

які важко сформулювати в термінах диференціальних рівнянь. Модель реалізовано програмою, яка виконана в стилі автоматного програмування популярною мовою Python, не потребує спеціалізованих засобів моделювання чи сторонніх бібліотек та допускає паралельні обчислення. Модель може бути використана для оптимізації параметрів свердловинних штангових насосних установок і як основа для побудови складніших моделей.

**Ключові слова:** агентне моделювання, автоматне програмування, колона насосних штанг, динамограма, Python

*Existing dynamical simulation models of sucker rod pumping system are continuously evolving by adding new features. Improvement of such models is time-consuming and requires appropriate mathematical knowledge among researchers. One solution to this problem is the use of simulation models based on the abstract machines and automata-based programming for their implementation. The principles of the building of model of rod string, which is represented as system of abstract machines connected by an elasto-damper links, has proposed. One abstract machine is an imaginary rod node, in which is concentrated the mass of the section, its weight and other forces. The transition function of automaton defines its behavior and trying to return the automaton to a state of equilibrium of forces on it. The model allowed to obtain the dynamometer cards for steel and fiberglass columns, the shape of which corresponds to practical dynamometer cards. Designed automaton model easy to understand and modify, allows to model phenomena that are difficult to formulate in terms of differential equations. The model is implemented by the program, which is designed by the automata-based programming style in Python language and does not require any special modeling tools or third-party libraries and allows parallel computing. The model can be used to optimize parameters of sucker rod pumping systems and as a basis for building more complex models.*

**Keywords:** agent-based modelling, automata-based programming, sucker rod string, dynamometer card, Python

УДК 330.322.2:622.323

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ НАФТОВИХ РОДОВИЩ

У. Я. Витвицька, І. В. Андрійчук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

У сучасних політичних та економічних реаліях одним із найважливіших завдань забезпечення енергетичної незалежності нашої держави є збільшення ступеня використання наявних паливно-енергетичних ресурсів.

Значна кількість нафтових родовищ в Україні, котрі відрізняються гірничо-геологічними умовами видобування та властивостями вуглеводнів, зумовлюють потребу у виборі найбільш привабливих об'єктів, які можуть забезпечити найкращі перспективи розробки та найвищу ефективність інвестицій. У цьому контексті удосконалення існуючих методичних засад оцінювання інвестиційної привабливості нафтових родовищ дасть змогу нафтовидобувним підприємствам формувати адекватну стратегію і тактику подальшої діяльності, розробляти та реалізовувати ефективні організаційно-економічні рішення.

Метою даного дослідження є удосконалення методичних засад оцінювання інвестиційної привабливості нафтових родовищ. Відповідно до поставленої мети запропоновано алгоритм, який передбачає виконання наступних етапів:

1. відбір критеріїв оцінки;
2. проведення кореляційно-регресійного аналізу;
3. трансформація якісних оцінок переваги одного показника перед іншим у кількісні оцінки методом попарного порівняння;

## 4. визначення коефіцієнта інвестиційної привабливості.

Для оцінки інвестиційної привабливості родовищ потрібно використати підхід, який би враховував усі сторони ефективності процесу видобування вуглеводнів.

Нафтові родовища з точки зору їх інвестиційної привабливості можна оцінити багатьма критеріями, які доцільно об'єднати у чотири групи: геолого-фізичні, фізико-хімічні, технологічні та економічні (табл.1) [1, С.60].

Таблиця 1 – Групи та критерії оцінювання інвестиційної привабливості нафтових родовищ

Групи	Критерії
<i>Геолого-фізичні</i>	Розмір родовища; запаси родовища; складність геологічної будови; тип колектора і його властивості; глибина залягання продуктивних горизонтів; площа нафтогазоносності; середня ефективна нафто насичена товщина; середня нафтонасиченість; пластовий тиск і пластова температура; коефіцієнт нафтовилучення
<i>Фізико-хімічні</i>	Склад нафти; вміст парафіну; вміст сірки; вміст смол; густина в пластових і стандартних умовах; в'язкість у пластових стандартних умовах; молекулярна маса; температура застигання; температура кипіння; вміст газу; тиск насичення розчиненим газом; об'ємний коефіцієнт
<i>Технологічні</i>	Стадія та режим розробки; параметри сітки експлуатаційних свердловин; темп відбору; річний видобуток нафти, газу, рідини; накопичений видобуток нафти, газу, рідини; обводненість нафти; газовий фактор; сумарне запомповування; фонд видобувних свердловин; фонд нагнітальних свердловин
<i>Економічні</i>	Витрати на видобуток одиниці нафти і газу; питомі капітальні вкладення у розробку родовища; рентабельність видобутку

Значний вплив на ефективність розробки родовища і на забезпечення максимального обсягу видобутку нафти з пластів мають природні умови. Вони зумовлюють вибір бурового обладнання та способів експлуатації свердловин, системи розробки покладів, розмір інвестицій та експлуатаційних витрат на видобування вуглеводнів. Як свідчить практичний досвід, урахування при оцінюванні інвестиційної привабливості саме природних особливостей родовищ дає змогу уникнути прийняття помилкових рішень та сприятиме досягненню проектних показників, зокрема запланованих обсягів нафтовидобутку.

Різноманітність природних умов, а також їх мінливість зумовлюють необхідність проведення оцінки інвестиційної привабливості родовища в цілому та покладу (експлуатаційного об'єкту) в його межах [2].

Для визначення інвестиційної привабливості родовищ, розробка яких вже здійснюється, доцільно використовувати такі критерії: величину залишкових видобувних запасів (категорій А+В+С<sub>1</sub>), складність геологічної будови, глибину залягання продуктивних горизонтів, режим розробки, в'язкість нафти, вміст в ній сірки, парафінів, асфальтенів і смол. Щодо покладу (експлуатаційного об'єкту), то доцільно використовувати пористість, проникність, ефективну товщину, нафтогазонасиченість, коефіцієнт нафтовилучення, обводненість нафти та спосіб експлуатації свердловин.

Кожен з критеріїв (окрім складності геологічної будови, яка поділяється на три рівні) за кількісною чи якісною ознакою розбито на п'ять рівнів – від максимально сприятливого для здійснення ефективної розробки до найбільш несприятливого.

Для виявлення факторів, в яких закладено найбільші резерви підвищення ефективності розробки нафтових родовищ, і визначення їх кількісного впливу необхідно використати метод кореляційно-регресійного аналізу. Його застосування у процесі визначення рівня інвестиційної привабливості дає змогу серед багатьох критеріїв відібрати найбільш суттєві [3].

Для забезпечення репрезентативності оцінювання ступеня впливу зазначених критеріїв використовують відповідні коефіцієнти вагомості, значення яких доцільно визначати на основі попередньо проведеного кореляційно-регресійного аналізу та методу попарних порівнянь, використовуючи при цьому шкалу трансформації якісних оцінок переваги одного критерію перед іншим у кількісні оцінки [4].

Визначення рівня інвестиційної привабливості родовища (покладу, експлуатаційного об'єкта) слід здійснювати за допомогою коефіцієнта інвестиційної привабливості [2]:

$$K_{\text{ІІ}} = \sum O_i \times B_i, \quad (1)$$

де  $K_{\text{ІІ}}$  – коефіцієнт інвестиційної привабливості родовища (покладу, експлуатаційного об'єкта);

$O_i$  – оцінка  $i$ -ого критерію за відповідною кількісною чи якісною ознакою;

$B_i$  – вагомість  $i$ -ого критерію з точки зору впливу на ефективність геолого-технологічних проектів для забезпечення більшого ступеня вилучення вуглеводневої сировини з надр, визначення якої слід здійснювати на основі попередньо проведеного кореляційно-регресійного аналізу та методу попарних порівнянь.

Отже, застосування удосконалених методичних засад оцінювання інвестиційної привабливості об'єктів нафтовидобування сприятиме підвищенню ефективності організаційно-управлінських рішень щодо доцільності вкладення інвестиційних ресурсів у розробку нафтових родовищ.

### Література

1. Оцінка ефективності інвестицій у розвідку і розробку нафтових родовищ. Монографія / За ред. Витвицького Я. С. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2006. – 248 с.
2. Витвицька У.Я. Ефективність інвестицій у дорозробку нафтових родовищ України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: 08.07.01 / Уляна Ярославівна Витвицька; Інститут економіки. – К, 2002. – 21 с.
3. Андрійчук І. В. Альтернативні паливно-енергетичні ресурси: економічні засади. [монографія (за ред. Козоріз М.А.)] / І. В. Андрійчук, У. Я. Витвицька. – Івано-Франківськ: ПП Супрун, 2008. – 190 с.
4. Оберемчук В. Ф. Стратегія підприємства: Короткий курс лекцій/ В. Ф. Оберемчук – К.: МАУП, 2000. – 128 с.

УДК 620.192

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ВИКОРИСТАННЮ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ФАЗОВАНИХ РЕШІТОК**

**О.В. Попович, В.Я. Попович, Л.Я Жовтуля**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, 76019,  
Україна, e-mail: [olya.popovuch@gmail.com](mailto:olya.popovuch@gmail.com)*

Аналіз причин виникнення аварій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах нафтогазової промисловості за останні роки показав, що майже у половинні випадків вони мають технічний характер – незадовільний технічний стан споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж [1]. Ключовими параметрами, що визначають технічний стан металоконструкцій є виявлення дефектів матеріалу, контроль фізико-механічних та фізико-хімічних характеристик і контроль геометричних характеристик. Для одержання достовірних результатів розрахунку залишкового ресурсу металоконструкцій тривалої експлуатації, що є основною задачею при визначенні технічного стану, необхідно знати не тільки актуальні фізико-механічні та фізико-хімічні показники, інформацію про наявність дефекту, а й вид дефекту і його дійсні розміри. Після виявлення дефекту матеріалу і його місцезнаходження важливою задачею неруйнівного контролю є визначення його типу та розмірів.