

Галина А. Самигулина, Зарина И. Самигулина
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ КОМПОНЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ
 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ
 ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ***

В статье разработан компонентно-ориентированный подход к оценке производственных рисков предприятия с использованием интегрированной программной среды «Visual Studio». Предложенное программное обеспечение может выполнять комплексные задачи по анализу, обработке и прогнозированию многомерных данных. Разработана авторская интеллектуальная компонента в виде динамической библиотеки, содержащей алгоритм на основе искусственных иммунных систем. Интеллектуальная составляющая программного обеспечения позволяет анализировать производственные данные с помощью новейших разработок искусственного интеллекта: искусственных иммунных систем, нейронных сетей и генетических алгоритмов.

Ключевые слова: оценка рисков; интеллектуальные системы управления; компонентно-ориентированный подход; искусственные иммунные системы.

Форм. 3. Рис. 2. Лит. 17.

Галина А. Самігуліна, Заріна І. Самігуліна
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЕ КОМПОНЕНТНО-ОРИЄНТОВАНЕ
 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ
 ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ**

У статті розроблено компонентно-орієнтований підхід до оцінювання виробничих ризиків підприємства з використанням інтегрованого програмного середовища «Visual Studio». Запропоноване програмне забезпечення може виконувати комплексні завдання з аналізу, обробки та прогнозування багатовимірних даних. Розроблено авторську інтелектуальну компоненту у вигляді динамічної бібліотеки, що містить алгоритм на основі штучних імунних систем. Інтелектуальна складова програмного забезпечення дозволяє аналізувати виробничі дані за допомогою новітніх розробок штучного інтелекту: штучних імунних систем, нейронних мереж і генетичних алгоритмів.

Ключові слова: оцінка ризиків; інтелектуальні системи управління; компонентно-орієнтований підхід; штучні імунні системи.

Galina A. Samigulina¹, Zarina I. Samigulina²
**INTELLECTUAL COMPONENT-ORIENTED SOFTWARE
 FOR PRODUCTION RISK ASSESSMENT**

The article presents the developed component-based approach to the estimation of production enterprise risks using an integrated software "Visual Studio". The proposed software can perform complex tasks on analyzing, processing and forecasting of multidimensional data. The authors developed an intellectual component in the form of a dynamic link library that contains an algorithm based on artificial immune systems. The intellectual component of this software allows analyzing production data using the latest development of artificial intelligence: artificial immune systems, neural networks and genetic algorithms.

Keywords: risk assessment; intelligent control systems; component-oriented approach; artificial immune systems.

* Данная работа выполнена в рамках проекта «Разработка интеллектуальных динамических систем прогнозирования и управления сложными объектами», финансируемого КН МОН РК № Гос. рег. 0112PK00324 (2012–2014 гг.).

¹ Institute of Information and Computing Technologies, Almaty, Kazakhstan.

² Satpayev Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan.

Постановка проблеми. Сложные высокотехнологичные производства характеризуются накоплением огромной массы экспериментальных и статистических данных в процессе функционирования предприятия. Возникает необходимость учета потенциально опасных факторов производства. Актуально решение задачи статистического анализа, обобщения и использования новейших интеллектуальных технологий для обработки многомерной информации, осуществления прогнозирования и оперативного управления процессом производства.

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо разработать компонентно-ориентированное программное обеспечение (КОПО) с использованием интеллектуальных компонент в виде DLL библиотек с динамически расширяемой структурой на базе программного обеспечения «Visual Studio» для оценки производственных рисков.

Анализ последних исследований и публикаций. Применение методов искусственного интеллекта для решения различных прикладных задач вызывает большой интерес в мире. В настоящее время широко используются интеллектуальные системы для анализа и прогнозирования экономических данных в области моделирования фондового рынка, управления инфляцией, ценообразования опционов, моделирования экономического роста, оптимизации портфеля [15]. Область искусственного интеллекта в экономике охватывает широкий спектр методик на основе компьютерного моделирования сложных экономических и социальных явлений [4]. Например, агентно-ориентированный подход искусственного интеллекта применяется для решения макроэкономических задач, промышленной организации, рыночной экономики и финансового рынка [8; 9; 16].

С помощью искусственных нейронных сетей осуществляется прогнозирование экономического и финансового положения малых и средних предприятий [5]. На основе искусственных иммунных систем (ИИС) реализуется анализ временных рядов обменного курса и прогнозирование финансовых временных рядов [3].

В связи с активным использованием методов искусственного интеллекта для решения экономических задач актуальной является разработка нетрадиционных подходов и КОПО для оценки производственных рисков.

Цель исследования – разработка КОПО для прогнозирования производственных рисков на базе следующих компонентов: авторской динамической библиотеки, содержащей алгоритм на основе ИИС, динамических библиотек с алгоритмами на основе нейронных сетей (НС) и генетических алгоритмов (ГА) в интегрированной среде программирования «Visual Studio».

Основные результаты исследования. Стабильная работа предприятия и максимальный экономический эффект зависят от множества факторов, влияющих на процесс производства. Оценка и прогноз производственных рисков необходимы для оперативной корректировки технологического процесса и минимизации финансовых издержек, которые возникают в процессе функционирования предприятия.

Структурная схема оценки производственных рисков предприятия представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема оценки производственных рисков предприятия, авторская разработка

Входные параметры процесса производства описываются вектором состояний:

$$x = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_m]^T, \ x \in R^{m \times 1}. \quad (1)$$

Выпускаемая продукция в процессе производства представлена в виде вектора:

$$y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_j]^T, \ y \in R^{j \times 1}. \quad (2)$$

Различные производственные риски, возникающие при изготовлении продукции, представлены в виде:

$$r = [r_1 \ r_2 \ \dots \ r_n]^T, \ r \in R^{n \times 1}. \quad (3)$$

Информация о процессе производства и возможных производственных рисках оценивается с помощью экспертов [11]. Далее осуществляется анализ данных с помощью программного обеспечения на основе компонентно-ориентированного подхода и современных методов искусственного интеллекта.

Разработка КОПО позволяет создавать интеллектуальные системы, которые могут расширяться за счет добавления в них новых компонент [6; 14; 17]. В основе КОПО лежит понятие «компоненты», представляющее собой законченный функциональный модуль, при этом функциями компонента может пользоваться любое приложение, но сам компонент не является автономной программой [1].

Підходи КОПО широко применяются при разработке программного обеспечения для промышленности с целью повышения производительности труда и минимизации временных затрат [12].

Компонентно-ориентированная концепция реализована за счет интеграции готовых компонентов в виде динамических библиотек, содержащих интеллектуальные алгоритмы в приложение на «Visual Studio». Возможно использование готовых динамических библиотек для подключения к ядру программы на «Visual Studio». На рис. 2 представлена структура компонентного подхода с использованием отдельных компонент, содержащих интеллектуальные алгоритмы. DLL (Dynamic Link Library) представляет собой библиотеку, которая содержит код и данные для использования в более чем одной программе одновременно.

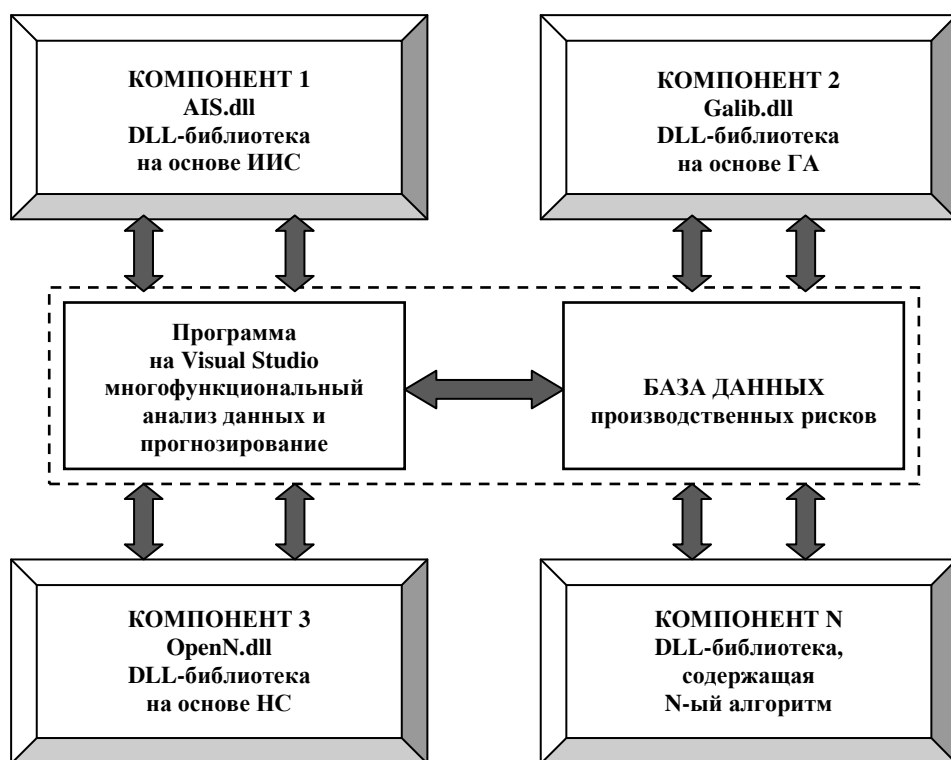


Рис. 2. Структура интеллектуального компонентно-ориентированного программного обеспечения для оценки производственных рисков предприятия, авторская разработка

Для реализации компонентного подхода используются следующие динамические библиотеки:

1. Galib, Genetic Algorithms Library – библиотека содержит в себе генетический алгоритм и написана на языке C#. Библиотека распространяется в открытом доступе согласно лицензии GNU GeneralPublicLicense [7].

Основные этапы работы генетического алгоритма представлены в алгоритме 1.

Алгоритм 1.

Шаг 1. Генерация начальных хромосом.

Шаг 2. Вычисление степени пригодности для каждой хромосомы.

Шаг 3. Выбор пары хромосом родителей с помощью одного из способов отбора.

Шаг 4. Кроссинговер двух родителей с вероятностью P с производством двух потомков.

Шаг 5. Мутация потомков.

Шаг 6. Циклический повтор этапов 3–5 до генерации нового поколения популяции, содержащего n хромосом.

Шаг 7. Циклический повтор этапов 2–6 до момента достижения условия остановки работы алгоритма [2].

2. OpenNN – библиотека, содержащая нейронные сети. Данная библиотека написана на языке C++ и так же распространяется в открытом доступе [7; 10]. Укрупненный алгоритм работы библиотеки представлен в алгоритме 2.

Алгоритм 2.

Шаг 1. Ввод исходных данных, выбор нейронной сети, определение функционального пространства.

Шаг 2. Определение целевой функции.

Шаг 3. Выбор стратегии обучения.

Шаг 4. Обучение нейронной сети.

Шаг 5. Распознавание образов на основе нейронных сетей.

3. AisLib.dll – авторская динамическая библиотека, содержащая алгоритм на основе искусственных иммунных систем (ИИС).

Под искусственными иммунными системами понимаются информационные технологии, использующие понятия теоретической иммунологии для решения различных прикладных задач, в т.ч. для оценки производственных рисков предприятия. На начальном этапе работы процесса осуществляется подключение к базе данных (БД) производственных рисков, сформированной экспертами. Затем из БД формируются формальные пептиды в виде временных рядов и для улучшения специфичности узнавания [13] сворачиваются в квадратные матрицы. Формируются матрицы эталонов для каждого класса (высокая, средняя и низкая степени рисков) и матрицы образов. После формирования матриц эталонов осуществляется операция сингулярного разложения (SVD). Производится расчет энергии связи между формальными пептидами и ее минимальное значение определяет класс, к которому относится образ. Далее образы сравниваются с эталонами. Результаты распознавания образов заносятся в базу данных и выводятся в виде графика, на основе которого дается прогноз и оценка производственных рисков.

Для удобства работы с матричными операциями компонент на основе ИИС реализован в пакете прикладных программ MATLAB. Осуществляется сборка компонента в виде DLL библиотеки для подключения в интегрированную среду программирования «Visual Studio».

Выводы. Предложенный компонентно-ориентированный подход позволяет интегрировать различные интеллектуальные алгоритмы в приложение на «Visual Studio», в т.ч. и разработанный авторский компонент AIS.dll на основе ИИС [11].

Разработанное программное обеспечение обладает следующими достоинствами:

- в основе архитектуры приложения лежит эволюционный принцип, что позволяет осуществлять расширение ядра за счет подключения новых компонент;
- в случае отказа какой либо компоненты приложение будет продолжать свою работу, поскольку компоненты не связаны между собой функционально;
- за счет новейших встроенных технологий «Visual Studio» приложение может быть интегрировано в облако.

Развитие и применение интеллектуальных алгоритмов для анализа многомерных данных с использованием современных инструментов разработки пакетов прикладных программ на базе Windows позволяют создавать перспективные программные продукты для решения актуальных экономических задач.

1. *Ермаков И.Е.* Современное системное обеспечение для компонентно-ориентированного программирования // Труды II Международной научно-практической конференции «Объектные системы-2010». – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 94–101.
2. *Панченко Т.В.* Генетические алгоритмы. – Астрахань: Астраханский университет, 2007. – 87 с.
3. *Al-Ascar, H., Hussain, A.J., Al-Jumeily, D., Radi, N.* (2014). Regularized dynamic self organized neural network inspired by the immune algorithm for financial time series prediction. *Intelligent Computing in Bioinformatics. Lecture Notes in Computer Science*, 8590: 56–62.
4. *Amblard, F., Miguel, F.J., Blanchet, A., Gaudou, B.* (2015). *Advances in Artificial Economics*. Springer. 243 p.
5. *Burda, A., Kuczynska, B., Hippe, S.Z.* (2009). Ensembles of artificial neural networks for predicting economic situation of small and medium enterprises. *Advances in soft computing*, 45: 808–815.
6. *Cai, X., Lyu, M.R., Wong, K., Ko, R.* (2002). Component-based Software Engineering: Technologies, Development Frameworks, and Quality Assurance Schemes. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 12(107).
7. *Genetic Algorithms* // Source Forge, 2013 // sourceforge.net.
8. *Giulioni, G., D'Orazio, P., Bucciarelli, E., Silvestri, M.* (2015). Building artificial economies: from aggregate data to experimental microstructure. A methodological survey. *Lecture notes in economics and mathematical systems*, 676: 69–78.
9. *Hernandez, C., Posada, C.M., Lopez-Paredes, A.* (eds.) (2009). *Artificial Economics*, Vol. 631. Springer. 268 p.
10. *Open Neural Networks Library* // IntelNics, 2012 // www.intelnic.com.
11. *Samigulina, G.A., Samigulina, Z.I.* (2014). Intellectual systems of forecasting and control of complex objects based on artificial immune systems. *Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House*. 172 p.
12. *Shukla, R., Marwala, T.* (2014). Component Based Software Development Using Component Oriented Programming. *Proceedings of International Conference on Advances in Computing Advances in Intelligent Systems and Computing*, 174: 1125–1133.
13. *Tarakanov, A.O.* (1999). Formal peptide as a basic of agent of immune networks: from natural prototype to mathematical theory and applications. *Proceedings of the 1st International Workshop of Central and Eastern Europe on Multi-Agent Systems*. 37 p.
14. *Taraq, H.S.* (2014). Software reliability analysis – a new approach. *International Journal of Scientific Research*, 3(2): 75–77.
15. *Tshilidzi, M.* (2013). *Economic modeling using artificial intelligence methods*. Springer. 261 p.

16. *Vermeir, A., Bersini, H.* (2015). Best practices in programming agent-based models in economics and finance. *Advances in Artificial Economics. Lecture notes in economics and mathematical systems*, 676: 57–68.

17. *Wang, A.J., Qian, K.* (2005). *Component-oriented programming*. USA: Wiley Interscience. 315 p.

Стаття надійшла до редакції 9.02.2015.