

С. Б. Румовская, А. В. Колесников, А. А. Литвин

**РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПОДЗАДАЧ
РАЗНОГО ТИПА ИЗ ДЕКОМПОЗИЦИИ
ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ**

62

Работа посвящена моделированию осмысленных и относительно устойчивых визуально-образных и вербально-знаковых представлений о реальных проблемах медицинской диагностики. В работе введены концепты «задача» и «метод», а также предложен метод и модель формирования схем-изображений методов решения элементов из декомпозиции диагностической проблемы. Все концепты, отношения и связи между ними проинтерпретированы в терминах языка описания отношений и связей А. В. Колесникова для предикативного кодирования словесно-вербальных знаний о предметной области.

The paper is dedicated to modelling of the meaningful and relatively stable visual-figurative and verbal-sign representation of the real problems in medical diagnostics. In the paper, we introduce concepts «a task» and «a method». In addition, here we introduce the method and model for the formation of schemes-images of methods for solving tasks from decomposition of a diagnostic problem. All concepts are interpreted in terms of the language of the description of relations and connections. A. V. Kolesnikov introduced it for predicative coding of the verbal-sign knowledge about the subject area.

Ключевые слова: диагностическая проблема, когнитивная визуализация, схемы-изображения, элементы диагностической проблемы, однородная задача, методы решения однородных задач.

Keywords: a diagnostic problem, cognitive visualization, schemes-images, decomposition of a diagnostic problem, homogeneous task, methods for solving homogeneous tasks.

Введение

Исследование направлено на моделирование визуально-образных и вербально-знаковых представлений о реальных диагностических проблемах в медицине и эвристических механизмов, направляющих и упорядочивающих процесс их решения по принципу консилиума. Моделирование интегрированного визуально-образного и вербально-знакового представления проблемы в медицине снизит информационную и когнитивную нагрузки на врача, диагностирующего пациента, позволит выявлять и воспринимать значимые связи и показатели быстрее.

Экспериментально [1] установлено, что у медицинских экспертов при решении проблемы формируется ее образ как системы задач и об-



служающих их подзадач в виде сети. Выделяют «предметное решение» (действия для достижения цели), «диагностические задачи» и «диагностические подзадачи» (обслуживающие диагностические задачи), «диагностические решения-связки» типа «если ..., то ...», «скомпенсированные затруднения» (задачи с типовым решением).

Если проинтерпретировать данную типологию элементов диагностической проблемы в терминах проблемно-структурной методологии (ПС-методологии) функциональных гибридных интеллектуальных систем (ФГиИС) [2], то получим следующее: 1) диагностические задачи и скомпенсированные затруднения представляют собой функциональные подзадачи, составляющие функциональную структуру диагностической проблемы; 2) диагностические подзадачи – это технологические задачи, решаемые для организации эффективной обработки данных и знаний в ходе диагностического процесса; 3) диагностические решения-связки определяют часть горизонтальных связей подзадач; 4) предметное решение – это описание этапов диагностического процесса.

Для формального описания предметной области медицинской диагностики необходимо разработать неформальную (содержательную) аксиоматическую теорию ролевых визуальных диагностических моделей. В [3] представлены результаты первого этапа ее разработки – определены базовые ролевые визуальные модели представления категориального ядра «ресурс – свойство – действие – отношение». В [4] разработан метаязык визуальной диагностики и расширения концептуально-визуального ядра концептами «мера», «значение», «состояние» и «оценка». Последний концепт необходим для моделирования предметных знаний о субъекте диагностики – лечащем враче и узкоспециализированных специалистах.

В данной работе введен концепт «задача» и один из концептов для моделирования предметных знаний о субъекте моделирования – «метод», а концепт «модель» отнесен к предмету дальнейших исследований. Также в работе предложены метод и модель формирования схем-изображений методов решения элементов диагностической проблемы разного типа как однородных диагностических задач. Все концепты, отношения и связи между ними проинтерпретированы в терминах языка описания отношений и связей (ЯООС) [5] для предикативного кодирования словесно-вербальных знаний о ресурсах, грамматики тождественных преобразований и функциональной деформации когнитивного образа состояния объекта, свойствах и действиях персонала, в частности специалистов медицинского учреждения.

Схемы-изображения концептов «задача» и «метод»

Схемы-изображения концептов элементов декомпозиции диагностической проблемы и методов их решения построены с помощью базисных символов и ролевых визуальных отношений [3; 4].



В [6] диагностическая проблема рассматривается как неоднородная задача диагностики p_D (НЗД). НЗД включают контроль состояния и функционирования объекта диагностирования, выявление и локализацию отклонений, а также «однородные подзадачи» со свойствами зашумленности, нечеткости исходных данных, специфицирующихся одним из методов формализованного представления систем.

Множество однородных задач — $P^h = \{p_1^h, \dots, p_{N_h-1}^h, p_D^h\}$, где $p_1^h, \dots, p_{N_h-1}^h$ — однородные диагностические задачи двух типов (функциональные подзадачи составляют функциональную структуру диагностической проблемы; технологические задачи, решаемые для организации эффективной обработки данных и знаний в ходе диагностического процесса); p_D^h — однородная задача формирования заключительного диагноза.

64

Проинтерпретируем схему концептуальных моделей однородной диагностической задачи (и функциональной, и технологической) p^h из декомпозиции диагностической проблемы (2.6) из [6] в терминах ЯООС:

$$p^h = R_{86}^n({}^8x_1^0, {}^6G^h) \wedge R_{82}^n({}^8x_1^0, {}^6D^h) \wedge R_{89}^n({}^8x_1^0, {}^9x_1^0) \wedge \\ \wedge R_{82}^n({}^8x_1^0, f) \wedge R_{82}^n({}^8x_1^0, kp) \wedge R_{82}^n({}^8x_1^0, kt) \wedge \\ \wedge {}^5R_{10\ 8}^n(p_D, {}^8x_1^0) \wedge {}^1R_{88}^n({}^8X_1^0, {}^8X_1^0) \wedge R_{82}^n({}^8x_1^0, {}^2O^h), \quad (1)$$

где p^h — концептуальная модель однородной диагностической задачи; ${}^8x_1^0$ — «однородная задача»; ${}^6G^h, {}^6D^h$ — цель и исходные данные диагностической задачи соответственно; ${}^9x_1^0$ — метод $METh$, модель MOD^h , алгоритм, программа; классификатор K^h включает одну из характеристик: f, kp, kt — фаза подзадачи, класс переменных и класс задачи соответственно; R^{st} — иметь «задача — состояние»; R_{82}^n — иметь «задача — свойство»; R_{89}^n — «иметь метод»; ${}^5R_{10\ 8}^n, {}^1R_{88}^n$ — отношение включения, заданное на множестве пар «диагностическая проблема — задача», и отношение декомпозиции, заданное на множестве задач P^h , соответственно; ${}^2O^h$ — спецификатор задач включает: 1) идентификаторы функциональных и технологических задач из декомпозиции P^h диагностической проблемы; 2) свойства однородной проблемной среды в соответствии со стратифицированной (многоуровневой) моделью консилиума специалистов [6] определяют страту S_k (параметрическая, потоковая или ситуационная страта), на которой решается диагностическая подзадача и требуемый для ее решения профессиональный язык экспертов L .

Знаки ПС-методологии ФГиС «ресурс», «свойство», «метод», «состояние», «задача» и «оценка» и отношения на них отображены модифицированными концептуальными картами на рисунке 1.



Рис. 1. Визуализация понятий (а) и отношений (б)

Используя введенные обозначения (рис. 1) и схему (1), построим ролевую визуальную модель задачи (рис. 2). На рисунке 2 петли не отображены.

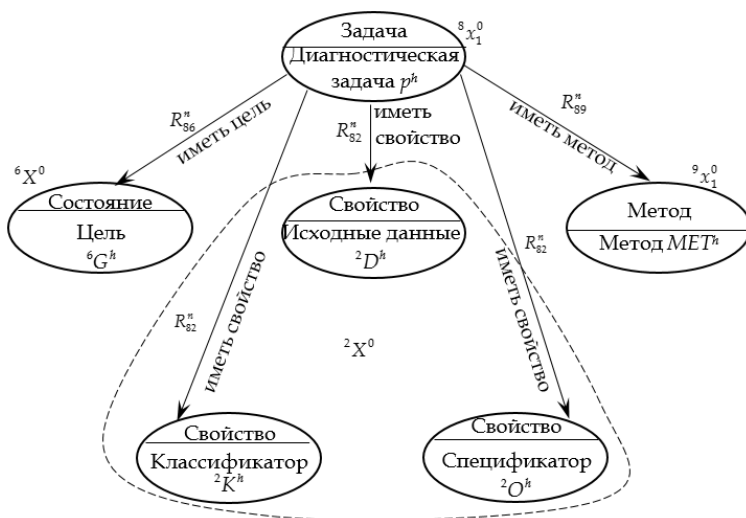


Рис. 2. Ролевая визуальная модель однородной диагностической задачи

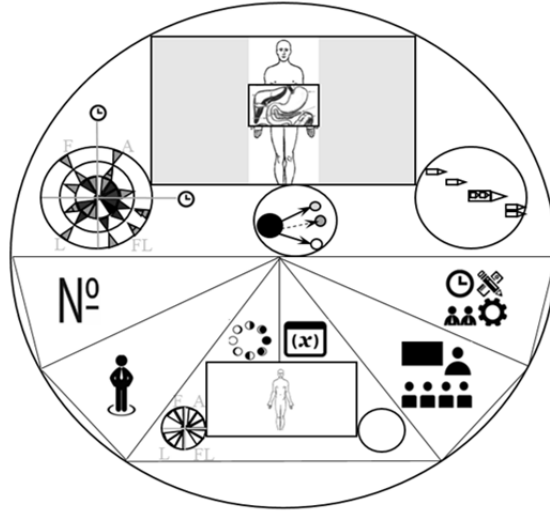
Используя введенные базисные символы, ролевые визуальные отношения и схему (1), построим релевантную ей предметно-изобразительную модель диагностических задач: функциональных (рис. 3, а) и технологических (рис. 3, б).

Внешняя окружность на рисунках 3, а, б символизирует задачу как информацию о субъективном представлении специалиста-врача.

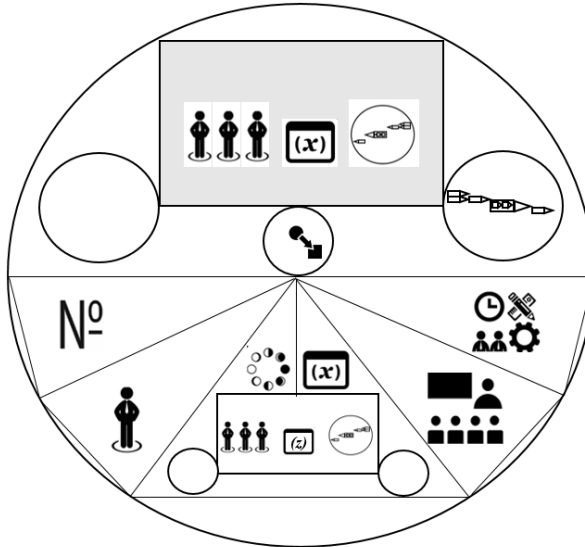
На рисунке 3, а окружность разделена на верхнюю и нижнюю половины. В верхней расположено изображение цели — диагноза и совокупности симптомов, а также множества действий (план диагностики), которые позволили поставить промежуточный диагноз. Под изображением цели расположено изображение метода решения задачи классификации состояния здоровья пациента — окружность с пиктограммой «состояние — состояние здоровья пациента», что символизирует визуальное мышление. Вместо пиктограмм на рисунке 3 может быть и текст. В верхней части слева окружность с часами на осях — это графиче-



ческое представление существенных для решаемой на данной фазе диагностики задачи параметров, качественных нечетких характеристик ресурсов (ролевые визуальные отношения «свойство – ресурс»).



а



б

Рис. 3. Предметно-изобразительные модели однородных диагностических задач:
а – функциональных; б – технологических

Каждой фазе соответствует своя окружность (отсчет идет от центра с момента поступления пациента – первая фаза обследования), внутри



которой отображены свойства — показатели состояния здоровья пациента. Сопоставление с нормальными значениями показателей отображается цветом треугольников: зеленый — норма; красно-зеленый — возле границы нормы, но ее не превышает, зелено-красный — возле границы нормы и ее превышает; светло-красный — небольшое превышение; ярко-красный — среднее; бардовый — сильное; черный — несовместимо с жизнью. Треугольники, прилегающие друг к другу от фазы к фазе, — это один и тот же показатель, изменение которого существенно для постановки диагноза и отслеживается. Окружности разделяются на четыре квадранта, соответствующих общим этапам диагностики: сбор анамнеза (А), физикальное обследование (F), лабораторное (L) и FL — функциональная и лучевая диагностика (ультразвуковое исследование, разные виды компьютерной и магнитно-резонансной томографии, позитронно-эмиссионная компьютерная томография и т.д.). Окружность в верхней части фигуры справа — это графическое высказывание о ролевом визуальном отношении «действие — действие» («быть одновременно», «следовать друг за другом»), символы действий изображены без детализации.

Внутри окружности, в нижней ее половине, расположены изображения свойств задачи: по центру изображение текущего состояния объекта (исходные данные) и слева направо расположены идентификатор, свойства эксперта, решающего задачу, фаза, переменные, свойства среды разработки, свойства диагностической ситуации. Изображение цели залито серым фоном, чтобы подчеркнуть ее важность (вес).

На рисунке 3, б предметно-изобразительной модели технологических диагностических задач окружность также разделена на две части. В верхней части изображено целевое состояние объекта управления (цели), которое должно быть достигнуто в результате решения задачи. Под изображением цели расположено изображение метода решения задачи — окружность с пиктограммой «преобразование форм», что символизирует визуальное мышление. Внутри окружности, в нижней ее половине, изображены свойства задачи, аналогичные рисунку 3, а.

Далее проинтерпретируем схему концептуальных моделей метода решения однородной диагностической задачи p^h (5.12) из [2] в терминах ЯООС (метод рассматривается как целое со своими свойствами):

$$MET^h = {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}X_1^0) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}X_2^0) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}X_3^0) \vee {}^1R_{93}^n({}^9x_1^0, {}^3X_1^0) \vee {}^1R_{93}^n({}^9x_1^0, {}^3X_2^0) \vee {}^8R_{98}^n({}^9x_1^0, p^h) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^2O^m), \quad (2)$$

где ${}^9x_1^0$ — «метод решения однородной задачи диагностики»; ${}^{22}X_1^0 \subseteq {}^2X^0$ — классификатор, свойство-характеристика с множеством значений: ${}^{22}x_{1A}^0$ — «аналитический», ${}^{22}x_{1ST}^0$ — «статистический», ${}^{22}x_{1S}^0$ — «символьный», ${}^{22}x_{1K}^0$ — «коннекционистский», ${}^{22}x_{1E}^0$ — «эволюционный»; ${}^{22}X_2^0 \subseteq {}^2X^0$ — модель, свойство-характеристика с множеством значений: ${}^{22}x_{2BB}^0$ — «черный ящик», ${}^{22}x_{2QS}^0$ — «система массового обслуживания», ${}^{22}x_{2AC}^0$ — «система автоматического управления», ${}^{22}x_{2IE}^0$ — «условие — дей-



ствие», ${}^{22}x_{2GB}^0$ – «серый ящик», ${}^{22}x_{2E}^0$ – «эволюция», ${}^{22}x_{2SD}^0$ – «ситуация – решение»; ${}^{22}X_3^0 \subseteq {}^2X^0$ – язык описания, свойство-характеристика с множеством значений: ${}^{22}x_{3EQ}^0$ – «уравнения», ${}^{22}x_{3AL}^0$ – «алгоритм», ${}^{22}x_{3PR}^0$ – «продукции», ${}^{22}x_{3M}^0$ – «матрицы» и др.; ${}^3X_1^0 \subseteq {}^3X^0$ – процедура получения решения (действия): ${}^3x_{1DC}^0$ – «прямой» и ${}^3x_{1BC}^0$ – «обратный вывод» (экспертные системы, ЭС), ${}^3x_{1DEP}^0$ – «прямое распространение» (искусственные нейронные сети), ${}^3x_{1FI}^0$ – «нечеткий вывод», ${}^3x_{1ME}^0$ – «методы решения уравнений», ${}^3x_{1CT}^0$ – «машинные эксперименты» с генетическим или моделирующим алгоритмом, ${}^3x_{1EX}^0$ – методы установления соответствия на множествах прецедентов, поиска аналогов и сохранения новых единиц опыта в памяти и др.; ${}^3X_2^0 \subseteq {}^3X^0$ – процедура обучения (действия): ${}^3x_{2BP}^0$ – «обратное распространение», ${}^3x_{2K}^0$ – «алгоритм Кохонена», ${}^3x_{2NP}^0$ – «непараметрическое обучение» и др.; ${}^2O^m$ – спецификатор, то есть схема ролевых концептуальных моделей, определяющая погрешность решения, гибридные возможности (количественные экспертные оценки потенциала комбинирования с другими методами, см.: табл. 8.6 в [7]), а также знания о преимуществах и недостатках; ${}^1R_{92}^n$, ${}^1R_{93}^n$ – отношения определения; R_{98}^n – отношения предназначения. Отношения определения «метод – метод» ${}^1R_{99}^n$ и «метод – свойство» ${}^1R_{92}^n$ рассматриваются, поскольку методы – это объекты-прототипы и подлежат анализу в ходе дальнейшей гибридизации в рамках ПС-методологии.

Используя введенные на рисунке 1 обозначения и схему (2), построим ролевую визуальную модель задачи (рис. 4).

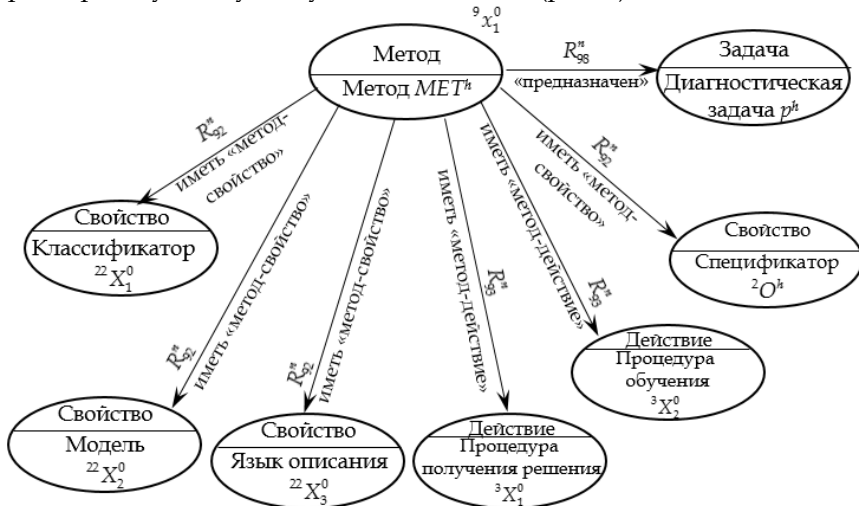


Рис. 4. Ролевая визуальная модель метода решения однородной диагностической задачи



Модель на рисунке 4 — это представления, в пределах которых метод «работает» (аналитические, статистические и т. д.). Язык описания (рис. 4) — альтернативное средство для записи модели, форма ее существования. Процедура (рис. 4) — упорядоченная совокупность действий (вычислений) для поиска решений на модели. В разнообразии методов выполнения этих действий скрыто разнообразие их свойств на макроуровне (2). Петли на рисунке 4 не отображены.

Схему ролевых концептуальных моделей микроуровневого представления метода, специфицирующей метод как отношения его составных частей (язык, модель и процедура), рассматривать не будем, поскольку в рамках исследования во внимание берутся только те ситуации, когда для всех однородных диагностических задач из декомпозиции диагностической проблемы можно подобрать соответствующий релевантный базисный метод решения: символьные методы (нечеткие системы и экспертные системы), адаптивные методы (генетические алгоритмы и искусственные нейронные сети), статистические, аналитические, методы моделирования рассуждений на основе опыта.

Используя введенные базисные символы, ролевые визуальные отношения и схему (2), построим релевантную ей предметно-изобразительную модель диагностических задач.

Ролевое визуальное отношение «метод — задача» (рис. 5) лежит в основе схемы-изображения. Задача здесь — это задача классификации состояния здоровья пациента, чаще всего множественной. Ее схема — окружность с пиктограммой «состояние объекта — состояние здоровья пациента» аналогично пиктограмме на рисунке 3, а.

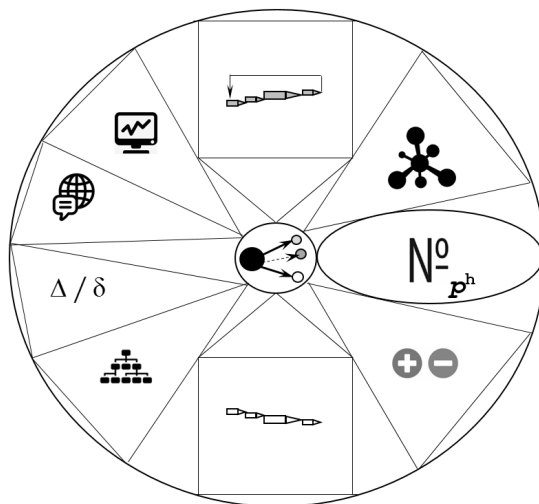


Рис. 5. Предметно-изобразительная модель методов решения однородных функциональных диагностических задач

В окружность на рисунке 5 интегрированы шесть ролевых визуальных отношений «метод — свойство»: основанием треугольнички касаются внешней окружности, а вершиной — изображения задачи (внутренней окружности). Такое расположение задает направление ролевого визуального отношения — «от метода к задаче».



На рисунке 5 в верхней части изображен символ действия, раскрывающий процедуру обучения, в нижней части – символ действия, раскрывающий процедуру получения решения. Слева от символа задачи вписаны треугольники, отображающие свойства метода (сверху вниз): модель и язык описания, погрешность и классификатор. Справа от символа задачи (сверху вниз): 1) гибридные возможности метода, при этом метод в центре, а расстояние до других методов прямо пропорционально количественным экспертным оценкам потенциала его комбинирования с ними (см.: табл. 8.6 в [7]); 2) идентификаторы задач, для решения которых он подходит; 3) преимущества и недостатки метода. У каждой пиктограммы есть множество принимаемых значений (графических или символьных), заданных в соответствии со схемой (2).

Для технологических однородных диагностических задач схема-изображение аналогична представленной на рисунке 5, за исключением основы – ролевого визуального отношения «метод – задача». Здесь это окружность с пиктограммой «преобразование форм» (рис. 3, б).

Метод формирования схемы-изображения концептов методов решения однородных диагностических задач (элементов декомпозиции диагностической проблемы)

Предлагаемый метод базируется на исследованиях Б. А. Кобринского [8–10] по включению визуально-образных представлений в медицинские базы знаний и на разных этапах принятия решения. Для формирования схем-изображений предлагается разработать в рамках расширенного логико-лингвистического подхода экспертную систему формирования схем-изображений (ЭССИ) – статическую продукционную ЭС с включением в правые части базы знаний пиктограмм и базисных визуальных символов. Характеристики модели экспертной системы представлены в таблице.

Характеристики модели экспертной системы формирования схем-изображений методов решения однородных диагностических задач

Характеристики экспертной системы	Значения характеристик ЭССИ
Тип	Статическая
Задача	Синтез схем-изображений методов решения однородных диагностических задач
Размерность лингво-образной базы знаний	40
	Правила вида «Если <условие>, то <действие>»
Размерность базы фактов	76
	Символьные и образные описания ресурсов задачи формирования схем-изображений методов решения однородных диагностических задач
Механизм рассуждений	Рассуждения в прямом направлении
Механизм разрешения конфликтов	Выборочная стратегия



Концептуальная модель ЭССИ построена на базе (2):

$$met_e^h = {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}x_{1S}^0) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}x_{2IE}^0) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^{22}x_{3PR}^0) \vee \\ \vee {}^1R_{93}^n({}^9x_1^0, {}^3x_{1DC}^0) \vee {}^8R_{98}^n({}^9x_1^0, p_{si}^h) \vee {}^1R_{92}^n({}^9x_1^0, {}^2O^m), \quad (3)$$

где ${}^9x_1^0$ — «метод решения задачи формирования схем-изображений p_{si}^h »; класс ${}^{22}x_{1S}^0 \subset {}^{22}X_1^0 \subseteq {}^2X^0$ — «символьный»; модель ${}^{22}x_{2IE}^0 \subset {}^{22}X_2^0 \subseteq {}^2X^0$ — «условие — действие»; язык описания ${}^{22}x_{3PR}^0 \subset {}^{22}X_3^0 \subseteq {}^2X^0$ — «продукции»; процедура получения решения ${}^3x_{1DC}^0 \subset {}^3X_1^0 \subseteq {}^3X^0$ — алгоритм прямого вывода; ${}^2O^m = \langle {}^2o_1^m, \dots, {}^2o_4^m \rangle$ — спецификатор: ${}^2o_1^m$ — погрешность решения (для ЭС отсутствует); ${}^2o_2^m = {}^{99}R_{comb}(MET_e^h, MET_a^h, 6) \vee {}^{99}R_{comb}(MET_e^h, MET_p^h, 7) \vee {}^{99}R_{comb}(MET_e^h, MET_g^h, 6) \vee {}^{99}R_{comb}(MET_e^h, MET_f^h, 6)$ — гибридные возможности, заданы отношениями комбинирования на множестве классов методов и множестве экспертных оценок [7] потенциала комбинирования экспертных систем (e) и аналитических (a) / предобработки данных (p) / генетических алгоритмов (g) / нечетких систем (f); знания о преимуществах ${}^2o_3^m$ и недостатках ${}^2o_4^m$; ${}^1R_{92}^n, {}^1R_{93}^n$ — отношения определения; R_{98}^n — отношения предназначения. Отношения определения «метод — метод» ${}^1R_{99}^n$ и «метод — свойство» ${}^1R_{92}^n$.

Модель вычисления у ЭССИ следующая:

$$mod_e^h = \langle KB_{si}, FB_{si}, RB_{si}, I_e, R_e \rangle, \quad (4)$$

где KB_{si} — база знаний, фиксирующая знания о соответствии множества заполненных предикатов из (2) и множеств пиктограмм и базисных визуальных символов, а также множества координат их размещения на схеме-изображении метода решения функциональной или технологической однородной диагностической задачи; FB_{si} — база фактов ЭС как множество связанных или не связанных друг с другом как символьных, так и образных выражений, задающих декларативную информацию о предметно-изобразительных моделях необходимую и достаточную для решения задачи p_{si}^h ; RB_{si} — база выводов, формируемая I_e в ходе работы и содержащая информацию о причинах изменений в FB_{si} и комментарии, внесенные в KB_{si} для объяснений, причем $RB_{si} \subseteq KB_{si}$; $I_e = \{I_{e1}, I_{e2}, I_{e3}, I_{e4}\}$ — стратегия управления (или интерпретатор), включающая интерпретаторы выбора из KB подмножества $KB_{si}^a \subseteq KB_{si}$ активных правил, сопоставления с образцом для правил из KB_{si}^a , разрешения конфликтов правил, выполнения правила соответственно, работающие по схеме $I_{e1} \rightarrow I_{e2} \rightarrow I_{e3} \rightarrow I_{e4}$; R_e — системообразующие отношения экспертной системы: иметь в составе, быть действием, иметь средством, иметь результатом, иметь свойством, раньше чем.



Заключение

В рамках данной работы были введены концепты «задача» и «метод», предложены их схемы-изображения. Концепты описаны в терминах ЯООС А. В. Колесникова для предикативного кодирования словесно-вербальных знаний о предметной области и субъекте моделирования. Также предложены метод и модель формирования схем-изображений методов решения элементов диагностической проблемы разного типа как однородных диагностических задач схемы-изображения. Следующим этапом исследования будет реализация и тестирование описанного метода, а также разработка языка вербально-знаковых высказываний индивидуальной деятельности по решению диагностических задач и подзадач, определению предметных решений, поиску диагностических связей и устранению скомпенсированных затруднений, а также языка описания коллективной деятельности по преодолению диагностических проблем.

72

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-00250А «Субъектно-ориентированное моделирование образа проблемной ситуации медицинской диагностики методами и средствами гибридных интеллектуальных систем».

Список литературы

1. Спиридонов В. Ф. Психология мышления: решение задач и проблем. М., 2006.
2. Колесников А. В., Кириков И. А. Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. М., 2007.
3. Румовская С. Б., Литвин А. А. Концептуально-визуальный базис функциональных гибридных интеллектуальных диагностических систем // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2019. №3. С. 91–98.
4. Румовская С. Б., Колесников А. В., Литвин А. А. Визуальный метаязык описания решения диагностических проблем // Системы и средства информатики. 2019. Т. 29, №4. С. 39–49. doi: 10.14357/08696527190404.
5. Kolesnikov A., Jasinski E., Rumovskaya S. Predicative representations of relations and links of the intellectual operational-technological control in complex dynamic systems // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems: Research Papers Collection. 2020. №4. P. 43–50.
6. Румовская С. Б. Исследование методов поддержки принятия коллективных диагностических решений и разработка инструментальных средств «Виртуальный консилиум» (на примере диагностики артериальной гипертензии): дис. ... канд. техн. наук. М., 2017.
7. Колесников А. В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / под ред. А. М. Яшина. СПб., 2001.
8. Кобринский Б. А. Значение визуальных образных представлений для медицинских интеллектуальных систем // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. №3. С. 3–8.
9. Кобринский Б. А. Образные представления специалиста и проблема их отражения в интеллектуальных системах // Открытые семантические техноло-



гии проектирования интеллектуальных систем (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems – OSTIS-2012) : матер. II Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 2012. С. 53 – 62.

10. Кобринский Б.А. Аргументация и когнитивная графика в медицинской диагностической системе // XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 : тр. конф. : в 3 т. Смоленск, 2016. Т. 2. С. 259 – 265.

Об авторах

София Борисовна Румовская – канд. техн. наук, науч. сотр., Калининградский филиал федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Россия.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Александр Васильевич Колесников – д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Андрей Антонович Литвин – д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; зам. главного врача по медицинской части Калининградской ОКБ, Россия.

E-mail: aalitvin@gmail.com

The authors

Dr Sophiya B. Rumovskaya, Associate Professor, Research Fellow, Kaliningrad Branch of the FRC «Computer Science and Control» of the RAS, Russia.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Prof. Alexander V. Kolesnikov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Prof. Andrey A. Litvin, Immanuel Kant Baltic Federal University; Chief Medical Officer, Kaliningrad Regional Clinical Hospital, Russia.

E-mail: aalitvin@gmail.com