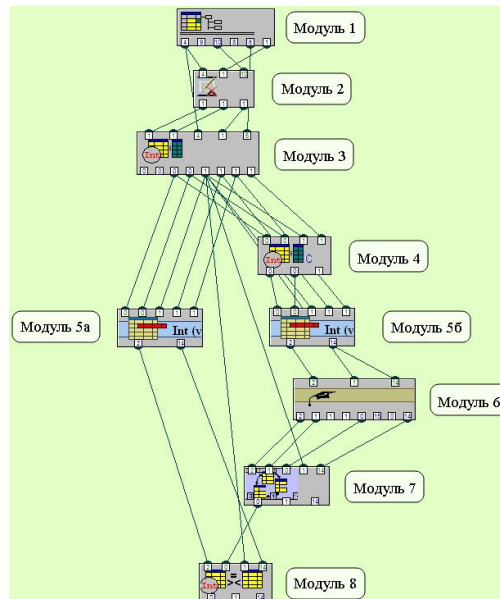


Рис. 1. Блок-схема работы интеллектуальной подсистемы построения  $k$ -значных ДТ

Применение интеллектуальной подсистемы позволит, как правило, снизить временные и стоимостные затраты при построении  $k$ -значных диагностических тестов.

Дальнейшие исследования связаны с апробацией интеллектуальной подсистемы на реальных данных.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-07-00859-а, №14-07-00673-а).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – Москва: Фазис. – 2006. – 176 с.
2. Кобринский Б.А., Зарубина Т.В. Медицинская информатика. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2009. – 192 с.
3. Янковская А.Е. Тестовые распознающие медицинские экспертные системы с элементами когнитивной графики // Компьютерная хроника. – 1994. – №8/9. – С. 61–83.
4. Янковская А.Е., Китлер С.В. Интеллектуальный анализ  $k$ -значных данных// Интеллектуализация обработки информации: 8-я международная конференция. Республика Кипр, г. Пафос, 17-24 октября 2010г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2010. – С. 192–195.
5. Янковская А.Е. Логические тесты и средства когнитивной графики. Издательский Дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011. – 92 с.
6. 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. 4. – pp. 650–657.