

2. Добров, Б. В. Курс из 16 презентаций «Онтологии и тезаурусы» [Электронный ресурс] / Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич, В. Д. Соловьев. — Режим доступа: \www/URL: <http://download.yandex.ru/class/solovyev/plan.pdf/>. — 16.09.2015.
3. Лапшин, В. А. Онтологии в компьютерных системах [Текст] / В. А. Лапшин. — М.: Научный мир, 2010. — 222 с.
4. Палагин, О. В. Архітектурно-онтологічні принципи розбудови інтелектуальних інформаційних систем [Текст] / О. В. Палагин, М. Г. Петренко // Математичні машини та системи. — 2006. — № 4. — С. 15–20.
5. Палагин, А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний [Текст]: монография / А. В. Палагин, С. Л. Крытый, Н. Г. Петренко. — Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012. — 324 с.
6. Митрофанова, О. А. Онтологии как системы хранения знаний [Текст] / О. А. Митрофанова, Н. С. Константинова // Всероссийский 40 конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». — 2008. — 54 с.
7. Гладун, А. Я. Онтологии в корпоративных системах [Текст] / А. Я. Гладун, Ю. В. Рогошина // Корпоративные системы. — 2006. — № 1. — С. 41–47.
8. Андреев, А. М. Использование технологии Semantic Web в системе поиска несоответствий в текстах документов [Электронный ресурс] / А. М. Андреев, Д. В. Березкин, В. С. Рымарь, К. В. Симаков. — НПЦ «ИНТЕЛТЕК ПЛЮС», 2006. — Режим доступа: \www/URL: [http://www.inteltec.ru/publish/articles/textan/rimar\\_RCDL2006.shtml](http://www.inteltec.ru/publish/articles/textan/rimar_RCDL2006.shtml)
9. Добров, Б. В. Вторичное использование лингвистических онтологий: изменение в структуре концептуализации [Электронный ресурс] / Б. В. Добров, Н. В. Лукашевич // Труды 7-ой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL2005. — Ярославль, Россия, 2005. — Режим доступа: \www/URL: [http://www.rcdl2006.uniyar.ac.ru/papers/paper\\_78\\_v1.pdf](http://www.rcdl2006.uniyar.ac.ru/papers/paper_78_v1.pdf)
10. Гусев, В. Д. Система «OntoGRID» для построения онтологий [Текст] / В. Д. Гусев, А. В. Завертайлов, Н. Г. Загоруйко, С. П. Ковалёв, А. М. Налётов, Н. В. Саломатина // Международная конференция по компьютерной лингвистике «Диалог 2005». — М., 2005. — С. 146–152.
11. Douglas Lenat [Electronic resource] // Wikipedia. The Free Encyclopedia. — 29 September 2015. — Available at: \www/URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Douglas\\_Lenat](http://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_Lenat)
12. Official site of Cycorp [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://cyc.com/>
13. OpenCyc [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.opencyc.org/>
14. OpenCyc for the Semantic Web [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://sw.opencyc.org/>
15. The World FactBook [Electronic resource] // Central Intelligence Agency. — Available at: \www/URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
16. Upper ontology [Electronic resource] // Wikipedia. The Free Encyclopedia. — 26 July 2015. — Available at: \www/URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Upper\\_ontology\\_\(computer\\_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Upper_ontology_(computer_science))

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ОНТОЛОГОУПРАВЛЯЕМЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СЕРВИСОВ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННОМ ОБРАЗОВАНИИ**

Дается сравнительный обзор современных онтологоуправляемых информационных систем, которые используются, или могут быть использованы, для систем электронного обучения. В результате анализа функциональных возможностей таких систем, как «Cyc», «Ontolingua», «The World FactBook» и возможностей их взаимодействия для межмашинного обмена знаниями сделаны выводы о перспективности исследований в отрасли создания украиноязычных онтологоуправляемых систем электронного образования.

**Ключевые слова:** базы знаний, онтологии, инженерия знаний, электронное обучение.

*Сирота Сергій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: [sergiy.syrot@gmail.com](mailto:sergiy.syrot@gmail.com).*

*Ліскін Вячеслав Олегович, аспірант, кафедра прикладної математики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.*

*Сирота Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент, кафедра прикладной математики, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Лискин Вячеслав Олегович, аспирант, кафедра прикладной математики, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Syrota Sergiy, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [sergiy.syrot@gmail.com](mailto:sergiy.syrot@gmail.com). Liskin Viacheslav, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

УДК 004.032.26

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51249

Дікова Ю. Л.

## РОЗРОБКА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО СПОСОБУ ПРОГНОЗУ ВМІСТУ МЕТАНУ В ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ

*Розглянуто та проаналізовано існуючі методи прогнозу вмісту метану. Виходячи з основних переваг і недоліків, розроблено і реалізовано нейромережевий спосіб прогнозу, в основу якого покладено розподілену мережу прямого розповсюдження з затримкою в часі (distributed TLFN). Архітектура визначена на основі проведених експериментів. Критерієм вибору архітектури було мінімальне значення MSE.*

**Ключові слова:** прогноз, нейронна мережа, distributed TLFN, ідентифікація структури і параметрів мережі, середньоквадратична помилка.

### 1. Вступ

В даний час однією з найважливіших проблем, що існують в гірничій промисловості, є недостатній рівень

виробничої безпеки. Сучасні комп'ютерні системи аерогазового контролю [1, 2], що використовуються на шахтах, не передбачають можливість прогнозу вмісту метану. Це призводить до того, що заходи, спрямовані

на недопущення аварій або зниження їх наслідків, можуть бути проведені занадто пізно. Тому розробка способів прогнозу концентрації метану є актуальною.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Сьогодні існує більш 100 методів прогнозування та їх варіацій [3]. Серед найпоширеніших груп методів, що застосовуються для рішення задачі прогнозу часового ряду, можна виділити наступні:

- екстраполяційні методи [4, 5];
- математичні методи [6];
- асоціативні методи [7].

Екстраполяційні методи найбільш ефективні для прогнозу більш-менш стійких процесів, без значних коливань. Основним недоліком методів є зменшення точності прогнозу із збільшенням інтервалу, що необхідно спрогнозувати.

Математичні методи мають найбільш високу достовірність отриманої інформації, легку програмну реалізацію, але їх застосування передбачає жорстку фіксацію тренду, що призводить до короткострокового прогнозу.

Асоціативні методи засновані на визначенні взаємозалежних змінних, які можна використовувати для передбачення значень необхідних змінних. Основа асоціативних методів — розробка рівняння, яке підсумовує ефекти змінних передбачення. Основний недолік цих методів полягає в тому, що при обранні недостатньо адекватної моделі результати прогнозу матимуть низьку точність.

Таким чином, постає задача розробки способу прогнозування, що усуне вказані недоліки.

## 3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є процес прогнозування концентрації метану в гірничих виробках.

Метою досліджень є розробка нейромережевого способу прогнозу концентрації метану.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні задачі:

1. Вибір штучної нейронної мережі (ШНМ).
2. Визначення структури ШНМ.
3. Вибір критеріїв оцінки ефективності нейромережевої моделі прогнозу.
4. Навчання моделі.
5. Проведення чисельних досліджень.

## 4. Результати досліджень нейромережевого способу прогнозування концентрації метану в гірничих виробках

Для вирішення задач прогнозу використовуються динамічні нейронні мережі (нейронні мережі із затримкою у часі). В роботі [8] наведений порівняльний аналіз таких нейронних мереж. Для розробки нейромережевого способу прогнозу концентрації метану було обрано розподілену мережу прямого розповсюдження із затримкою у часі distributed TLFN, що, у порівнянні з іншими динамічними нейронними мережами, забезпечує більш

високу швидкість навчання. Для визначення структури обраної ШНМ було проведено ряд експериментів, під час яких кількість нейронів скритого шару змінювалася з 5 до 15. Основним критерієм вибору структури було мінімальне значення MSE. Експерименти показали, що достатньо використовувати 10 нейронів скритого шару, оскільки подальше змінення значення MSE незначне.

На рис. 1 представлена структура обраної моделі.

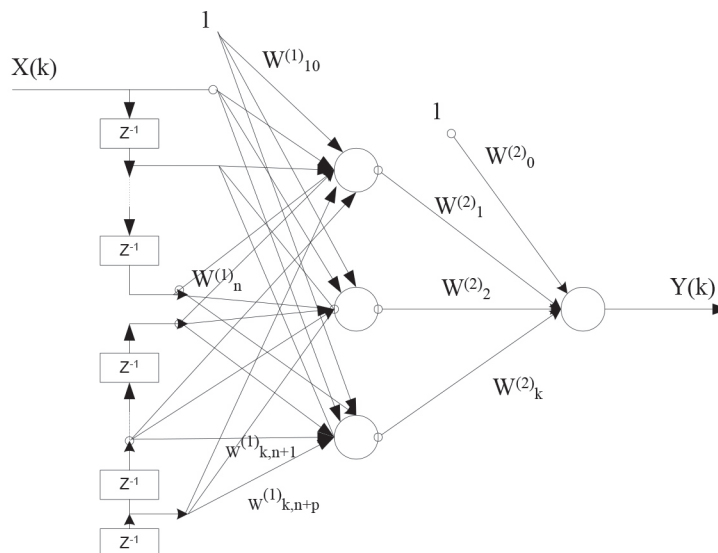


Рис. 1. Структура моделі обраної нейронної мережі

Модель мережі представлена в наступному вигляді:

$$y_j^{(1)}(n) = f^{(1)} \left( b_j^{(1)} + \sum_{i=1}^{M^{(0)}} \omega_{ij}^{(1)} x(n - (i - 1)) \right), \quad j \in \overline{1, N^{(1)}}, \quad (1)$$

$$y^{(2)}(n) = f^{(2)} \left( b^{(2)} + \sum_{i=1}^{N^{(1)}} \omega_i^{(2)} y_i^{(1)}(n) \right), \quad (2)$$

де  $N^{(1)}$  — кількість нейронів у першому шарі,  $M^{(0)}$  — затримка у вхідному шарі.

Для навчання моделі було обрано критерій адекватності моделі, що означає вибір таких значень параметрів  $\omega_{ij}^{(1)}$  та  $\omega_i^{(2)}$ , при яких забезпечується мінімальне значення MSE:

$$F = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P (y_p - d_p)^2 \rightarrow \min_{\omega_{ij}^{(1)}, \omega_i^{(2)}}, \quad (3)$$

де  $P$  — кількість тестових реалізацій;  $y_p$  — прогноз, отриманий по моделі;  $d_p$  — бажаний прогноз.

Навчання обраної ШНМ найчастіше відбувається з використанням алгоритму зворотного розповсюдження помилки. Детально такий варіант навчання розглянуто в роботах [8, 9]. Однак, недоліком такого алгоритму є використання лише локального пошуку мінімуму (3).

Альтернативою алгоритму зворотного розповсюдження помилки є генетичний алгоритм в комбінації з імітацією відпалу [10], що використовує як локальний, так і глобальний пошук мінімуму (3). Така комбінація забезпечує підвищення точності прогнозу. В якості особин вико-

ристовується вектор вагових коефіцієнтів  $w_{ij}^{(1)}$  та  $w_i^{(2)}$ , а в якості фітнес-функцій використано критерій (3).

### 5. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Для вирішення задачі прогнозу концентрації метану було проаналізовано існуючі методи прогнозу, серед яких найбільшу ефективність показали нелінійні методи, а саме — ШНМ.

2. Для підвищення якості прогнозу було обрано розподілену мережу прямого розповсюдження із затримкою у часі distributed TLFN, та, на основі експериментів, було визначено структуру її моделі. В якості критерію ефективності обраної моделі ШНМ було обрано такі показники як швидкість навчання, точність прогнозу. Експерименти показали, що при десяти скритих нейронах та при використанні генетичного алгоритму в якості інструмента навчання обрана мережа навчається значно швидше, і дає результати прогнозу з достовірністю 90 %, що на 10 % більше у порівнянні з іншими ШНМ.

### Література

1. Брюханов, А. М. Создание современной системы комплексной безопасности [Текст]: сб. науч. тр. МакНИИ / А. М. Брюханов, Ю. А. Иванов, С. М. Силаков // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. — Макеевка-Донбасс, 2007. — Вып. 20. — С. 7–15.
2. Радченко, В. В. Перспективы повышения уровня промышленной безопасности угольных шахт при использовании системы диспетчерского контроля (УТАС) [Текст] / В. В. Радченко, Н. В. Малеев, А. А. Мартынов, В. С. Захаров, В. А. Шевцов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2005. — № 2(12). — С. 32–44.
3. Тихонов, Э. Е. Методы прогнозирования в условиях рынка [Текст]: учеб. пособие / Э. Е. Тихонов. — Невинномысск, 2006. — 221 с.
4. Box, G. E. P. Time Series Analysis: Forecasting and Control [Text] / G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel. — Ed. 4. — Prentice Hall, 2008. — 810 p.
5. Webb, A. R. Statistical Pattern Recognition [Text] / A. R. Webb. — Ed. 2. — John Wiley & Sons Ltd., 2002. — 495 p. doi:10.1002/0470854774

6. Лукашин, Ю. Л. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования [Текст]: учеб. пособие / Ю. Л. Лукашин. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 416 с.
7. Park, J. Evaluation of an energy-based approach and a critical plane approach for predicting constant amplitude multiaxial fatigue life [Text] / J. Park, D. Nelson // International Journal of Fatigue. — 2000. — Vol. 22, № 1. — P. 23–39. doi:10.1016/s0142-1123(99)00111-5
8. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход [Текст] / С. Рассел, П. Норвиг. — 2-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. — 1408 с.
9. Федоров, Е. Е. Разработка способа прогноза содержания взрывоопасных газов в горных выработках [Текст] / Е. Е. Федоров, Ю. Л. Дикова // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: Обчислювальна техніка та автоматизація. — 2015. — № 1(28). — С. 97–104.
10. Дикова, Ю. Л. Разработка нейросетевого способа диагностики шахтного оборудования [Текст] / Ю. Л. Дикова, Е. Е. Федоров // Бионика интеллекта. — 2015. — № 1(84). — С. 80–84.

### РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО СПОСОБА ПРОГНОЗА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Рассмотрены и проанализированы существующие методы прогноза содержания метана. Исходя из основных преимуществ и недостатков, разработан и реализован нейросетевой способ прогноза, в основу которого положена распределенная сеть прямого распространения с задержкой во времени (distributed TLFN). Архитектура определена на основе проведенных экспериментов. Критерием выбора архитектуры было минимальное значение MSE.

**Ключевые слова:** прогноз, нейронная сеть, distributed TLFN, идентификация структуры и параметров сети, среднеквадратичная ошибка.

*Дикова Юлія Леонідівна, аспірант, кафедра комп'ютерних наук, Донецький національний технічний університет, Красноармійськ, Україна, e-mail: juli.dikova@gmail.com.*

*Дикова Юлия Леонидовна, аспирант, кафедра компьютерных наук, Донецкий национальный технический университет, Красноармейск, Украина.*

*Dikova Yulya, Donetsk National Technical University, Krasnoarmiysk, Ukraine, e-mail: juli.dikova@gmail.com*

УДК 621.386:616-073.7(045)

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51248

**Арлова Н. И.,  
Мастыкаш Ю. И.,  
Машкин В. И.,  
Машкина И. В.**

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО СИТУАЦИОННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*В работе предлагается подход для исследования надежности работы оператора в условиях повышенной ситуационной напряженности с точки зрения теории надежности. В качестве модели предлагается модель цепи со слабым звеном. Обосновывается, что слабым звеном есть функциональная система дыхания и система психофизиологических функций. Приводится итерационная процедура работы программного комплекса для исследования надежности работы оператора.*

**Ключевые слова:** надежность работы оператора, математическая модель функциональной системы дыхания, повышенное ситуационное напряжение.

### 1. Введение

Природные свойства нервной системы, способности, черты характера, уровень развития когнитивной,

эмоционально-коммуникативной и регуляторной сфер, готовность к деятельности — все это свойства различного порядка и их необходимо учитывать при решении проблем, связанных с надежностью работы водителей