

13. On the concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period till 2020 (together with the Concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period till 2020). The decree of the RF Government no. 1662-R of 17.11.2008. *KonsultantPlyus* [ConsultantPlus]. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=law & n = 90601 & req = doc> (accessed 10.03.2015).

14. Ponkin I. V. Ponyatie publichnykh uslug [The concept of public services]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. M. Dostoevskogo. Seriya. Pravo* [Bulletin of the Omsk F. M. Dostoevsky State University. Series. Law], 2014, vol. 1 (38), pp. 134–138.

15. Senyugina I. A., Manuilova V. V. Znachenie otsenki kachestva vysshego obrazovaniya pri razrabotke strategii vysshih uchebnykh zavedeniy [The Value of assessing the quality of higher education in the development strategy of higher education institutions]. *Kant* [Kant], 2014, vol. 1 (10), pp. 125–129.

16. Sidunova G. I., Shestak D. A. Razvitiye publichnogo upravleniya v Rossii [Development of public administration in Russia]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Proceedings of the Volgograd State Pedagogical University], 2012, vol. 3, pp. 116–119.

17. Tyutin D. V. Evolyutsiya novogo gosudarstvennogo upravleniya: logika effektivnosti, rezul'tativnosti i menedzhmenta publichnykh tsennostey [Evolution of new public management: the logic of efficiency, effectiveness and management of public values]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [The Theory and Practice of Social Development], 2014, vol. 5, pp. 179–181.

18. Khalilov M. A. Effektivnost publichnogo upravleniya v Rossiyskoy Federatsii [The effectiveness of public administration in the Russian Federation]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami* [The Management of Economic Systems], 2014, vol. 1. Available at: <http://www.uccs.ru/uccs61-612014/item/2703-2014-01-15-08-42-13> (accessed 05.03.2015).

19. Chirkin V. Ye. *Publichnoe upravlenie* [Public management], Moscow, Lawyer Publ. House, 2004. 475 p.

20. Shestak D. A. O sootnoshenii ponyatiy «demokratiya», «publichnoe upravlenie» i «grazhdanskoe obshchestvo» v sovremennoy Rossii [On the relationship between the concepts of "democracy", "public administration" and "civil society" in modern Russia]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Proceedings of the Volgograd State Pedagogical University], 2014, vol. 3 (88), pp. 149–152.

21. Yakobson L. I. Gosudarstvennoe upravlenie i predstavitel'stvo interesov [Governance and representation]. *Problemy analiz i gosudarstvenno-upravlencheskoe proektirovanie* [Problem Analysis and State Government Planning], 2010, vol. 1, pp. 107–108.

УДК:004.823:004.82

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРЕЙМОВО-ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Статья поступила в редакцию 20.01. 2015, в окончательном варианте 17.02. 2015

Батырканов Жениш Исакунович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, Кыргызский технический университет им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: bjenish@mail.ru

Боскебеев Калычбек Джетмишбаевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом науки и международных связей, Кыргызский технический университет им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира 66, E-mail: kboskebeev@mail.ru

Рассмотрена проблематика построения интеллектуальной информационной системы (ИИС) для управления производственным предприятием (ПП). Анализируется применение гибридной фреймово-продукционной модели представления знаний при организации управления ПП и принятии интеллектуальных решений. В рамках ИИС в интеллектуальном преобразователе ИИС используется модуль принятия решений, который может рассматриваться как самостоятельный элемент. Способ решения возникшей проблемы реализуется в блоке интеллектуального решателя, получающего и обрабатывающего информацию о внешней среде из базы знаний ИИС. В качестве базовой методики (объектно-ориентированный метод) реализации ИИС предложено применение подхода на основе визуального программирования. Оно позволяет привлечь к разработке ИИС эксперта в соответст-

вующей предметной области, что положительно влияет на соответствии функционала разработки необходимому результату. Такой подход также позволяет реализовать основы технологии быстрого прототипирования путем применения компонентно-ориентированной архитектуры разработки. В свою очередь это позволяет увеличить количество итераций проектирования ИИС и, как следствие, обеспечить более точную настройку системы. В статье приведен прототип программных средств; описан алгоритм работы подсистемы анализа финансово-экономических показателей ПП.

Ключевые слова: фрейм, слоты, продукционная модель, база знаний, база данных, база правил, принятие решений, интеллектуальные системы, модель мира системы, финансовые экономические показатели, производственное предприятие

BE FRAMING-PRODUCTION KNOWLEDGE REPRESENTATION MODEL OF ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEMS

Batyrkanov Zhenish I., D.Sc. (Engineering), Professor, Vice Rector for Research and Foreign Relations, Kyrgyz Technical University named after I. Razzakov, 66 Mir Ave., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: bjenish@mail.ru

Boskebeev Kalychbek D., Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Science and International Relations, Kyrgyz Technical University named after I. Razzakov, 66 Mir Ave., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: kboskebeev@mail.ru

Problems of creation of the intellectual information system (IIS) for business management are considered. Using for this purpose hybrid frame and productional models of representation knowledge for using at business management and adoption of intellectual decisions are analyzed. The decision-making modules which can be considered as an independent element is used for manage of management system object in the intelligent converter. The way of the solution of the arisen problem is realized in the block of the intellectual solver receiving and processing information on environment from the knowledge base of information system. As a basic technique (object – focused method) of realization IIS using of approach on the base visual programming is offered. Visual programming will allow involving in development of the expert project of subject domain that will be reflected positively in compliance functionality of the projected IIS to the expected result. Such approach, also realizes bases of technology of fast prototyping by using of the component-focused architecture that will allow to increase number of IIS design iterations and to carry out more exact settings of a system. The prototype of software, the algorithm of work a subsystem analysis of the financial economic results of the enterprise is described in article.

Keywords: frame, slots, productional model, knowledge base, database, base of rules, decision-making, intellectual systems, world model of system, financial economic results

Обеспечение эффективности управления предприятиями в рыночных условиях требует качественной поддержки принятия управленческих и иных видов решений. Для этой цели могут применяться интеллектуальные информационные системы (ИИС), основанные на использовании баз знаний (БЗ); статистического материала о работе предприятий; показателях состояния экономики. При этом использование стандартных методов инженерии знаний имеет некоторые особенности, связанные со спецификой деятельности предприятий различных отраслей. Поэтому данная статья преследует две основные цели: рассмотреть некоторые теоретические вопросы, связанные с накоплением и использованием БЗ в ИИС, предназначенных для поддержки принятия решений по управлению производственным предприятием (ПП); показать вариант практической реализации предлагаемых подходов в виде разработанного авторами программного средства.

Теоретические вопросы, относящиеся к накоплению и использованию знаний в ИИС, связанной с управлением ПП. Модель представления знаний в ИИС основывается на формализме [1]. В ИИС, которая рассматривается в данной статье, предлагается трехуровневая структура базы знаний (БЗ). Нижний уровень БЗ составляет модель мира системы (ММС) [9], в которой отражены в основном декларативные и фактографические знания о

проблемной области, пользователях системы и предприятии. Для представления таких знаний в ММС предлагается использовать фреймовый формализм. Это связано с тем, что вербальные знания экспертов о структуре и строении предметной области имеют иерархический, взаимосвязанный и вложенный характер [7].

Второй уровень БЗ составляет база правил (БП) принятия решений, где сосредоточены в основном знания, имеющие процедурный характер. В этих продукционных правилах аккумулированы знания экспертов-специалистов о ситуациях управления, о причинах простоев оборудования и о необходимых действиях в этих ситуациях. База правил структурирована в соответствии с особенностями предметной области и состоит из пакетов правил. Каждый такой пакет является независимой продукционной системой.

Верхним уровнем БЗ являются метазнания, в которых отражена информация о структуре и характере знаний ММС. Находящиеся здесь метаправила позволяют осуществить переход от одного пакета правил в базе правил к другому. Наличие метазнаний позволяет существенно облегчить процессы создания, отладки и поддержания в актуальном состоянии обширной БЗ для такой сложной предметной области, как ПП с дискретным характером выпуска продукции. На основе иерархичности БЗ, при проектировании рассматриваемой в статье ИИС реализуется трехуровневая структура, которая показана на рисунке 1 [2].

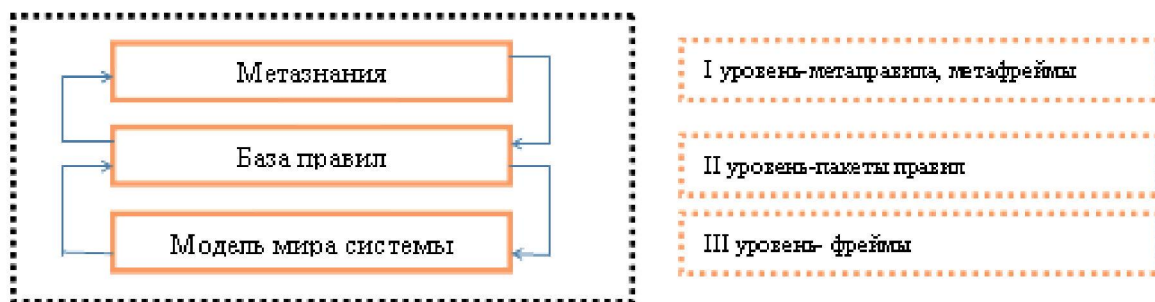


Рис. 1. Структура базы знаний ИИС

В общем случае модель представления знаний может быть определена как четверка объектов [3]:

$$C = \langle F, P, M, I \rangle,$$

где F – модель мира системы (фреймы); P – база правил; M – метазнания; I – механизм вывода.

Тогда ММС определяется как множество фреймов:

$$F = \{f_i\}, i = 1, 2, \dots, Z$$

Каждый фрейм определяется как:

$$f_i = \langle N^{f_i}, S^{f_i} \rangle,$$

где: N^{f_i} – имя фрейма; S^{f_i} – слоты фрейма f_i .

Слоты представляют собой множество:

$$S^{f_i} = \{S_j^{f_i}\}, j = 1, 2, \dots, J.$$

Каждый слот является тройкой:

$$S_j^{f_i} = \langle L_j^{f_i}, V_j^{f_i}, U_j^{f_i} \rangle,$$

где $L_j^{f_i}$ – наименование слота $S_j^{f_i}$; $V_j^{f_i}$ – значение слота $S_j^{f_i}$; $U_j^{f_i}$ – достоверность значения слота $S_j^{f_i}$.

База правил представляет собой множество пакетов правил:

$$P = (p_k) k = 1, 2, \dots, K.$$

Каждое правило определяется как пятерка объектов:

$$p_k = \langle N^{p_k}, A^{p_k}, K^{p_k}, W^{p_k}, E^{p_k} \rangle,$$

где N^{p_k} – имя правила p_k ; A^{p_k} – антецедент (условие) применения правила p_k ; K^{p_k} – консеквент (действие) правила p_k ; W^{p_k} – вес правила p_k ; E^{p_k} – объяснение правила p_k . Антецедент правила определяется как упорядоченное множество:

$$A^{p_k} = \{A_m^{p_k} \mid m = 1, 2, \dots, M\},$$

где $A_m^{p_k}$ – условный элемент антецедента.

Консеквент правила тоже определяется как упорядоченное множество:

$$K^{p_k} = \{K_n^{p_k}\},$$

где $K_n^{p_k}$ – действия в правой части правила.

Метазнания определяются как:

$$Z = (D^Z, P^Z),$$

где D^Z – декларативные метазнания; P^Z – процедуральные метазнания.

Декларативные метазнания представляют собой множество:

$$D^Z = \{F_l^Z\}, l = 1, 2, \dots, L,$$

где F_l^Z – метафрейм.

Процедуральные метазнания представляют собой множество:

$$P^M = \{P_s^M\}, s = 1, 2, \dots, S,$$

где P_s^M – метаправило.

Механизм вывода определяется как множество способов рассуждений:

$$I = \{I_r\}, r = 1, 2, \dots, R,$$

где I_r – способ рассуждений.

Вышеописанную формальную модель можно использовать при анализе БЗ в любой предметной области.

На рисунке. 2 приведен фрагмент реализации БЗ в ИИС. На первом уровне БЗ (в ММС) сосредоточены знания о структуре ПП [10], его связях с внешним миром; индивидуальные модели пользователей, включая их информационные потребности, круг решаемых задач и другие особенности. Объекты ММС – администрация ПП; конструкторское бюро; технологическое бюро; финансовый отдел; цех; станки в виде вложенных фреймов, в слотах которых содержится различная информация фактографического и процедурного характера, характеризующая объекты.

Первый и второй слоты всегда имеют жестко закрепленную семантику (имя фрейма и его обобщенное значение – характеристику). Другие слоты могут также иметь конкретную смысловую интерпретацию для данной предметной области. Например, они могут иметь вид «входит в», «состоит из», «является разновидностью». С их помощью могут быть организованы (представлены) иерархические, родовидовые и другие отношения между объектами.

База правил структурирована и состоит из пакетов правил, которые соответствуют миру ИИС. Содержание и границы мира определяет какой-либо один взгляд на предметную область. Например, возможны миры «Организационная структура предприятия», «Цеха», «Станки», «Связи объектов». Правила представлены в виде продукций:

$$\text{Если } A^1, \text{ и } A^2, \dots, \text{ и } A^M \text{ тогда } K^1, \text{ и } K^2, \dots, \text{ и } K^N,$$

где A^M – фрейм-образец (и значения его слотов), по которому происходит сопоставление с фреймами из ММС (в рабочей области); K^N – действие, приводящее (в общем случае) к изменению ММС и базы правил.

Структура (шаблон) запроса к ИИС в общем случае имеет вид:
код объекта, код ситуации, значения параметров.

Каждая часть запроса представлена наборами значений X , определяющими объект, его состояние и характеристики. (На рисунке 2 – это $X^1, X^2, \dots, X^k$).

Действия в правой части правил могут быть классифицированы следующим образом:

1. Создание, удаление или модификация фрейма.
2. Выдача сообщения пользователю на терминал.
3. Ввод данных с терминала пользователя.
4. Получение информации из базы данных.
5. Занесение или удаление из базы правил конкретного правила или пакета правил.
6. Прекращение работы механизма вывода и передача управления планировщику.

Выход из одного подмира в другой осуществляется по значениям слота, одинаковым для двух разных фреймов из двух разных подмиров. Таким образом обеспечивается относительная независимость знаний о разных сторонах реальности и возможность накапливать, корректировать или удалять противоречивые (когда знания в разных подмирах противоречат друг другу) и неполные знания.

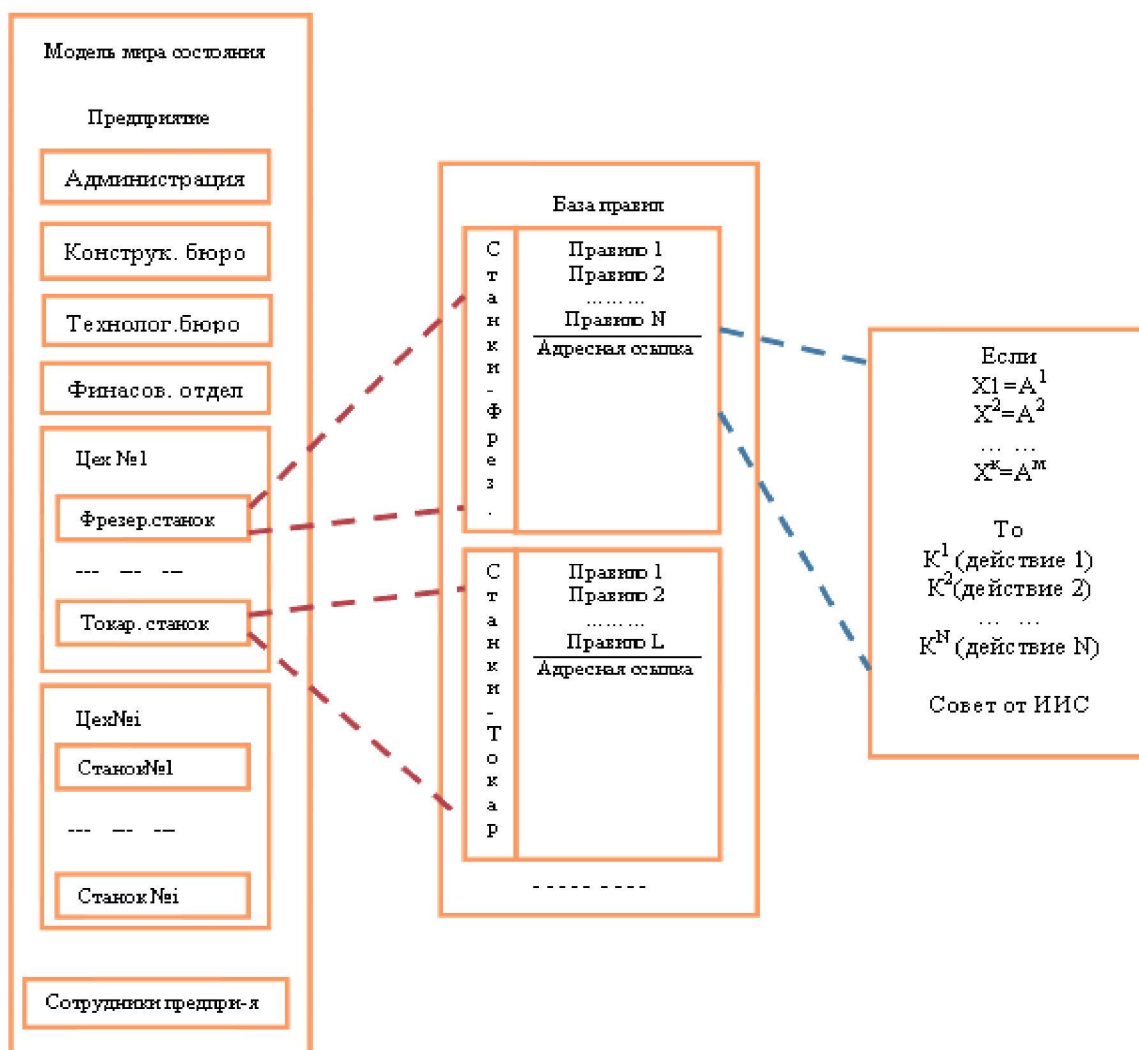


Рис. 2. Структура реализации БЗ в ИИС для предприятия

Механизм вывода решений и рекомендаций в ИИС. Этот механизм реализует общую встраиваемую схему поиска решений. Стратегии управления обеспечивают разнообразное управление в рамках принятой для данной системы схемы механизма вывода. Иными словами, стратегия управления определяет последовательность и содержание действий при реализации механизма вывода. Она может составлять часть метауровня знаний, т.к. является знанием, которое рассуждает о другом знании, содержащемся в системе.

Наиболее часто реализуемый вариант структуры взаимодействия решающих компонентов систем искусственного интеллекта включает БЗ, рабочую область и управляющую структуру.

Механизм вывода в ИС в некоторой степени является отражением структуры БЗ и работает следующим образом. После получения управления от менеджера ПП активизируется верхний уровень БЗ. Метаправила определяют тип запроса к БЗ и формируют цель поиска. Затем определяется пакет правил в базе правил, который должен быть активизирован. Таким образом, выбор осуществляется метаправилами. После этого управление получает пакет правил, который является традиционной продукционной системой.

Механизм вывода в пакете правил состоит из трех этапов: сопоставления правил; разрешения (выбора правила); выполнения правила. Сопоставление заключается в сравнении правил с текущим состоянием ММС. Точнее говоря, происходит сравнение с фреймами-экземплярами элементарных образцов из левой части правил. В результате выполнения этого этапа образуется множество, состоящее из правил, левые части которых сопоставились с фреймами-экземплярами из ММС.

На этапах разрешения и выбора это множество усекается до одного правила на основе системы приоритетов, которая определяет стратегию вывода. На этапе выполнения правила происходит анализ условия, заключающегося в осуществлении действий из правой части правила, выбранного на этапе разрешения. После этого происходит переход к новому этапу сопоставления, и процедура будет циклически продолжаться либо до достижения цели (сформированной метаправилами), либо до тех пор, пока во множестве не останется ни одного правила. После выполнения одного из этих условий управление возвращается на верхний уровень БЗ. На этом уровне метаправила определяют, достигнута ли цель. Если цель не достигнута, то определяется новый пакет правил, выполнение которого может привести к достижению цели. Если же такого пакета нет или цель достигнута, то происходит передача управления планировщику.

Механизм логического вывода в ИИС может быть запущен по двум причинам. В первом случае причиной является поступление запроса от пользователя (применительно к теме статьи – менеджера ПП) на выдачу рекомендаций по действиям в сложившейся ситуации. Во втором случае причиной служит появление информации об объектах из БД и БЗ ИИС. В этом случае механизм вывода запускается по инициативе самой ИИС, осуществляющей режим слежения за ходом бизнес-процесса и при необходимости дающей пользователю рекомендацию или информационное сообщение. Таким образом, повышается оперативность и качество принимаемых решений.

На основе описанной выше фреймово-продукционной модели была разработана подсистема «Анализ финансово-экономических показателей предприятия».

При разработке этой подсистемы преследовалась цель автоматизации проведения системного анализа финансово-экономических показателей ПП. Подсистема предназначена для работы в рамках комплексной автоматизированной системы управления предприятием, построенной на базе системного анализа финансово-экономических показателей.

Предлагаемая подсистема ориентирована на следующие группы лиц, которые могут принимать решения, связанные с управлением предприятием на основе рассчитанных финансовых экономических показателей: директор ПП; руководитель финансовой службы ПП; менеджер ПП, осуществляющий стратегическое управление им.

Для обеспечения функционирования ИИС используются следующие первичные документы: баланс предприятия; отчет о финансовых результатах.

Подпрограмма, реализующая описываемую ИИС, разработана в системе Delphi7, которая является удобной для организации вычислений. С целью формирования базы данных использована СУБД MS SQL Server 2000. Подсистема была создана для работы под управлением операционной системы Windows XP.

Минимальные требования к аппаратным средствам выглядят следующим образом. Процессор Pentium – IV; оперативная память – 256Мб; место на жестком диске – 40 Гб; CD-ROM 32-х. Монитор – 15"; Принтер – HP LJ 6L или аналогичный ему по характеристикам.

Можно считать, что такая конфигурация обладает оптимальным сочетанием технических характеристик и рыночной стоимости. На практике, с учетом того, какая новая техника предлагается сейчас на рынке, такая конфигурация ПЭВМ уже не может быть закуплена. Однако похожие аппаратные требования можно обеспечить в рамках многотерминальной системы, в которой каждому терминалу выделяется определенное место в памяти процессора [4, 5].

Структурная схема взаимосвязей между модулями подпрограммы приведена на рисунке 3. *Модуль формирования правил* организуется отдельно, поскольку эти правила создаются, корректируются и используются по различным принципам и методам, с различной частотой и, что основное, обрабатываются по различным схемам. Если база правил состоит из набора конструкций ЕСЛИ-ТО, позволяющих установить «диагноз» для ПП, то база данных – это «материал» для реализации этих правил.

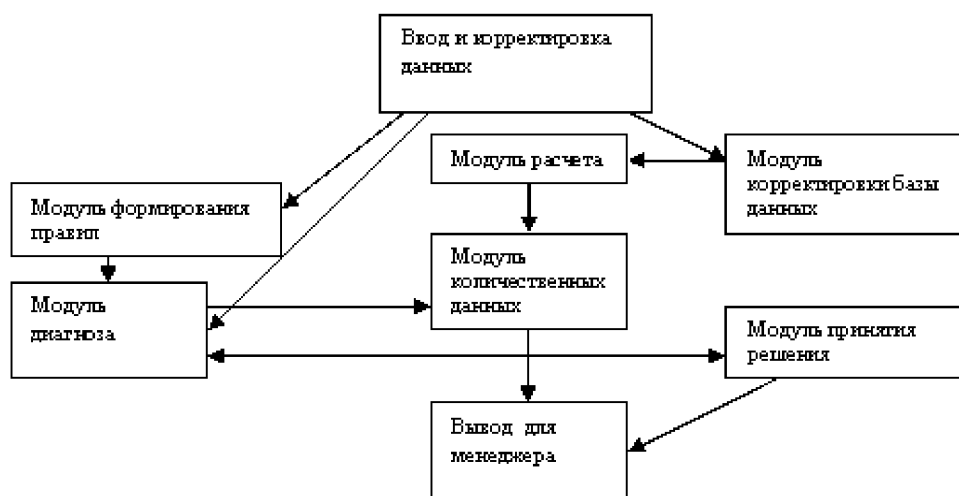


Рис. 3. Структурная схема взаимосвязей между модулями подпрограммы

Модуль диагноза содержит процедуры манипулирования базой правил и базой данных. Выполняются эти процедуры с помощью индикаторных таблиц, таблиц формирования диагноза, таблиц формирования текста для показа результатов системного анализа.

Модуль принятия решения функционирует на основании информации блока диагноза. Его назначение – выдача качественных характеристик состояния предприятия и направлений выхода из создавшейся ситуации (или предотвращения неблагоприятной ситуации).

Модуль количественных данных предполагает выдачу диагноза с конкретными числовыми значениями показателей, которые следует достичь в последующем периоде. С этой целью используется блок расчетов, в котором хранятся требуемые формулы. Объем этого блока значителен, так как для расчета прироста одного показателя, зависящего от одного фактора, необходима одна формула; от двух факторов – две формулы; от трех факторов –

три формулы и т.д. Кроме того, следует учитывать взаимозависимость интегрированных (сводных) показателей, что увеличивает общий объем вычислений. Поэтому все формулы сосредоточены в одном блоке – блоке расчетов.

Модуль корректировки баз данных – стандартный. Принципы и методы реализации операций корректировки общеизвестны и типичны.

Инициализация *блока диагноза* позволяет активизировать работу правил вывода, исходная информация для которых находится в бухгалтерских формах ПП. Для обеспечения функционирования ИИС используются следующие первичные документы: баланс предприятия; отчет о финансовых результатах. Состояние, в котором находится предприятие, должно идентифицироваться с использованием одного из правил на основании доказательства (распознавания) соответствующих условий. В результате выдается номер диагноза для предприятия. По этому номеру с помощью специальных таблиц составляется текст диагноза на естественном языке, и управление передается процедуре оформления принимаемого решения. Выбор номера диагноза носит «четкий характер».

Разработка программного средства, реализующего описанные алгоритмы. Перспективным способом разработки программных средств для описанного алгоритма финансового анализа состояния предприятия является объектно-ориентированный метод, который позволяет создать мощную интерактивную систему, способную к динамическим изменениям.

Для формирования и работы с базой данных была использована СУБД MS SQL Server 2000.

Авторы разработали программное средство в среде Delphi7. Основная форма данного программного средства приведена на рисунке 4.

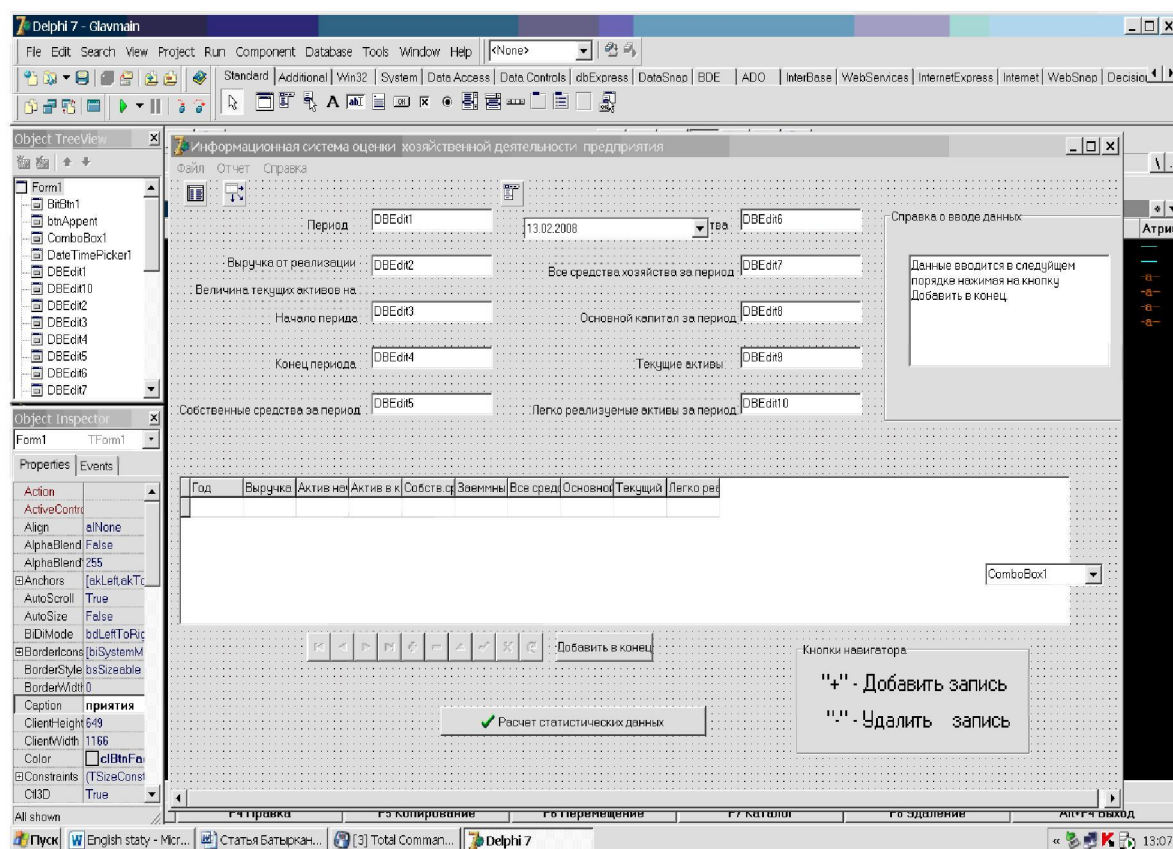


Рис. 4. Главная форма программного средства – предназначена для ввода информации из документа «баланс предприятия»

Фрагмент кода программного средства, реализующий необходимые расчеты, приведен на рисунке 5.

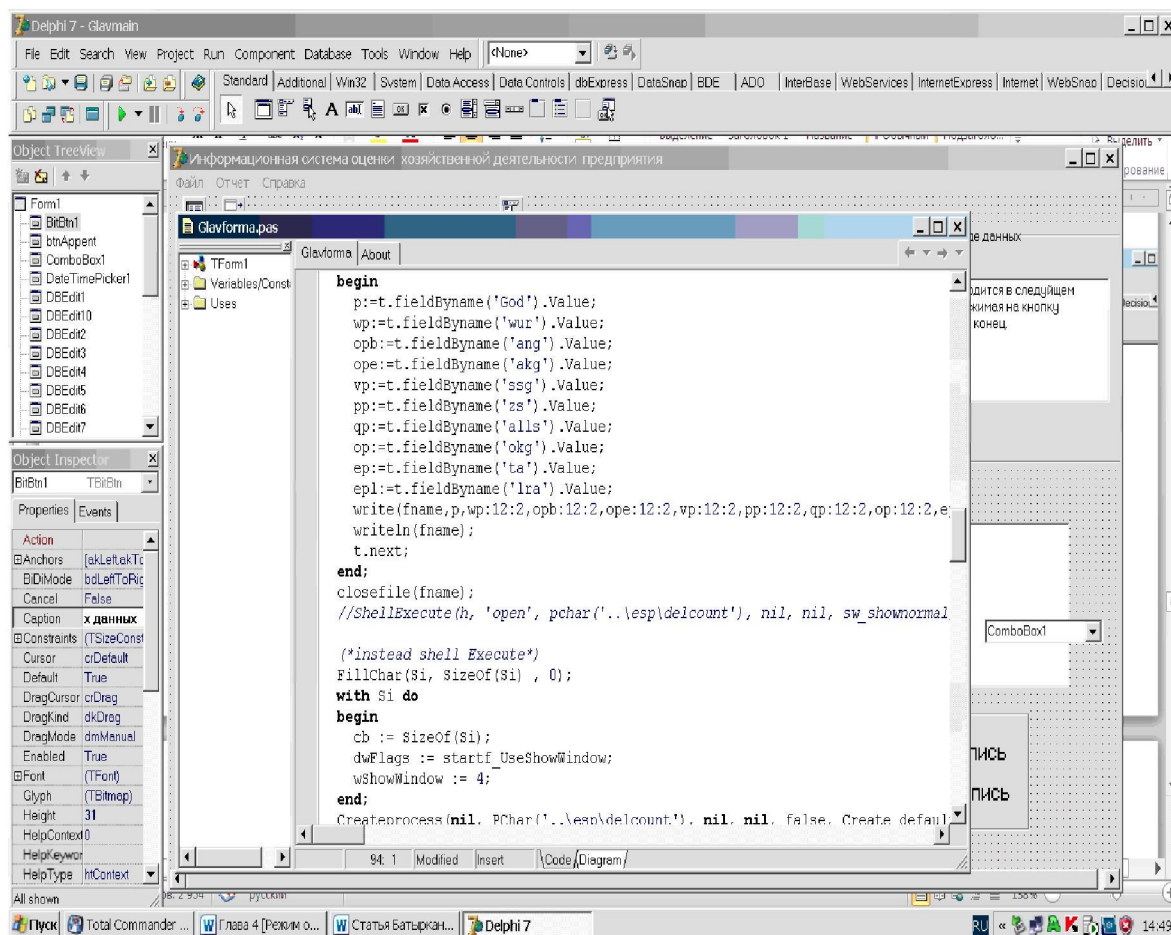


Рис. 5. Фрагмент код программного средства

Методика расчета коэффициентов взята из работы Б. Нилдза и других исследователей [8]. Приведем пример расчета коэффициента покрытия, который характеризует способность предприятия выполнять свои финансовые обязательства:

$$K_p^n = \frac{C_p}{P_p},$$

где K_p^n – коэффициент покрытия, рассчитанный за период p ; C_p – оборотный капитал предприятия за период p ; P_p – краткосрочные обязательства предприятия за период p . Оборотный капитал предприятия определяется по формуле:

$$C_p = E_p - P_p,$$

где E_p – текущие активы за период p .

Ориентировочно для обеспечения финансовой устойчивости ПП этот коэффициент должен быть не меньше 2,0–2,5 [8].

При нажатии кнопки «Расчет статистических данных» осуществляется расчет коэффициентов по статистическим данным за несколько лет (период 1999–2014 гг.). Форма с

расчетными финансовыми показателями работы конкретного ПП за период в несколько лет приведена на рисунке 6.

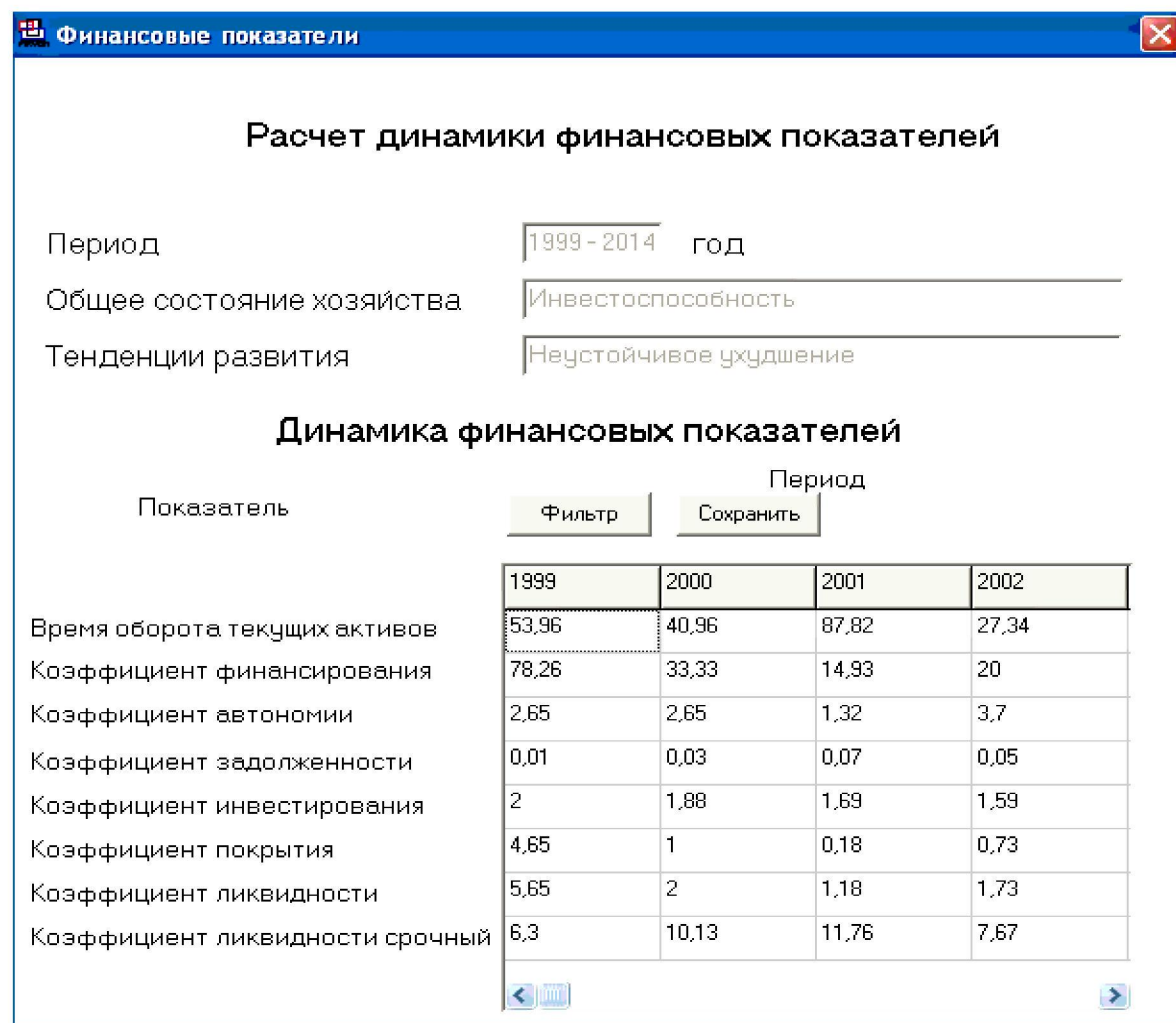


Рис. 6. Расчетные значения финансовых показателей работы ПП за несколько лет

Для объективной оценки работы предприятия [6] статистический временной ряд для значений каждого коэффициента нужно разделить на группы по три элемента в каждой и вычислять средние значения по каждой группе. Затем создается новый ряд, который состоит из средних значений. В дальнейшем этот статистический ряд можно использовать для прогнозирования. Шаг временного ряда может быть квартал или год, когда рассчитывают баланс предприятия. В данной работе расчет коэффициентов ведется исходя из баланса предприятия за год.

По значениям этих коэффициентов пользователю предлагается результат анализа финансовых показателей предприятия, представленный на естественном языке человека (рис. 7) – в сочетании с неизменными частями фраз.

Оценка работы менеджера

Анализ финансовых показателей предприятия

За 2014 год

Общее состояние предприятия(диагноз) Инвестоспособность

Тенденция развития - Неустойчивое ухудшение

Оценка состояния Удовлетворительное

За отчетный период время оборачиваемости текущих активов уменьшилось на 60 дней

Большая часть имущества формируется за счет собственных средств

Наблюдается высокий вес заемного капитала $KA = 3.7$

Коэффициент задолженности равен 0.05

На 1 сом. краткосрочных обязательств приходится 0.73 сом. ликвидных средств.

Достаточная сумма свободных средств

Рис. 7. Результаты анализа финансовых показателей ПП

Если у руководителя или менеджера ПП возникнет желание увеличить (восстановить) рентабельность, то следует выявить все факторы, от которых она зависит, и произвести их перерасчет. В рамках поддержки принятия решений предлагаемое программное средство позволяет определить теоретически оптимальные значения лишь для базовых показателей. Если же необходимо определить более детальные характеристики для хозяйственных и финансовых операций, то следует обратиться к модулю формирования количественных данных.

Выводы:

1. С целью обеспечения эффективности управления ПП предложено формальное описание процедуры обработки знаний с помощью фреймово-продукционной математической модели.
2. Предложена процедура проверки знаний на полноту и непротиворечивость, а также для последующей систематизации информации с целью включения ее в БЗ.
3. Описаны процедуры выдачи разрешений на выполнение соответствующих правил. Эти процедуры основаны на сравнении с фреймами-экземплярами элементарных образцов из левой части правил. В результате выполнения этого этапа образуется множество, состоящее из правил, левые части которых сопоставились с фреймами-экземплярами предприятия.
4. Для выдачи рекомендаций в отношении необходимых действий по управлению ПП требуется разработка новых (дополнительных) программных средств (экспертной системы). Представляется, что для этой цели целесообразно использовать среду VisualProlog5.

Список литературы

1. Батырканов Ж. И. Модели представлений знаний на основе приближенного множества / Ж. И. Батырканов // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени Академика Зулхарнай Алдамжар. – 2014. – № 3. – С. 35–39.
2. Боскебеев К. Дж. Модель интеллектуальной обучающей системы на основе теории систем : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования Волгоградской государственной аграрной университета / К. Дж. Боскебеев. – Волгоград, 2014. – С. 331–336.
3. Боскебеев К. Дж. Систематизация базы знаний в информационных системах / К. Дж. Боскебеев // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. – 2014. – № 2 (58). – С. 255–263.
4. Брумштейн Ю. М. Икт-компетентность стран, регионов, организаций и физических лиц: системный анализ целей, направлений и методов оценки / Ю. М. Брумштейн, А. Б. Кузьмина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2. – С. 47–63.
5. Брумштейн Ю. М. Сравнительный анализ функциональности программных средств управления проектами распространяемых по модели SAAS / Ю. М. Брумштейн, И. А. Дюдиков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 4. – С. 34–48.
6. Кандырин Ю. В. Многокритериальное структурирование альтернатив в автоматизированных системах выбора / Ю. В. Кандырин, Л. Т. Сазонова, Г. Л. Шкурина, А. Д. Чивилев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 1. – С. 23–33.
7. Курейчик В. В. Анализ современного состояния автоматизированных систем приобретения и представления знаний / В. В. Курейчик, П. В. Сороколетов, П. С. Щеглов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2008. – № 9. – С. 120–125.
8. Нилдз Б. Принципы бухгалтерского учета : пер. с англ. / Б. Нилдз, Х. Андерсон и другие ; пер. Я. В. Соколова. – 2-е изд. – Москва : Финансы и статистика, 1994. – 496 с.
9. Шлеер С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях / С. Шлеер, С. Меллор. – Киев : Диалектика, 1993. – 236 с.
10. Knowledge acquisition for explainable, multiexpert, knowledge-based design systems / R. Dieng, A. Giboin, P. Tourtier, O. Corby // European Knowledge Acquisition Workshop. – 1992. – Pp. 298–317.

References

1. Batyrkanov Zh. I. Modeli predstavleniy znaniy na osnove priblizhennogo mnozhestva [Model of knowledge representation based on rough sets]. *Vestnik nauki Kostanayskogo sotsialno-tekhnicheskogo universiteta imeni akademika Zulkharnoy Aldamzhar* [Bulletin of the Science of the Kostanai Social Technical University named after Zulkharnoy Aldamzhar], 2014, no. 3, pp. 35–39.
2. Boskebeev K. Dzh. *Model intellektualnoy obuchayushchey sistemy na osnove teorii sistem : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu obrazovaniya Volgogradskoy gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Model of intelligent tutoring systems based on systems dedicated to the 70-anniversary of Volgograd State Agrarian University], Volgograd, 2014, pp. 331–336.
3. Boskebeev K. Dzh. Sistematizatsiya bazy znaniy v informatsionnykh sistemakh [Systematization of knowledge in information systems]. *Vestnik Tadjikskogo gosudarstvennogo universiteta prava, biznesa i politiki* [Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics], 2014, no. 2 (58), pp. 255–263.
4. Brumshteyn Yu. M., Kuzmina A. B. Ikt-kompetentnost stran, regionov, organizatsiy i fizicheskikh lits: sistemnyy analiz tseley, napravleniy i metodov otsenki [ICT competence of countries, regions, organizations and individuals: a systematic analysis of the objectives, directions and methods of evaluation]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 2, pp. 47–63.
5. Brumshteyn Yu. M., Dyudikov I. A. Sravnitelnyy analiz funktsionalnosti programmnykh sredstv upravleniya proektami rasprostranyaemykh po modeli SAAS [Comparative analysis of the functionality of project management software distributed model SAAS]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 4, pp. 34–48.
6. Kandyrin Yu. V., Sazonova L. T., Shkurina G. L., Chivilev A. D. Mnogokriterialnoe strukturirovanie alternativ v avtomatizirovannykh sistemakh vybora [Multicriteria structuring alternatives in automated systems

of choice]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 1, pp. 23–33.

7. Kureychik V. V., Sorokoletov P. V., Shcheglov P. S. Analiz sovremennogo sostoyaniya avtomatizirovannykh sistem priobrete-niya i predstavleniya znaniy [Analysis of the current state of automated systems for the acquisition and representation of knowledge]. *Izvestiya Yuzhnogo federalnogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Southern Federal University. Technical Sciences], 2008, no. 9, pp. 120–125.

8. Nildz B., Anderson Kh., et al. *Printsipy bukhgalterskogo ucheta* [Accounting principles], 2nd ed. Moscow, Finansy and statistika Publ., 1994. 496 p.

9. Shleer S., Mellor S. *Obektno-orientirovanny analiz: modelirovanie mira v sostoyaniyakh* [Object-Oriented Analysis: Modeling the World in the states], Kiev, Dialektika Publ., 1993. 236 p.

10. Dieng R., Giboin A., Tourtier P., Corby O. Knowledge acquisition for explainable, multiexpert, knowledge-based design systems. *European Knowledge Acquisition Workshop*, 1992, pp. 298–317.

УДК 004.912:[615.06+001.821]

MINING DRUG-DRUG INTERACTIONS FROM TEXTS OF SCIENTIFIC ARTICLES

Статья поступила в редакцию 27.11. 2014, в окончательном варианте 02.03. 2015

Kamaev Valeriy A., D.Sc. (Engineering), Professor, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: cad@vstu.ru

Melnikov Mikhail P., post-graduate student, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: m.p.melnikov@gmail.com

Vorobkalov Pavel N., Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: pavor84@gmail.com

Detection of drug-drug interactions (DDI) can cause serious consequences during treatment. A quick search of such interactions can provide doctors with information which is essential for making right decisions. Detection of DDIs is a time-consuming task. Natural language processing for text mining of scientific articles can be used to do DDI information more accessible for doctors. Nowadays there are some databases containing large amount of biomedical articles. Therefore computational performance of classification method applied for identification restricts usage of such methods. The main purpose of the research is to find a method of fast retrieval of DDI information from biomedical texts. In this article, we investigate up-to-date research works in the area of natural language processing for detection of DDIs. Many of investigated methods require much time to perform on large text corpora. For developing and testing of DDI extraction methods we've created a text corpus containing examples of articles with and without DDI information. We propose a fast text mining approach to DDI articles classification using term frequency-inverse document frequency (tf-idf) statistic. Tf-idf is a numerical statistic that is intended to reflect how important a word is to a document in a corpus. To implement and test the classification algorithm, we've developed the text classification system. As a result, our approach is able to achieve reasonably high F1 score value (measure of binary classification) in DDI articles classification while still keeping short run-time. After all, we consider how to improve the developed algorithm for increase its precision and recall. When these improvements will be made the software realization of the algorithm may be used by experts in DDI area to search new DDI evidences in scientific publications.

Keywords: information retrieval, drug-drug interaction, machine learning