

УДК 658.5:622.276

*I. Г. Фадєєва,
д. е. н., доцент, завідувач кафедри фінансів,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ*

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ НГК

*I. G. Fadyeyeva,
PhD, associate professor, head of the department of finance,
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk*

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF MODELING AND FORECASTING OF FINANCIAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF THE MANAGEMENT NGK

У статті з позицій холистичного підходу до розв'язання задач планування і управління розроблено феноменологічну математичну модель динаміки розвитку нафтогазовидобувних підприємств корпоративної структури. Доведено, що вона дає змогу ідентифікувати параметри моделі за єдиним алгоритмом, а також прогнозувати доходи підприємства на етапі прогресивного розвитку видобутку вуглеводнів та у пізній період експлуатації родовища з урахуванням його заводнення. Розкриваються можливості запобігти ускладненням щодо забезпечення планового видобутку вуглеводнів та об'єктивно підійти до прогнозування доходів підприємства на будь-який період. За результатами експериментальних досліджень підтверджено теоретичні висновки щодо вибору типу моделі як оптимальної для опису життєвого циклу нафтогазовидобувного підприємства. Встановлено, що запропонована феноменологічна модель є адекватною реальним процесам.

The article from the standpoint of a holistic approach to solving problems of planning control developed phenomenological mathematical model of the dynamics of the oil and gas companies corporate structure. Proved that it allows identification of the model parameters on a single algorithm and forecast revenues on stage progressive development and production of hydrocarbons in the later period of the field of view of its flooding. Prevent complications revealed opportunities to ensure the planned production of hydrocarbons and objective approach to forecasting revenues on any period. According to experimental results confirmed the theoretical conclusions on the type of model to be the best to describe the life cycle of oil and gas companies. It is established that the proposed phenomenological model is adequate real processes.

Ключові слова: прогнозування доходів, динаміка розвитку, феноменологічна математична модель, нафтогазовидобувні підприємства корпоративної структури, холистичний підхід.

Keywords: forecasting revenues, development dynamics, phenomenological mathematical model, oil and gas company's corporate structure, holistic approach.

Постановка проблеми. Сьогодні значно змінюються погляди на процеси, що відбуваються у нафтогазових пластах під час їх розробки. Це пов'язано з становленням нової природничо-наукової картини світу, яка будується на засадах універсального еволюціонізму, що об'єднує ідеї системного і еволюційного підходів. Відбувається екстраполяція ідей біологічної еволюції в астрономію і геологію, на всі сфери дійсності, на неживу, живу і соціальну матерії. Це призводить до необхідності розглядати об'єкти управління не просто як системи, а як відкриті самоорганізуючі системи. Вперше виникає науково обґрунтована можливість подолати традиційний розрив між уявленнями про живу і неживу природу [1]. Природничо-наукова картина світу повинна бути біологічною (до недавнього минулого фундаментом картини світу слугували закони збереження). Фізична картина світу є простішим варіантом. Оскільки усі фізико-хімічні процеси спостерігаються в біології, то загальна природничо-наукова картина світу повинна бути орієнтована на науки вищого, а не нижнього рівня [2, 3].

Отже, у науковців складається думка, що процес розробки нафтогазових родовищ доцільно вивчати в цілому. Такий цілісний, тобто холистичний підхід дає змогу еволюційні рівняння розробки родовища розглядати як феноменологічні моделі (феноменологія – вчення про явище в цілому), що дозволяє збільшити глибину прогнозів у цій галузі знань [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За останнє десятиріччя моделювання явищ і процесів у бізнес-сегменті upstream стало головною темою досліджень провідних вчених із менеджменту та фінансів підприємств. Помітний внесок у розвиток цієї проблеми зробили такі вчені як Х.Азис [2], В.Соколов [5], Г.І.Баренблатт [6], Ю.Бураков [7], А.Смірнов, А.Рочев [8], Т.Алієв [9], А.Мірзаджанзаде, А.Булатов, Ш.Шірінзаде, А.Гусман [10], а також О.Коломієць [11], М.Мислюк, Ю.Зарубін [12] та ін. У працях зазначених авторів та інших дослідників динаміка розробки нафтогазових родовищ розглядається за допомогою нелінійних відображень на засадах системного підходу. Проте, створенню феноменологічних моделей не приділялося достатньої уваги. Це призводить до неефективного використання розроблених математичних моделей для оцінки аналізу і прийняття рішень стосовно конкретних інвестицій у розвиток нафтогазовидобувних підприємств корпоративної структури.

Метою статті є обґрунтування і дослідження феноменологічної математичної моделі динаміки розвитку нафтогазовидобувних підприємств корпоративної структури на засадах холистичного підходу.

Основні результати дослідження. Аналізування літературних джерел [5÷12 та ін.] показало, що для опису і прогнозування розробки нафтогазових родовищ застосовують різні типи моделей.

Однією з перших і найпростіших математичних моделей була експоненціальна еволюційна модель, що призначена для опису і прогнозування початкових етапів розробки нафтогазового родовища

$$\frac{dy}{dt} = \alpha y, \quad (1)$$

де y – річний видобуток нафти;
 t – час розробки родовища;

a – постійна величина, $\alpha = \left(\frac{1}{y}\right)\left(\frac{dy}{dt}\right)$ – відносна швидкість зростання видобутку вуглеводнів.

Застосування експоненціальної математичної моделі (1) для річних і накопичених відборів нафти у світі є правомірним лише у початковий період. Протягом цього періоду вона може бути використана і для прогнозування показників розробки нафтогазових родовищ. Тоді y – це накопичені (кумулятивні) відбори нафти або

газу, $\frac{dy}{dt} = Q$ – відбори в одиницю часу вуглеводнів або води, яка приймається рівною 1 року [5].

Виходячи з природи явища, було обгрунтовано [5] застосування логістичної моделі нафтогазового родовища. До логістичного шляху розвитку системи автори прийшли від початкового експоненціального зростання після появи процесів придушення росту і його обмеження. Факторами, які обмежують видобуток вуглеводнів з родовища можуть слугувати обмежений фонд експлуатаційних свердловин, їх інтерференція, особливості геологічної побудови покладу та ін.

У цьому випадку еволюційна модель набуває наступного вигляду

$$\frac{dy}{dt} = a_1(y)y, \quad (2)$$

де $a_1(y)$ – функція від річного видобутку нафти y .

Якщо вважати, що залежність $a_1(y)$ є лінійною:

$$a_1(y) = a - by, \quad (3)$$

де b – коефіцієнт пропорційності,

тоді після підстановки виразу (3) у рівняння (2), отримаємо

$$\frac{dy}{dt} = ay - by^2, \quad (4)$$

з нульовою постійною особливою точкою і ненульовою стійкою стаціонарною точкою [5].

Моделю (4) називають [5] логістичною. Її рівнянням є S-подібна крива, яку, внаслідок універсальності часто називають кривою зростання.

Проведений аналіз дає змогу стверджувати, що такий характер має залежність накопичених відборів вуглеводнів, якщо у приймається як V – накопичений

(кумулятивний) відбір нафти або газу, а $\frac{dV}{dt} = Q$ – це річний відбір вуглеводнів. Тоді рівняння (4) набуває вигляду зручного для аналізу розробки нафтогазового родовища

$$Q = aV - bV^2, \quad (5)$$

або

$$\frac{Q}{V} = a - bV, \quad (6)$$

Залежність $\frac{Q}{V} = f(V)$ є логістичною.

Аналіз існуючих моделей [5, 8-10, 13-15 та ін.] показує, що процес розробки нафтогазового родовища різні автори описували спочатку експоненціальною математичною моделлю зростання, поступово переходячи до логістичної фази зростання або аллометричної (від грец. alloios – різний, відмінний, усякий), коли спостерігалася не ізометрична зміна, а така, що може бути описана загальною формою аллометричних рівнянь [5]:

$$y = ax^b, \quad (7)$$

Аллометрична математична модель (7) описує еволюційні процеси нерівномірного зростання в часі.

Багатьма авторами [1-5, 11 та ін.] було запропоновано використовувати для аналізу та прогнозування розробки нафтових родовищ математичні моделі, що застосовуються в багатьох областях економіки, біології, етнографії, техніки. Було доведено також, що аллометричні математичні моделі часто застосовуються лише на початкових стадіях розробки нафтогазових родовищ. Модель Кольрауша, наприклад, добре описує промислові дані по відборам газу на окремих ділянках родовища і рекомендована [5] як адекватна і перевірена модель для складання прогнозів у випадках розробки аналогічних родовищ.

Для опису розробки великих газових родовищ було запропоновано декілька моделей, які з врахуванням припущень достатньо ефективно, на думку Соколова В.А., описують еволюцію розробки таких родовищ:

$$Q(t) = \frac{a}{(t-b)^c + d} + g, \quad (8)$$

де a, b, c, d – параметри моделі, які визначаються методом найменших квадратів,

g – постійна величина, за допомогою якої графік залежності піднімається над віссю абсцис;

$$Q(t) = \frac{a}{[(t-b)^c + d]^k} + g, \quad (9)$$

$$Q(t) = \left[\frac{a_1}{(t-b_1)^{c_1} + d_1} + g_1 \right] \alpha_1 + \left[\frac{a_2}{[(t-b_2)^{c_2} + d_2]^{k_2}} + g_2 \right] \alpha_2, \quad (10)$$

де k – параметр, що введений для додаткового дослідження впливу на форму кривої.

З огляду на проведений аналіз слід відзначити, що у фахівців склалася думка, що процес видобутку нафти і газу слід розглядати як відкриту складну нелінійну динамічну систему, яка складається із великої кількості підсистем та схильна до самоорганізації і системної еволюції [5,10]. Тому для її опису і прогнозування є необхідність застосування цілісного системного підходу при моделюванні. Одним із них є синергетичне моделювання розробки родовищ нафти і газу, основи якого відносно складних нелінійних процесів нафтогазовидобування були закладені ак. А.К.Мірзаджанзаде [10].

У [10] використано синергетичне моделювання процесів розробки нафтогазових родовищ. Для цього скористалися звичайними диференціальними рівняннями

$$\frac{dy_i}{dt} = f(y_1, y_2, \dots, y_n), \quad (11)$$

де y_i – провідні синергетичні змінні, які характеризують процес.

Приклади застосування нелінійних синергетичних моделей із двох звичайних диференціальних рівнянь наведені у роботах Буракова Ю.Г., Соколова В.А., Урселова О. [5,7,8].

Нелінійна синергічна модель із трьох звичайних диференціальних рівнянь використана для моделювання динаміки розвитку нафтогазовидобутку у Західному Сибіру [10, 16]:

$$\begin{aligned}\frac{dy_1}{dt} &= a_0 y_1 + a_1 y_2 + a_2 y_3 + a_3 y_1 y_2 + a_4 y_1 y_3, \\ \frac{dy_2}{dt} &= b_0 y_1 + b_1 y_3 + b_2 y_1 y_3 + b_3 y_2 y_3, \\ \frac{dy_3}{dt} &= c_0 y_1 + c_1 y_3 + c_2 y_1 y_3 + c_3 y_2 y_3,\end{aligned}\quad (12)$$

де y_1 – видобуток нафти, млн.т/рік;
 y_2 – видобуток газу, млрд.м³/рік;
 y_3 – кількість відкритих за рік нафтових і газових родовищ.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що для прогнозування видобутку нафти і газу було використано моделі із чотирьох і п'яти звичайних диференціальних рівнянь [7, 11]. Проте, автори визначають, що похибки такого моделювання досить великі і відхилення фактичних даних від модельованих досягають 70%. На відміну від цього підходу, для опису і якісного розуміння складних нелінійних динамічних систем у [8] запропоновано так зване «м'яке» моделювання на основі нелінійних синергетичних моделей із трьох і п'яти звичайних диференціальних рівнянь з коефіцієнтами моделі, що змінюються в часі. Передбачена також і зміна вигляду моделі.

У роботі [13] такі моделі застосовані для розрахунку прогнозних сценаріїв світового видобутку нафти і газу, а у роботі [14] – для моделювання установки циклічного газліфта.

Авторами робіт [7, 8] зроблено важливий висновок, що моделювання процесу видобування вуглеводнів подібними моделями є правомірним лише для великих за запасами і фондами свердловин нафтогазових родовищ. Для невеликих родовищ ці моделі стають неадекватними і тому для них мають бути запропоновані синергетичні моделі у вигляді нелінійних відображень, тобто рекурентних виразів.

Для опису слабо структурованих систем бізнес-сегменту upstream, що розвиваються у часі, у [7, с. 91-102; 15, с. 95-103; 16, с. 28-29] запропоновано використання диференціальних рівнянь та асимптотичних моделей, які дають змогу розкрити сутність функціонування систем, послабити вплив невизначеності. Відзначимо, що велике число змінних на вході системи проявляється у малому числі змінних на її виході, що є ознакою гомоморфізму, який дає змогу спрощувати моделі таких систем.

На підставі аналізування системи показників, за якими можна оцінити пристосованість системи НГВП до оточуючого середовища, виявлено, що спектр таких показників є достатньо широким, але найбільш раціональним є відносне значення швидкості зростання видобутку вуглеводнів, початкове значення якого завжди більше від нуля, яке має назву – пристосованість системи до зовнішнього середовища [17, с. 155-166]:

$$\left(\frac{dy}{dt}\right)\left(\frac{1}{y}\right) = \gamma, \quad (11)$$

де y – вихід системи, наприклад, прибуток, обумовлений збільшенням обсягу видобутку вуглеводнів;
 t – час експлуатації системи бізнес-сегменту upstream.

Показник γ залежить від виходу системи y та від часу t

$$\gamma = a - by - ct. \quad (12)$$

Розглянемо три умови функціонування системи: нейтральні умови, коли $b = 0, c = 0$; лімітуючі умови, коли $b > 0, c = 0$; деградація системи, коли $b = 0, c > 0$.

Суть моделі (11) полягає у тому, що відносна швидкість зростання видобутку вуглеводнів $\left(\frac{dy}{dt}\right)\left(\frac{1}{y}\right)$ має постійне значення $\gamma = a$. Коли вихід системи y

збільшується, то й абсолютна швидкість зростання $\frac{dy}{dt}$ повинна також збільшуватися, щоб величина $\left(\frac{dy}{dt}\right)\left(\frac{1}{y}\right)$ залишилася постійною. Це призводить до постійної

відносної швидкості зростання та зростання виходу системи y за законом експоненти. Якщо розв'язати диференціальне рівняння $\left(\frac{dy}{dt}\right)\left(\frac{1}{y}\right) = a$, тоді

$$y(t) = y_0 \cdot \exp[a(t - t_0)]. \quad (13)$$

Експоненціальну модель (13) можна використовувати для управління і координування лише на обмеженому початковому відтинку розвитку системи видобування вуглеводнів, поки йде інтенсивний його ріст і поки не вступили у силу такі обмежуючі чинники, як обводнення, природне падіння видобутку, недосконалість технології, застарілі методи управління, погана організація виробництва тощо.

Нами були досліджені фактичні дані стосовно видобування нафти і газу в Україні і у ПАТ «Укрнафта» і співставлені зі змодельованими на початкових етапах. Результати моделювання експоненціальною моделлю процесів видобування вуглеводнів наведено у табл. 1.

Таблиця 1.
Результати моделювання процесів видобування вуглеводнів на початкових стадіях розробки родовищ експоненціальною моделлю *

| Характеристики моделі | Об'єкт моделювання | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | Видобування нафти в Україні | Видобування газу в Україні | Видобування нафти ПАТ «Укрнафта» |
| Параметр моделі a | $a = \exp(-1,609) = 2$ | $a = \exp(-2,659) = 0,07$ | $a = \exp(-2,3) = 0,1$ |
| Математична модель | $\frac{dy}{dt} = 0,2y$ | $\frac{dy}{dt} = 0,07y$ | $\frac{dy}{dt} = 0,1y$ |
| Максимальна відносна похибка апроксимації моделлю (13) | 6 % | 5,2 % | 7,3 % |

*Примітка: розроблено автором

Отримані результати підтверджують, що збільшення видобування нафти і газу в Україні відбувалося за експоненціальними законами, які у подальшому переходять у фазу лінійного зростання, а потім у фазу сповільненого зростання.

У реальних умовах видобування вуглеводнів, лімітування і деградація родовища проявляються одночасно, що ускладнює виявлення причин відхилення кривої $y(t)$ від експоненціального зростання. За рахунок цієї невизначеності похибка прогнозування видобутку вуглеводнів з окремого родовища або групи родовищ за допомогою таких моделей може бути досить суттєвою.

Виявлення відхилення видобутку вуглеводнів від зростання за законом експоненти може бути здійснено за допомогою феноменологічних моделей, побудованих на засадах холистичного підходу. Вони дають змогу визначити позитивні координуючі впливи на розвиток системи.

Для моделювання розвитку НГВП були використані статистичні дані з видобутку нафти в Україні за 1966–2000 рр. [18÷20].

Спочатку використаємо ті дані, де спостерігається ріст показника (рис. 1а).

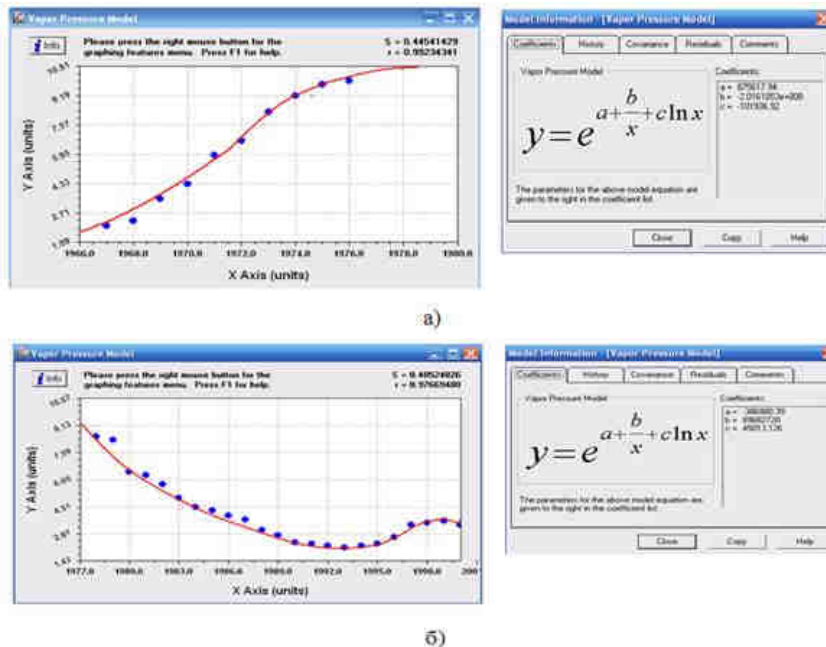


Рис. 1. Модель динаміки видобування нафти в Україні (складено автором)

За допомогою програмного продукту Curve Expert 1.3 була отримана наступна модель динаміки видобування нафти в Україні

$$y_{\text{нафти}} = e^{a + \frac{b}{x} + c \ln x} \quad (14)$$

де y – узагальнюючий синергійний показник – видобуток товарної продукції;
 a, b, c – параметри моделі $a=875617,94$; $b=-2,0161853e + 0,08$; $c=-101936,96$
 $x = 1, 2, 3, \dots, n$ – час розробки родовища, місяців.

Для моделювання динаміки видобування нафти за період його спадання використаємо дані, де збільшення видобутку не спостерігаються через виникнення обмежуючих факторів (рис. 16). У результаті отримали модель динаміки видобування нафти в Україні виду (14) з параметрами: $a=-386980,39$; $b=89682720$; $c=45013,126$.

Для опису динаміки видобування нафти ПАТ «Укрнафта» були отримані моделі

$$y_{\text{нафти}} = e^{\alpha_1 + \frac{b_1}{x} + c_1 \ln x} \quad (15)$$

$$y_{\text{нафти}} = e^{\alpha_2 + \frac{b_2}{x} + c_2 \ln x} \quad (16)$$

з параметрами $a_1=1024146$; $b_1=-2,35233 \cdot 10^8$; $c_1=-119273$ для періоду, де спостерігався ріст видобутку і з параметрами $a_2=-108646,6$; $b_2=2,532567 \cdot 10^7$; $c_2=12628,98$ для періоду, де збільшення видобутку нафти не спостерігається через виникнення обмежуючих факторів.

Аналогічно була змодельована динаміка видобування газу в Україні (рис.2).

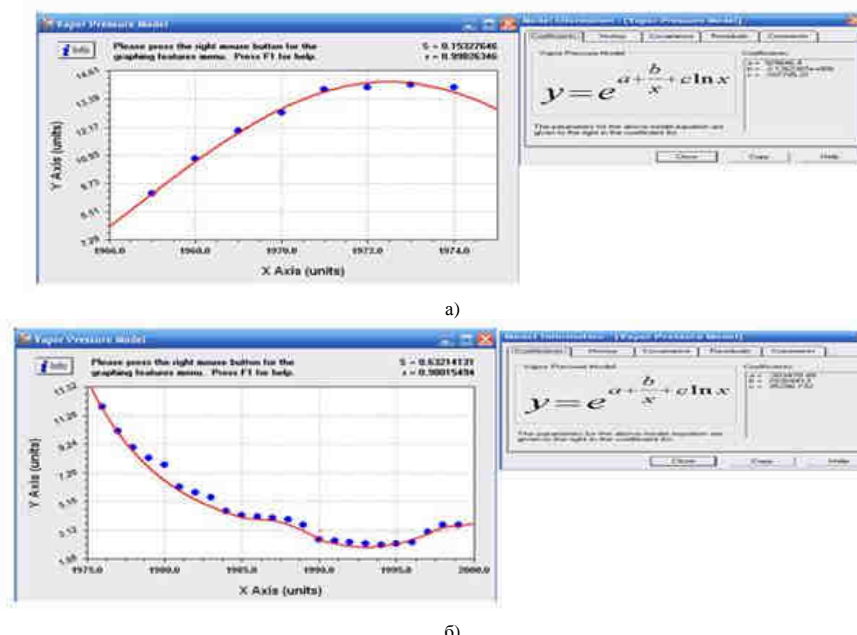


Рис. 2. Модель динаміки видобування газу в Україні (складено автором)

Бачимо, що моделі (14), (15), (16) відрізняються лише значеннями параметрів a, b, c , що підтверджує їх феноменологічний характер. Модель (14) принципово відрізняється від інших, тим, що використовуючи її на кожному кроці x (наприклад, $x = 1$ міс.) у реальному часі при надходженні

нової промислової інформації усі коефіцієнти моделі корегуються відповідно до змін ситуації на родовищі вуглеводнів, що відображається в обсягах видобутих вуглеводнів. Тобто коефіцієнти a , b , c змінюються разом зі зміною основних чинників системи видобування вуглеводнів.

Параметр a – відповідає за загальну амплітуду модельної кривої, якщо джерела ресурсів нічим не обмежені, а управління реалізацією ресурсів здійснюється ідеально. При цьому спостерігається зростання видобутку вуглеводнів у часі за законом експоненти. Статистична перевірка цієї залежності проведена для зростання в часі кількості експлуатаційних свердловин, які щорічно закінчуються бурінням по деякій типовій сукупності нафтових родовищ. Проте, зростання видобутку вуглеводнів за законом експоненти, а отже доходів підприємства при малих x змінюється насиченням на рівні Y_{max} , яке викликане такими лімітуючими умовами як скорочення обсягів експлуатаційного буріння, погана організація виробництва, застарілі методи управління, недосконалість технологій видобування вуглеводнів та ін. Окрім того, внаслідок обмеженості запасів вуглеводнів експлуатація родовища входить у стадію насичення. Для НГВП явище насичення означає, що сумарний приріст видобутку вуглеводнів для тієї частини родовища, яка знаходиться в початковій стадії розробки, тільки встигає перекрити щорічне природне падіння видобутку в старій частині родовища, яка знаходиться у регресивній стадії експлуатації. У результаті цього порушується баланс між приростом й падінням видобутку і загальний видобуток вуглеводнів на даному родовищі перестає зростати, настає стадія деградації. Тобто параметр b задає момент «катастрофи» (у нашому випадку – це максимум функції $Y = f(x)$), визначаючи розташування цієї кривої на осі абсцис.

Очевидно, що динаміка отримання доходу від експлуатації родовища несиметрична, як і динаміка видобутку вуглеводнів. Отже, вектор параметрів моделі (14) $(a, b, c) = \bar{A}$ визначає сутність участі кожної складової ресурсів у сумарному результаті – доході НГВП.

Зазначимо, що вектор \bar{A} об'єднує такі зовнішні економічні чинники, які впливають на динаміку системи видобування нафти, як ціна нафти, характеристики попиту на вуглеводні, умови ринку праці, ставки оподаткування, рівень фінансових витрат нафтогазовидобувного підприємства та ін. Ці чинники залежать як від часу, так і від трансфертної ціни нафти, за якою НГВП реалізує її; місячних фіксованих загально-адміністративних витрат; вартості робочої сили підприємства; чисельності виробничого персоналу НГВП; виробничої потужності підприємства; ставки амортизації капіталу; ціни реалізації однієї тони нафти; фіксованих і змінних збутових витрат на одну тону нафти; ставки реінвестування прибутку в капітал підприємства, які впливають на синергійний ефект у системі видобування нафти.

Отже, значення параметрів вектора \bar{A} є нечіткими і для їх визначення потрібна ідентифікація у реальному часі з використанням фактичних даних про видобуток вуглеводнів і доходи НГВП.

Для ідентифікації параметрів математичної моделі (14) нами запропоновано такий підхід.

Виходитимемо з того, що модель (14) є однотипною для усіх етапів життєвого циклу родовища вуглеводнів. Прологарифмуємо це рівняння

$$\ln y = \left(a + \frac{b}{x} + c \ln x \right) \ln e. \quad (17)$$

Оскільки $\ln e = 1$, тоді

$$\ln y = \left(a + \frac{b}{x} + c \ln x \right). \quad (18)$$

Формула (18) зручніша для практичних розрахунків. Під час ідентифікації будемо використовувати інформацію про видобуток нафти або дохід НГВП y_1, y_2, y_3 у місяцях $x = 1, 2, 3, \dots, n$ й отримані дані підставитимемо у формулу (18):

$$\begin{aligned} \ln y_1 &= \left(a + \frac{b}{1} + c \ln 1 \right), \\ \ln y_2 &= \left(a + \frac{b}{2} + c \ln 2 \right), \\ \ln y_3 &= \left(a + \frac{b}{3} + c \ln 3 \right), \end{aligned} \quad (19)$$

Розв'язавши систему рівнянь (19), отримали:

$$\begin{aligned} a &= -0,3 \ln y_1 + 3,357 \ln y_2 - 2,069 \ln y_3, \\ b &= 1,3 \ln y_1 - 3,357 \ln y_2 + 2,069 \ln y_3, \\ c &= -0,564 \ln y_1 - 1,06 \ln y_2 + 1,6 \ln y_3. \end{aligned} \quad (20)$$

Тоді феноменологічна модель (14) набуває такого вигляду

$$y = \exp \left(a + \frac{b}{x} + c \ln x \right) = \exp \left[\left(-0,3 \ln y_1 + 3,357 \ln y_2 - 2,069 \ln y_3 \right) + \frac{1,3 \ln y_1 - 3,357 \ln y_2 + 2,069 \ln y_3}{x} + \left(-0,564 \ln y_1 - 1,06 \ln y_2 + 1,6 \ln y_3 \right) \ln x \right]. \quad (21)$$

Вона дає змогу прогнозувати доходи НГВП на декілька місяців уперед й уточнювати параметри моделі для майбутніх розрахунків, користуючись фактичними даними про видобуток вуглеводнів, наприклад, за останні три місяці роботи підприємства.

Отже, можна стверджувати, що на основі холістичного аналізу динаміки видобутку нафти і газу в Україні нами створена феноменологічна математична модель прогнозування динаміки видобутку нафти і газу (14) з коефіцієнтами кореляції 0,88-0,99, що дає змогу ефективно розв'язувати задачу ідентифікації параметрів моделі за єдиним алгоритмом, який не залежить від вигляду функції, а також вірогідно прогнозувати обсяги доходу підприємства. Проведене комп'ютерне моделювання алгоритмів ідентифікації параметрів моделі показало її адекватність.

Висновок

Розроблено феноменологічну математичну модель динаміки розвитку нафтогазовидобувних підприємств корпоративної структури, побудовану на основі холістичного підходу, яка дає змогу визначати доходи цих підприємств як на етапі прогресивного розвитку, так і у пізній період експлуатації родовища з урахуванням його заводнення, що забезпечує об'єктивне прогнозування доходів на будь-який період розробки родовища. Феноменологічна математична модель відображає розвиток промислу з коефіцієнтами кореляції 0,88-0,99, що дозволяє достовірно прогнозувати обсяги доходу підприємства на будь-який період.

Література.

1. Чикалин М.В. Творение и закономерности развития в природе и обществе: наука, техника, язык. Кн. 1 / М.В.Чикалин. – М.: Белье Альвы, 2005. – 208 с.
2. Азис Х. Математическое моделирование пластовых систем / Х.Азис, Э.Сеттари. – М.: Недра. – 1982. – 407 с.
3. Эбелинг В. Физика процессов эволюции / В.Эбелинг, А.Энгель, Р.Файстель. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 328 с.
4. Степин В. Новая научная картина мира / В.Степин // Знание – сила. – 2006. – №1. – С.86-90.
5. Соколов В.А. Эволюционные уравнения как феноменологические модели разработки нефтегазовых залежей / В.А.Соколов // Нефтегазовое дело. – 2006. – С.1-34. – Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>
6. Баренблатт Г.И. Подобие, автоматичность, промежуточная асимптотика. Теория и приложение к геофизической гидродинамике / Г.И.Баренблатт. – Л.: Гидрометеониздат. – 1978. – 207 с.
7. Бураков Ю.Г. Имитационное моделирование работы схемы циклического газлифта на режимах с вынужденными колебаниями / Ю.Г.Бураков, В.А.Соколов // Нефтегазовое дело. – 2004. – т. 2. – С. 91-102.
8. Соколов В.А. Мягкая эволюционная синергетическая трехмерная модель для расчета сценариев воздействия на пласт / В.А.Соколов, А.И.Смирнов, А.Н.Рочев // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2003. – №1. – С.1-7.
9. Алиев Т.Н. Игровая оптимизация режимов бурения скважин / Т.Н.Алиев // Известия вузов. Нефть и газ. – 1975. – № 4. – С. 93-98.
10. Мирзаджанзаде А.Ч. Строительство скважин, системный подход, искусственный интеллект. Гипотезы. Поиск. Прогнозы / А.Ч. Мирзаджанзаде, А.И.Булатов, А.И.Гуслия, О.Ширинзаде: сб. науч. трудов. – Краснодар: Северокавказское отделение инженерной академии Российской Федерации. – 1992. – С. 40-47.
11. Коломієць О.В. Побудова динамічної моделі об'єднання підприємств із синергічними зв'язками / О.В. Коломієць // Вісник Державного університету

«Львівська політехніка» «Логістика». – Львів: 2002. – № 446. – С. 328-338.

12. Мислюк М.А. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі: [навч. посібник] / М.А.Мислюк, Ю.О.Зарубін. – Івано-Франківськ: Екор, 1999. – 496 с.

13. Соколов В.А. Сценарии развития мировой нефтегазодобычи / В.А.Соколов, Н.Д.Цхадая // [«Энергетика: приоритеты устойчивого развития»]: междунар. конф., 24-26 сентября 2007 г.: сб. докладов. – РЕС 2007, МТЭА, Прага. – 2007. – С. 36-51.

14. Соколов В.А. Математическое моделирование работы установки циклического газлифта в режиме вынужденных колебаний / В.А.Соколов, Ю.Г.Бураков // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: Обз. инф. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2008. – 80 с.

15. Соколов В.А. Синергетическое моделирование разработки нефтяных залежей / В.А. Соколов // Нефтяное дело. – 2006. – №1.(Т. 4). – С. 95-103.

16. Sokolov V. Prediction of condensate and water productions using the Lotka-Volterra Model / V. Sokolov, S. Ursegov, Y. Burakov // Technology Alberta.– 1998– № 3. (Vol. 15). – P. 28-29.

17. Соколов В.А. Синергетическое моделирование разработки нефтяных месторождений нелинейными отображениями / В.А. Соколов // Нефтегазовое дело. – 2009. – №1. (Т.7). – С. 155-166.

18. Публічний звіт підприємств НАК «Нафтогаз України»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/7DDCDC3A61CO...>

19. Публічний звіт підприємств НАК «Нафтогаз України»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/03BO495AAA4AA...>

20. Публічний звіт підприємств НАК «Нафтогаз України»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/B1F63AF6E9E400...>

References.

1. Chikalina, M.V. (2005), *Tvorenie i zakonmernosti razvitiya v prirode i obshchestve: nauka, tehnika, jazyk*, no. 1, Belye Al'vy, Moscow, Russia, p.208.

2. Azis, H. and Settari, Je. (1982), *Matematicheskoe modelirovanie plastovyh sistem*, Nedra, Moscow, p.407.

3. Jebeling, V. Jengel', A. Fajstel', R. (2001), *Fizika processov jevoljucii*, Jeditorial URSS, Moscow, Russia, p.328.

4. Stepin, V. (2006), "Novaja nauchnaja kartina mira", *Znanie – sila*, vol.1, pp.86-90.

5. Sokolov, V.A. (2006), "Jevoljucionnye uravneniya kak fenomenologicheskie modeli razrabotki neftegazovyh zalezhej", *Neftegazovoe delo*, pp.1-34, [Online], available at: <http://www.ogbus.ru>

6. Barenblatt, G.I. (1978), *Podobie, avtomodel'nost', promezhutochnaja asimptotika. Teorija i prilozhenie k geofizicheskoi gidrodinamike*, Gidrometeoizdat, Russia, p.207.

7. Burakov, Ju.G. and Sokolov, V.A. (2004), "Imitacionnoe modelirovanie raboty shemy ciklicheskogo gazlifta na rezhimakh s vyzhdenymi kolebanijami", *Neftegazovoe delo*, no. 2, pp. 91-102.

8. Sokolov, V.A. Smirnov, A.I. Rochev, A.N. (2003), "Mjagkaja jevoljucionnaja sinergeticheskaja trehmerjnaja model' dlja rascheta scenarijev vozdeystviya na plast", *Azerbajdzhanskoe nefjanoe hozjajstvo*, vol.1, pp.1-7.

9. Aliev, T.N. (1975), "Igrovaja optimizacija rezhimov burnenija skvazhin, *Izvestija vuzov. Neft' i gaz*", vol. 4, pp. 93-98.

10. Mirzadzhanzade, A.Ch. Bulatov, A.I. Gusljan, A.I. and Shirinzade, O. (1992), *Sroitel'stvo skvazhin, sistemnyj podhod, iskusstvennyj intellekt. Gipotezy. Poisk. Prognozy*, Severokavkazskoe otdelenie inzhenernoj akademii Rossijskoj Federacii, Krasnodar, Russia, pp. 40-47.

11. Kolomiiets, O.V. (2002), "Pobudova dynamichnoi modeli obiednannia pidpriemstv iz synerhichnymy zviazkanmy", *Visnyk Derzhavnogo universytetu «Lvivska politekhnika» «Lohistyka»*, vol. 446, Lviv, Ukraine, pp. 328-338.

12. Mysliuk, M.A. and Zarubin, Yu.O. (1999), *Modeliuvannia yavysch i protsesiv u naftohazopromyslovii spravi*, Ekor, Ivano-Frankivsk, Ukraine, p.496.

13. Sokolov, V.A. and Chadaja, N.D. (2007), "Scenarii razvitiya mirovoj neftegazodobychi", *mezhdunar. konf., «Jenergetika: prioritety ustojchivogo razvitiya»*, МТЖЕА, Прага, pp. 36-51.

14. Sokolov, V.A. and Burakov, Ju.G. (2008), "Matematicheskoe modelirovanie raboty ustanovki ciklicheskogo gazlifta v rezhime vyzhdenykh kolebanij", *Geologija, burnenie, razrabotka i jekspluatacija gazovyh i gazokondensatnyh mestorozhdenij*, «IRC Gazprom», p.80.

15. Sokolov, V.A. (2006), "Sinergicheskoe modelirovanie razrabotki nefjanyh zalezhej", *Nefjanoe delo*, vol.1(no. 4), pp. 95-103.

16. Sokolov, Ursegov, V. S. and Burakov, Y. (1998), "Prediction of condensate and water productions using the Lotka-Volterra Model", *Technology Alberta*, no 3. (Vol. 15). – P. 28-29.

17. Sokolov, V.A. (2009), "Sinergicheskoe modelirovanie razrabotki nefjanyh mestorozhdenij nelinejnymi otobrazhenijami", *Neftegazovoe delo*, vol.1 (no.7), pp. 155-166.

18. Publichnyi zvit pidpriemstv NAK «Naftohaz Ukrainy», [Online], available at: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/7DDCDC3A61CO...>

19. Publichnyi zvit pidpriemstv NAK «Naftohaz Ukrainy», [Online], available at: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/03BO495AAA4AA...>

20. Publichnyi zvit pidpriemstv NAK «Naftohaz Ukrainy», [Online], available at: <http://www.naftogaz.com/www/2/nakweb.nsf/o/B1F63AF6E9E400...>

Стаття надійшла до редакції 19.01.2015 р.



ТОВ "ДКС Центр"