

паперами та іпотечним кредитуванням береже їх від величезних ризиків, притаманних банківським установам, а отже – дає перевагу над останніми.

З іншого боку, панічні настрої серед вкладників, велика кількість зловживань з боку керівництва кредитних спілок через недостатній контроль з боку держави і суспільства, а також недостатня урядова підтримка спілок здатні не просто не дозволити кредитно-кооперативним установам скористатися тимчасовою перевагою над комерційними банками, а і взагалі – суттєво погіршити позиції спілок на фінансовому ринку.

В свою чергу, державна антикризова підтримка кредитно-кооперативної системи має включати такі напрямки, як:

- утворення необхідних умов для підвищення ефективності системи державного регулювання та нагляду за діяльністю кредитних спілок.
- законодавчу та фінансову підтримку кредитних спілок з метою продовження кредитування ними соціально незахищених верств населення;
- очищення кредитно-кооперативного ринку країни від установ, що не дотримуються кооперативних принципів, шляхом повернення таких до демократичних засад управління.

Література

1. Інформація про стан і розвиток кредитних спілок України за 1-й квартал 2010 року [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Державної комісії з регулювання ринків фінансових послуг України. – Режим доступу : http://www.dfp.gov.ua/fileadmin/downloads/dpn/ks_1_kv_2010.pdf. – Заголовок з екрану.

2. Громов О. Чи впораються кредитні спілки з потоком клієнтів? [Електронний ресурс]: Економічна правда. – Режим доступу : <http://www.ergravda.com.ua/publications/49017ed0a623a/>. – Заголовок з екрану.

3. Дубенський Д. Криза дійшла до кредитних спілок. Через їхнє банкрутство кияни втратять півмільярда гривень [Електронний ресурс] // Liga.net. – Режим доступу : <http://smi.liga.net/articles/IT086124.html>. – Заголовок з екрану.

4. Суслов В. Про стан та перспективи розвитку кредитних спілок [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Державної комісії з регулювання ринків фінансових послуг України. – Режим доступу : http://www.dfp.gov.ua/fileadmin/downloads/smi/KMU_KC_03.02.10.ppt. – Заголовок з екрану.

5. Кредитні спілки знайшли союзників [Електронний ресурс] // Комерсант. – Режим доступу : <http://news.finance.ua/ua/~1/0/all/2010/02/04/186150>. – Заголовок з екрану.

Надійшла 03.10.2010

УДК 519.246.8:622.24

І. Г. ФАДЄЄВА

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

ПРОГНОЗУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ЗАСАДАХ СИНЕРГЕТИКИ

На основі аналізу сучасного стану проблеми прогнозування фінансових часових рядів розглядається постановка задачі прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин за допомогою штучних нейронних мереж в умовах апіорної та поточної невизначеності процесу формування витрат на буріння.

On the basis of analysis of the modern state of problem of prognostication of financial sentinel rows the task of prognostication of prime price of the boring drilling of petroleum and gas mining holes was examined by means of artificial neuron networks in the conditions of a priori and current vagueness of process of forming of charges on the boring drilling.

Ключові слова: прогнозування, собівартість, буріння нафтових і газових свердловин.

Вступ. Подальший розвиток нафтової і газової промисловості неможливий без суттєвого збільшення об'єму буріння свердловин. Тому «Енергетичною стратегією України до 2030 року та подальшу перспективу» [1] передбачено до 2010 року збільшити обсяги пошуково-розвідувального буріння до 185 тис. м на рік, що майже у 6 разів перевищує фактичний обсяг пошуково-розвідувального буріння нових свердловин у 2004 р. Проведені розрахунки показали, що за таких умов протягом прогнозного періоду (2006–2030рр.) можливо збільшити розвідані запаси в обсязі 63 млн т нафти з газовим конденсатом.

Слушно відмітити, що буріння нафтових і газових свердловин – це складний технологічний процес, пов'язаний з великими витратами грошей і матеріальних ресурсів. Дійсно, майже 40% усіх капітальних вкладень в нафтову промисловість іде на буріння свердловин. Тому важливою і актуальною науково-практичною проблемою є прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин з метою досягнення максимального економічного ефекту.

Аналіз стану досліджень та публікацій. З існуючих наукових досліджень відомо, що найбільш досконалими є інтелектуальні технології прогнозування фінансових показників [8]. Проте, аналіз

літературних джерел (наприклад, [1, 2, 5, 9 та ін.]) показує недостатній об'єм проведених досліджень в контексті використання інтелектуальних технологій для прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин на засадах синергетики. Слід зазначити також, що для буріння свердловин витрачається значна кількість енергії і матеріалів: бурових доліт, труб, цементу, дизельного палива, хімреагентів для бурового розчину та ін. Своєчасне постачання цих матеріалів на бурові пов'язане зі значними транспортними витратами. Окрім того, характерними особливостями процесу формування витрат на буріння нафтових і газових свердловин є складна структура внутрішніх зв'язків, висока собівартість буріння, відносно висока тривалість виробничого циклу, динамічність, наявність керуючих параметрів та випадкових чинників.

Виділення невирішених частин. Враховуючи сказане, важливим завданням для підприємств, які здійснюють буріння нафтових і газових свердловин, є всебічне зниження витрат основних матеріалів, наприклад, за рахунок використання бурових доліт нового покоління (шарошкових і типу PDC), а також зменшення витрат енергоресурсів за рахунок оптимізації процесу формування витрат і застосування синергетики для прогнозування собівартості буріння.

Формування цілі. Тому метою даної статті є прогнозування витрат на буріння нафтових і газових свердловин як задачі прогнозування нестационарного стохастичного процесу формування витрат, що функціонує за умов апріорної та поточної невизначеності [2] на базі штучних нейронних мереж, використання яких вважається [3, 6, 8, 9] достатнім для апроксимації експериментальних даних.

Виклад основного матеріалу. З існуючих наукових досліджень [3, 4] відомо, що методи, способи і методики прогнозування економічних показників базуються переважно на двох підходах: евристичному і математичному.

Безсумнівною перевагою евристичного прогнозування собівартості буріння свердловин, заснованого на використанні знань фахівців у даній області, є можливість уникнути значних помилок. Це висококваліфіковані фахівці в даній області знань.

Проте, цей метод є суб'єктивним, досить складним і трудомістким у зв'язку з необхідністю об'єднання декількох прогнозів, які отримані від різних експертів. Таке завдання краще розв'язувати на базі методів інтелектуальних технологій прогнозування, наприклад, Fuzzy Logic.

Основними перевагами математичних методів прогнозування собівартості буріння свердловин є об'єктивність одержуваної інформації, висока точність, а також можливість автоматизації процесу прогнозування. Проте ці методи вимагають наявності чітко сформульованої математичної моделі поведінки прогнозованого об'єкту – процесу формування витрат. Слід зазначити, що тільки у тому випадку, коли математична модель ефективно описує поведінку об'єкта, можна очікувати прийнятних результатів прогнозування собівартості буріння свердловин.

Окрім того, важливим етапом прогнозування є оцінка невідомих параметрів обраної математичної моделі – параметрична ідентифікація. Складність цієї задачі обумовлена зміною параметрів математичної моделі собівартості буріння по мірі збільшення глибини свердловини.

Найчастіше при математичному прогнозуванні економічних чинників використовують математичні моделі Хольта-Уінтерса, Чоу, Бонса-Дженкінса, трендові моделі, метод Тригга-Лича та інші [4]. Оскільки загально визнаним критерієм ефективності процесу буріння є собівартість одного метра проходки свердловини, скористаємось математичною моделлю собівартості метра проходки свердловини [5] для найбільш поширеного випадку, коли стійкість бурового долота лімітується технічним станом його опор:

$$C = \frac{B(t_0 + t_{\text{сно}})}{h} + \frac{B_d}{h}, \text{ грн/м}, \quad (1)$$

де C – собівартість одного метра проходки, грн/м;

$(t_0 + t_{\text{сно}})$ – час, який витрачається на механічне буріння, спуско-підіймальні операції і заміну бурового долота, год.;

h – проходка на долото, м; B_d – вартість долота, грн;

B_r – вартість однієї години роботи бурової установки, грн/год.;

$B_r = (A + B + E)$;

A – витрати на експлуатацію бурової установки, грн/год.;

B – витрати на додаткове обладнання (турбобури, електробури, компресори і т.п.), грн/год.;

E – витрати на промивальну рідину, грн/год.

Проте, слід врахувати, що собівартість буріння свердловини B_c складається із собівартості кожного пробуреного метра, збільшується з глибиною і залежить від багатьох параметрів

$$B_c = \sum_{i=1}^k C_i h_i, \text{ грн/м}, \quad (2)$$

де C_i – собівартість метра проходки в i -му рейсі долота, грн/м;

$i = 1, 2, \dots, k$ – кількість рейсів доліт;

h_i – проходка на долото, м.

Слід візначити, що зниження собівартості буріння свердловин B_c на 10...30% веде до збільшення рентабельності на 10,1...14,4% [13]. Тобто зниження собівартості буріння свердловин є одним з головних факторів підвищення ефективності виробництва і збільшення розрахункової рентабельності.

Різниця між поточним значенням собівартості проходки свердловини $B_c(t)$ і прогнозованим значенням $\hat{B}_c(t)$, що дорівнює

$$E(t) = B_c(t) - \hat{B}_c(t),$$

використовується для корегування параметрів моделі собівартості метра проходки і керувальних впливів на процес буріння свердловини.

Разом із тим собівартість буріння мінімальна в тому випадку, коли можна досягти максимальної швидкості проходки при мінімальній витраті енергії.

Така умова звичайно має місце при досконалому очищенні вибою свердловини в тих випадках, коли механічна швидкість буріння залежить лише від спроможності долота руйнувати породу. При цьому вартість витрат енергії, необхідної для видалення шламу, відносно невелика.

Отже, задача стоїть в тому, щоб навчитися виявляти мінімальну витрату енергії на одиницю об'єму вибуреної породи.

Дослідження витрат електроенергії на буріння розвідувальних і експлуатаційних свердловин буровими установками Уралмаш 4Е, БУ-5000ЕУ-1, БУ-6500Е, F-320ЕС довели [11], що вони залежать від глибини буріння (табл. 1). Було встановлено, що залежність витрат енергії від глибини свердловини описується рівняннями параболі не вище третього порядку з похибкою апроксимації не більше 0,65%. Характер цієї залежності зберігається для різних бурових установок, режимів буріння, типорозмірів доліт і властивостей гірських порід. Це дозволяє використати модель типу

Таблиця 1

Витрати електроенергії на буріння свердловин в залежності від глибини буріння

Глибина буріння, м	Витрати електроенергії на буріння свердловин різними типами бурових установок, тис. кВт – год.				
	Уралмаш 4Е експлуатаційне буріння	БУ-5000ЕУ-1 розвідувальне буріння	Уралмаш 4Е розвідувальне буріння	БУ-6500Е експлуатаційне буріння	F-320ЕС експлуатаційне буріння
0	0	0	0	0	0
200	20	22	30	50	30
400	42	46	50	90	48
600	55	65	72	130	70
800	80	90	100	190	96
1000	100	120	130	250	130
1200	172	160	183	308	205
1400	248	302	230	360	280
1600	270	450	285	408	355
1800	310	606	346	482	445
2000	350	750	420	560	500
220	464	853	524	673	624
2400	507	964	361	788	747
2600	602	1050	718	862	875
2800	679	1208	869	990	1020
3000	852	1356	1008	1152	1256
3200	970	1488	1178	1360	1460
3400	1030	1624	1326	1541	1698
3600	1202	1780	1518	1740	1960
3800	1352	1940	1729	2016	2212
4000	1520	2102	2060	2308	2656
4200	1642	2234	2304	2610	2964
4400	1768	2381	2587	2920	3291
4600	1865	2533	2810	3220	3674
4800	2009	2721	3100	3652	4162
5000	2206	2958	3500	4102	4406
5200	2336	3040	3810	4510	4736
5400	2441	3202	4104	4921	5015
5600	2602	3488	4402	5342	5572
5800	2813	3610	4942	5956	6016
6000	3056	3858	5302	6506	6758

$$W(H) = aH^3 + bH^2 + cH, \quad (3)$$

де W – витрати енергії, кВт·год.;

H – глибина буріння, м;

a, b, c – параметри моделі, що підлягають ідентифікації для прогнозування і нормування витрат електроенергії на буріння свердловин певної глибини.

При цьому слід враховувати, що крім процесу буріння свердловини, графік будівництва свердловини передбачає проведення геолого-технічних досліджень, а саме: газового каротажу, геофізичних досліджень свердловини, відбирання керну, випробувань пластів та ін. Приклад типового графіку будівництва і дослідження розвідувальної свердловини (на прикладі св.№17 Елізарівської площі [12]) наведено на рис. 1.

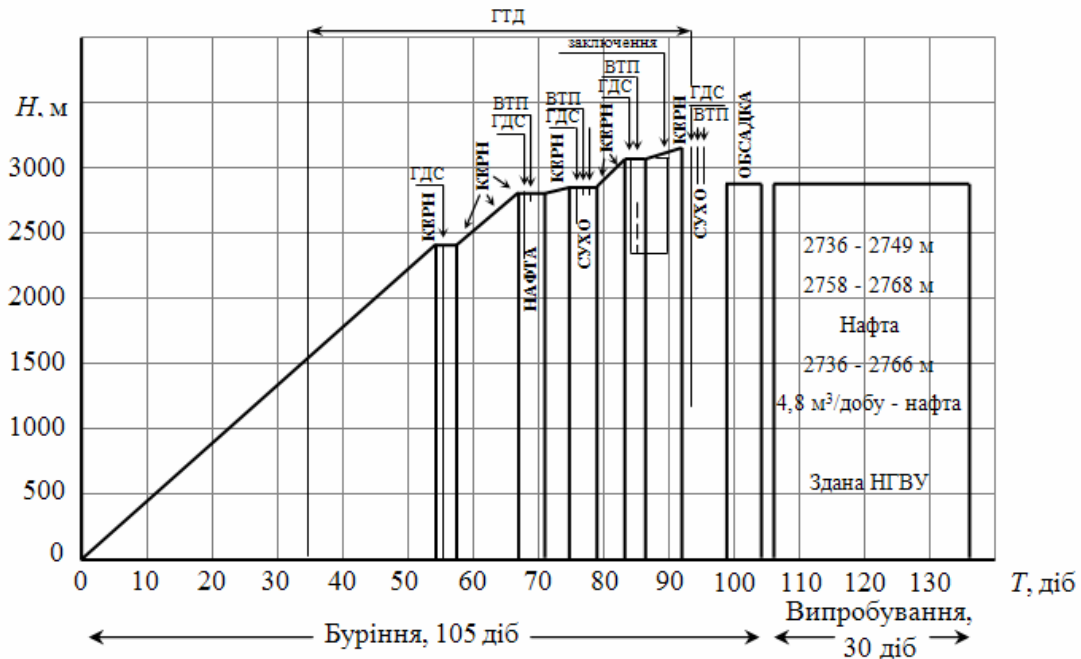


Рис. 1. Графік будівництва і дослідження розвідувальної свердловини №17 Елізарівської площі на базі нової технології комплексного вивчення розрізу (ГТД – геолого-технологічне дослідження, ГДС – геофізичні дослідження, ВПТ – випробування пластів, НГВУ – нафтогазовидобувне управління)

Розглянемо питання прогнозування собівартості буріння з урахуванням того, що буріння ведеться долотами нового покоління з проходкою на долото до 2000÷6000м на базі нової комплексної технології досліджень розрізу свердловин [12]. Вона дає змогу отримати повну інформацію про нафтогазоносність розрізу в процесі буріння і зменшити до мінімуму роботи з випробуванням пластів в свердловині. Комплексна технологія вивчення перспективного об'єкту здійснюється під час перерви в буріння і дозволяє виключити пропуски продуктивних пластів, скоротити час будівництва пошуково-розвідувальних свердловин за рахунок зменшення кількості об'єктів, які проходять випробування в колоні з неоднозначною і помилковою геофізичною характеристикою; економити матеріальні ресурси за рахунок зменшення кількості свердловин, що ліквідуються з геологічних причин при спущеній обсадній колоні; підвищити ефективність геолого-розвідувальних робіт.

Оскільки формування керувальних дій в інтегрованій системі управління процесом формування витрат на буріння нафтових і газових свердловин [2] здійснюється в умовах неповної і нечіткої інформації, доцільною є розробка методів прогнозування собівартості буріння свердловин, які можна було б використати у процесі управління і, які здатні функціонувати за умов апріорної та поточної невизначеності як щодо структури параметрів об'єкта, так і діючих на нього збурень. Найбільш перспективними напрямками у цій галузі є розроблення методів прогнозування на базі теорії нечіткої логіки та штучних нейронмережових моделей, які мають підвищену швидкість навчання [6,8].

З існуючих наукових досліджень відомо, що із застосуванням штучної нейронної мережі (ШНМ) можна на базі відтвореної функції змін аналізованого фінансового показника спрогнозувати його значення у майбутньому, базуючись на m останніх його спостереженнях [8]:

$$\hat{y}(T+1) = f(y(T-m+1), y(T-m+2), \dots, y(T)), \quad (4)$$

де $\hat{y}(T+1)$ – вихід; $y(T-m+1), \dots, y(T)$ – входи.

У даному випадку модель формального нейрону можна розглядати як елемент з кількома входами $y(T-m+1), \dots, y(T)$ і одним виходом $\hat{y}(T+1)$ (рис. 2), який призначений для виконання нелінійного параметричного перетворення сумарного зваженого вхідного сигналу в скалярну величину:

$$\hat{y}(T+1) = \psi \left(\sum_{l=1}^m y(T-m+l)w_l \right), \quad (5)$$

де $\psi(\bullet)$ – функція активації нейрону, яка зазвичай є сигмоїдною функцією

$$\psi(\tau) = \frac{1}{1 + e^{-k\tau}}; \quad 0 < \psi(\tau) < 1,$$

де k – коефіцієнт стиснення – розтягування функції вздовж осі абсцис;
 m – кількість входів даного нейрону;
 $y(T-m+l)$ – вхідний l -й сигнал;
 w_l – вага l -го входу.

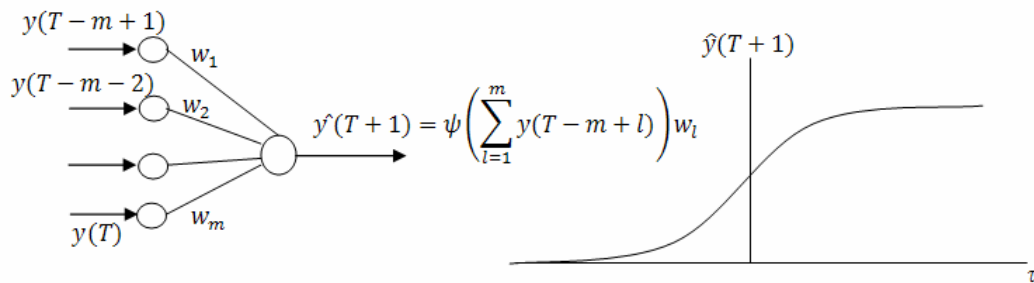


Рис. 2. Модель формального нейрону

Подамо модель (1), у якій величину собівартості метра проходки свердловини позначимо y , у такому загальному вигляді, який найчастіше використовується при математичному прогнозуванні [3]:

$$y = f(c,x) + \varphi(d,x)\varepsilon, \quad (6)$$

де y – собівартість метра проходки свердловини, яка явно виражається через інші параметри моделі (1);

$f(c,x)$ і $\varphi(d,x)$ – деякі детерміновані функції;
 x – вектор відомих параметрів моделі, однією зі складових якого є дискретний час $k = 1, 2, \dots, n$;
 c, d – вектори невідомих параметрів, що підлягають визначенню;
 ε – незалежний випадковий процес (завада) з нульовим математичним сподіванням.

При бурінні свердловини в однорідних за міцністю породах з постійними параметрами режиму будемо вважати, що ε має постійну дисперсію, нормальний розподіл і є неавтокорельованим випадковим процесом.

У рівнянні (6) функція $f(c,x)$ є детермінованою основою прогнозованої величини собівартості одного метра проходки. Вона характеризує значення величини y при відсутності випадкової завади ε .

Оскільки досліджуваний процес формування собівартості метра проходки свердловини є нелінійним для розв'язання задачі прогнозування доцільне застосування штучної нейронної мережі (ШНМ) як апроксиматора функції $f(c,x)$, оскільки ШНМ є універсальним апроксиматором.

Враховуючи сказане і відомі методи прогнозування на базі штучних нейронних мереж [6], завдання прогнозування собівартості метра проходки свердловини сформульовано так: для нелінійної нестационарної послідовності спостережень за процесом формування витрат на буріння свердловини, що задана у формі часового ряду $(y(k-1), \dots, y(k-n)) = x(k) = (x_1(k), \dots, x_n(k))^T, k = 1, 2, \dots$, побудувати його прогноз:

$$\hat{y}(k) = f(x(k)), \quad (7)$$

де $\hat{y}(k)$ – прогноз часового ряду $y(k)$;
 $x(k)$ – простір входів;

$f(x(k))$ – невідомий оператор оцінювання;

k – поточний дискретний час.

Оскільки часовий ряд надходить на вхід ШНМ, то вихід її описується виразом:

$$\hat{y}_j(k) = F_j(x(k)) = \sum_{i=1}^h w_{ji} \psi_i(x(k)) = w_j^T \psi(k), \quad j = 1, \dots, n, \quad (8)$$

де $\hat{y}_j(k)$ – вихід ШНМ;

$F_j(x(k))$ – деякий оператор, що зв'язує простір входів із простором виходів;

$w_j = (w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jh})^T$ – вектор синаптичних ваг, що налаштовуються;

$\psi(k) = (\psi_1(x(k)), \psi_2(x(k)), \dots, \psi_n(x(k)))^T$ – вектор функцій активації нейронів прихованого шару;

$n \ll h$ – число нейронів прихованого шару.

Зважаючи на це, постає питання розробки методу прогнозування собівартості метра проходки свердловини, тобто знаходження оцінки $\hat{y}(k + d_h | k)$ в момент часу $k + d_h$ по даним передісторії k спостережень в реальному часі в темпі надходження даних, що забезпечують мінімум критерію якості

$$I(k) = I(x(k), \hat{y}(k)) \rightarrow \min, \quad (9)$$

за умов апіорної та поточної невизначеності. Тут d_h – довжина упередження або горизонт упередження.

Для практичної реалізації поставленого завдання прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин можуть бути використані відомі архітектури ШНМ та методи їх навчання.

Для того, щоб передбачити витрати з горизонтом упередження, який дорівнює одній добі, витрати розділили на два типи: перший – безпосередньо на буріння свердловини, другий – на геолого-технологічні дослідження (ГТД). Вибір величини горизонту упередження обумовлений тим, що інформація в геологічну службу управління бурових робіт надходить у вигляді зведень, заключень та рекомендацій щодобово.

Поділ витрат на два типи викликав необхідність введення одного додаткового вхідного вузла для штучної нейронної мережі (ШНМ) з додатковим кодуванням: 0 – ГТД; 1 – буріння.

Наступний фактор, який був врахований в прогнозі, це розподіл часу буріння і глибини свердловини до 3 тис.м на 4 інтервали згідно геолого-технічного наряду (ГТН) на буріння свердловини на Долинському родовищі Прикарпаття, Свердловини буряться на кожному інтервалі долотами одного типорозміру з діаметрами: 393,7 мм; 295,3 мм; 215,9 мм; 190,5 мм.

Для двійкового кодування цих чотирьох інтервалів буріння в ШНМ були введені ще два вхідних вузла і застосовані такі коди:

00 – для доліт діаметром 393,7 мм;

01 – для доліт діаметром 295,3 мм;

10 – для доліт діаметром 215,9 мм;

11 – для доліт діаметром 190,5 мм.

Найважливішим фактором, який був врахований, є динамічна залежність прогнозу від витрат в попередні години і доби. Врахували як витрати V поточного дня на певну годину Γ , так і декількох попередніх днів D , тобто $V(D, \Gamma)$. При прогнозуванні витрат $V(D, \Gamma)$ на Γ -й час в D -й день у вхідному векторі мережі враховуються наступні величини:

$$\begin{aligned} &V(D, \Gamma), V(D, \Gamma-1), V(D, \Gamma-2), V(D, \Gamma-3), V(D, \Gamma-4); \\ &V(D-1, \Gamma), V(D-1, \Gamma-1), V(D-1, \Gamma-2), V(D-1, \Gamma-3), V(D-1, \Gamma-4); \\ &V(D-2, \Gamma), V(D-2, \Gamma-1), V(D-2, \Gamma-2), V(D-2, \Gamma-3), V(D-2, \Gamma-4); \\ &V(D-3, \Gamma), V(D-3, \Gamma-1), V(D-3, \Gamma-2), V(D-3, \Gamma-3), V(D-3, \Gamma-4); \\ &\dots \end{aligned}$$

або в узагальненому вигляді

$$V(D-d, \Gamma), V(D-d, \Gamma-1), \dots, V(D-d, \Gamma-g).$$

Число d показує кількість попередніх діб, а число g – попередніх годин, які беруться до уваги при прогнозуванні собівартості буріння свердловини V .

Проведені дослідження показали, що для такого об'єкту як процес формування витрат на буріння нафтових і газових свердловин, який триває декілька десятків або сотень діб, задовільні результати досягаються, коли $d = 3$ і $g = 4$.

Слід зазначити, що до аналогічного висновку привели дослідження в напрямку прогнозування витрат енергії [9].

З урахуванням двох типів витрат при розділенні глибини свердловини (або часу її буріння) на три (або чотири) інтервали розмірність вхідного вектора ШНМ дорівнює:

$$x = (2 \cdot d) + (3 \cdot g) = 2 \cdot 3 + 3 \cdot 4 = 18, \text{ або } x = (2 \cdot d) + (4 \cdot g) = 2 \cdot 3 + 4 \cdot 4 = 22.$$

Остання задача підготовки даних полягала в їх розділенні на навчальну і тестову підмножини. Враховуючи, що база даних про витрати на буріння нафтових і газових свердловин є досить великою, було вирішено обмежитись даними, що характеризують витрати на буріння свердловин, які були пробурені лише на даному родовищі за останні декілька років (2–3 роки).

Для прогнозування витрат на буріння свердловин і внесення відповідної корекції в управління, використали сигмоїдальну мережу з одним прихованим прошарком. Об'єм вхідного шару вибрали таким, що дорівнює розмірності вхідного вектора x . Кількість вихідних нейронів визначається кількістю прогнозованих періодів. Відповідно до 24-годинного прогнозування вихідний шар повинен мати 24 лінійних нейрона.

Найбільш складною задачею є підбір кількості нейронів прихованого прошарку. Слід зазначити, що якщо їх мало, то похибку навчання неможливо зменшити до потрібного рівня. Однак і велика кількість нейронів веде до зростання похибки узагальнення [9]. Тому кількість нейронів прихованого прошарку була отримана експериментально на базі розрахунків, приведених за формулою [10]:

$$\frac{y \cdot p}{1 + \log_2 p} \leq w \leq y \left(\frac{(p+x)(x+y+1)}{x} \right) + 1, \quad (10)$$

де x – розмірність вхідного вектора;

y – розмірність вихідного вектора;

p – число елементів навчальної вибірки, які визначались з умов експерименту.

Експеримент проводили з припущенням, що параметри моделі (10) не стабільні і можуть змінюватися при бурінні в ізотропних породах за нормальним законом розподілу в межах $\pm 5\%$.

Розмірність x вхідного вектора можна зменшити, якщо взяти кількість попередніх діб не 3, а 2 або 1 і попередніх годин не 4, а, наприклад, 3, 2 або 1.

Верифікація була проведена на прикладі прогнозування витрат енергії, як найбільш вагомий чинник в складі собівартості метра проходки, який неперервно контролюється.

Якість прогнозування витрат енергії оцінювали показником відсоткової похибки MAPE (Mean Absolute Percentage Error), яка визначається за формулою:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|W_c - \hat{W}_c|}{W_c} \cdot 100\%, \quad (11)$$

де \hat{W}_c – спрогнозоване значення витрат енергії;

W_c – фактичне значення витрат енергії;

n – кількість годин, на яку складено прогноз.

Мережа навчалась з використанням даних про витрати на буріння 2-х свердловин, які були пробурені на даному родовищі. Тестування проводились за даними, отриманими на глибинах буріння 1010–2980 м. Аналіз розподілу похибок МАРА довів, що прогнозування здійснюється з похибкою $< 4,0\%$.

Багатошаровий перцептрон був застосований і для прогнозування середньодобових витрат на буріння свердловини. Для цього представили структуру перцептронної мережі з одним прихованим шаром, яка дозволяє досить точно передбачити середньодобові витрати енергії за тими ж самими даними, які взяті з попередніх свердловин. Прогнозна модель містить дев'ять вхідних вузлів, які представляють середньодобові витрати енергії на буріння, або геолого-технологічні дослідження на даній глибині свердловини. Категорія витрат енергії кодувалася одним двійковим вузлом (1 – буріння, 0 – геолого-технологічні дослідження). Кодування інтервалу буріння вимагає також двох вузлів. Для цього застосовані такі коди: 00 – буріння долотом Ø393,7 мм, 01 – буріння долотом Ø295,3 мм, 10 – буріння долотом Ø215,9 мм, 11 – буріння долотом $< \text{Ø}215,9$ мм.

На етапі навчання мережі як очікувані значення виступили відомі середньодобові витрати енергії на буріння свердловин, що були пробурені раніше на даній площі.

Архітектура (структура) перцептронної мережі для прогнозування середньодобових витрат енергії зображена на рис. 3.

Значення $E(d, y)$ відповідають нормалізованій середньодобовій витраті енергії в день d на інтервалі буріння y . Для покращення здібностей до узагальнення кількість прихованих нейронів була підібрана експериментально і дорівнює 5. Мережа була навчена за промисловими даними, отриманими під час

буріння свердловин на цій площі. Найбільша похибка прогнозу MAPE протягом буріння свердловини глибиною 2900 м не перебільшувала 3%.

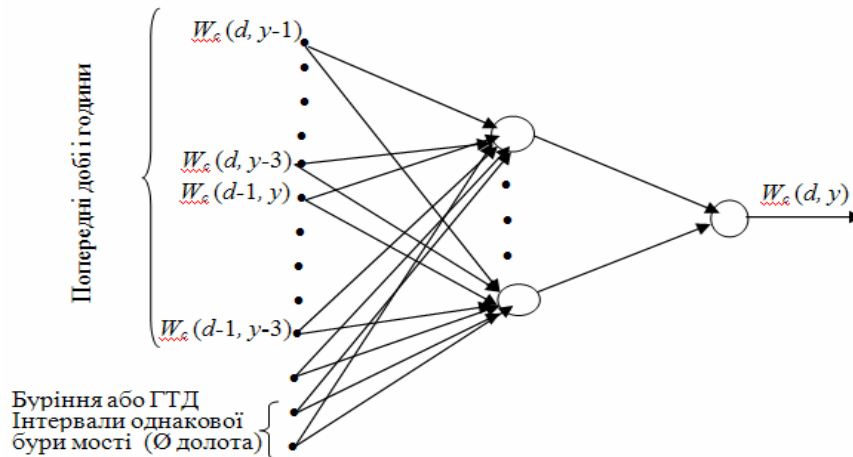


Рис. 3. Структура перцептронної мережі для прогнозування середньодобових витрат енергії

Структура перцептронної мережі, яка зображена на рис. 3, стала основою системи прогнозування витрат на буріння свердловини. Саме для її навчання потрібні знання досвідчених експертів. Крім того, система прогнозування витрат енергії на буріння містить модуль нечіткої логіки, оскільки більшість даних, з якими вона оперує, є нечіткими за своєю природою.

Отже система прогнозування витрат енергії на буріння має структуру, зображену на рис. 4.

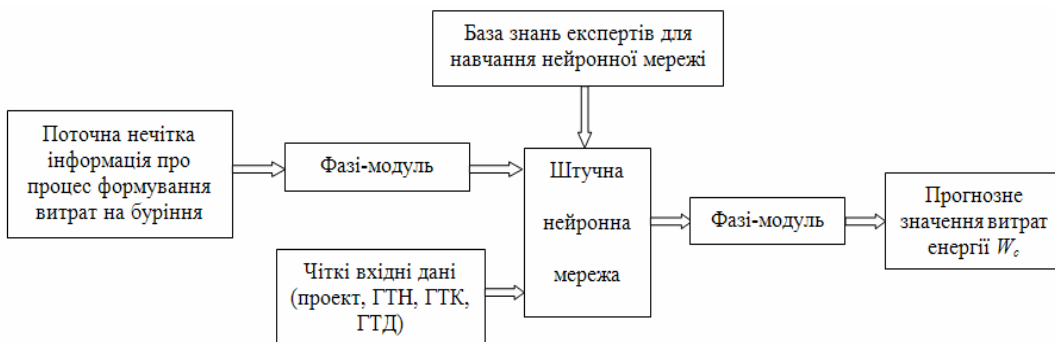


Рис. 4. Структура системи прогнозування витрат енергії на буріння нафтових і газових свердловин

Така структура системи прогнозування дозволить уникнути погіршення точності завдяки сумісному використанню чітких і нечітких даних. Використання компонентів штучного інтелекту дозволить підвищити вірогідність прогнозування.

Проведений аналіз властивостей процесу формування собівартості метра проходки і прогнозування витрат на буріння свердловин дозволяє так визначити загальну задачу управління процесом формування витрат на буріння нафтових і газових свердловин: бурова установка як технологічний комплекс розбивається на підсистеми поглиблення, промивання, спуско-підйому, які характеризуються векторами вхідних та вихідних змінних; для кожної підсистеми визначаються підзадачі оптимізації технологічних режимів, автоматичного регулювання, логіко-програмного управління. При цьому глобальна функція мети має техніко-економічний зміст типу (1). Вона є адитивною, що дає змогу розв'язувати загальну задачу управління процесом формування витрат на буріння як сукупність локальних задач для кожної із підсистем. Враховуючи зв'язки між цими підсистемами і їх вплив на ефективність процесу буріння, виникає необхідність координувати роботу усіх підсистем, тобто повинна бути сформована ще й підзадача координації. Отже, система управління процесом формування витрат на буріння свердловин є ієрархічною, використовує методи багаторівневої оптимізації і декомпозиції, а визначальним є ієрархія підзадач управління з урахуванням специфіки конкретної бурової установки: стаціонарної, пересувної, на морській платформі та ін.

Висновок. Сформульовано постановку задачі прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин в умовах апріорної та поточної невизначеності процесу формування витрат на буріння та її попередній аналіз на засадах синергетики. Обґрунтована доцільність розробки методів прогнозування і ідентифікації собівартості буріння нафтових і газових свердловин на базі штучних нейронних мереж і

координації в системах управління, що дозволить підвищити вірогідність прогнозування собівартості буріння нафтових і газових свердловин.

Література

1. Холявко М. П. Нафтогазовий комплекс України. Напрями реалізації основних положень енергетичної стратегії до 2030 року / М. П. Холявко // Хімічна промисловість України. – 2007. – № 2. – С. 3–10.
2. Fadyeyeva I. New approaches to the desing of power retrenchment technologies in oil and gas well-drilling / I. Fadyeyeva, G. Sementsov // Proceedings East West Fuzzy Colloquium 2006 13th Zittau Fuzzy Colloquium, september 13–15, Zittau-2006. – p.49–54.
3. Сліпченко О. М. Нейронні мережі зі змінною кількістю вузлів у задачах обробки інформації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.23 «Системи та засоби штучного інтелекту» / О. М. Сліпченко. – Харків, 2005. – 19 с.
4. Иванов В. В. Анализ временных рядов и прогнозирование экономических показателей / Иванов В. В. – Харьков : ХНУ им. В. И. Каразина, 1999. – 229 с.
5. Александров М. А. Экономика бурения скважин долотами уменьшенного диаметра / Александров М. А. – М. : Недра, 1968. – 192 с.
6. Винокурова О. А. Прогнозування та емуляція нестационарних послідовностей за допомогою штучних вейвлет-нейронних мереж : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.23 «Системи та засоби штучного інтелекту» / О. В. Винокурова. – Харків, 2005. – 19 с.
7. Ячменьова В. М. Ідентифікація стійкості діяльності промислових підприємств / Ячменьова В. М. – Сімферополь : ДОЛЯ, 2007. – 384 с.
8. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки / Матвійчук А. В. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Осовский С. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 343 с.
10. Никитин А. И. Нейронные сети как новый подход к управлению технологическим оборудованием / А. И. Никитин, А. И. Купин // Академический вестник. – 2004. – № 14. – С. 23–26.
11. Фадеева І. Г. Аналіз взаємозв'язків питомих витрат електроенергії з глибиною свердловин, що буряться на нафту і газ / І. Г. Фадеева // Академический вестник. – 2005. – № 15–16. – С. 78–81.
12. Геолого-технические исследования в процессе бурения : РД 39-0147716-102-87. – Офиц. изд. – М. : Министерство нефтяной промышленности, 1987. – 273 с.
13. Фадеева І. Г. Комбінована модель спостережень за собівартістю метра проходки свердловин на нафту і газ / І. Г. Фадеева // Энергетика: Економіка, технології, екологія. – 2001. – № 4. – С. 77–81.

Надійшла 16.10.2010

УДК 338.432:658

С. В. КОВАЛЬЧУК

Хмельницький національний університет

ФІНАНСОВІ РЕСУРСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Встановлено частку фінансових ресурсів сільськогосподарських підприємств в загальній вартості фінансових ресурсів підприємств України. Проаналізовано характерні особливості формування і використання фінансових ресурсів сільськогосподарських підприємств різних організаційно-правових форм.

It stake of financial resources, agricultural enterprises in the total value of financial resources of Ukraine. Characteristic features of formation and use of financial resources, agricultural enterprises of different organizational forms.

Ключові слова: фінансові ресурси, джерела фінансових ресурсів, фінансове управління.

Постановка проблеми. Розвиток виробництва потребує постійного фінансування процесів простого та розширеного відтворення. Фінансові ресурси підприємств при цьому відіграють одну із ключових ролей, оскільки забезпечують здійснення матеріальних і нематеріальних витрат, їх вчасність й достатність.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання. Формування і використання фінансових ресурсів підприємств є об'єктом дослідження у роботах І. Бланка, Л. Буряка, Ю. Воробійова, А. Загороднього, В. Опаріна, А. Поддєрьогіна та ін. Шляхи вирішення проблем фінансового забезпечення сільськогосподарських підприємств пропонують В. Андрійчук, М. Дем'яненко, Б. Панасюк, П. Саблук, М. Хорунжий та ін. Поряд з цим, формування і використання фінансових ресурсів сільськогосподарських підприємств потребує застосування зваженого підходу, який враховуватиме особливості функціонування різних їх організаційно-правових форм. Завданням даного дослідження є виявлення особливостей