

рення покладів корисних копалин, у матеріалознавстві та дефектоскопії для визначення положення та розмірів чужорідних включень і дефектів.

### Література

1. Тихонов А.Н., Скугаревская О.А. О становлении электрического тока в неоднородной среде // Изв. АН СССР. Географ. и геофиз. – 1950. – № 4. – С. 281-293.
2. Шейнман С.М. Об установлении электромагнитных полей в Земле // Прикл. геофизика. – 1947. – Вып. 9. – С. 3-55.
3. Дмитриев В.И., Скугаревская О.А., Фролов П.П. Некоторые вопросы метода становления поля в ближней зоне. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 50 с.
4. Табаровский Л.А. Применение метода интегральных уравнений в задачах геоэлектрики. – Новосибирск: Наука, 1975. – 140 с.
5. Pavlov D.A., Zhdanov M.S. Analysis and interpretation of anomalous conductivity and magnetic permeability effects in time domain electromagnetic data. Part I: Numerical modeling // Journal of Applied Geophysics. – 2001. – N 46. – P.p. 217-233.
6. Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов. Часть 2. Электромагнитные поля / Пер. с англ. – М.: ООО “Недра-Бизнес-центр”, 2000. – 483 с.

логічних і геохімічних аспектів генерації, міграції і акумуляції вуглеводнів та закономірностей формування і поширення скупчень нафти і газу.

Перелічені дослідження сприяли вибору напрямків пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ і відкриттю нових зон нафтогазонокопичення, нафтогазоносних областей тощо.

Промисловість висуває до науковців нові вимоги в галузі підвищення наукової обґрунтованості і достовірності кількісного прогнозу нафтогазоносності надр, у науковому забезпеченні — результативності і ефективності пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. Зокрема, вимагається достовірний кількісний прогноз нафтогазоносності надр з диференціально роздільною оцінкою розташування ресурсів нафти і газу як по площі, так і з глибиною, з

7. Могилатов В.С. Возбуждение электромагнитного поля в слоистой Земле горизонтальным токовым листом // Изв. РАН. Физика Земли. – 1998. – № 5. – С. 45-53.

8. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Метод граничных элементов в прикладных науках. – М.: Мир, 1984. – 494 с.

9. Журавчак Л. М., Грицько Є. Г. Метод приграничних елементів у прикладних задачах математичної фізики. – Львів: Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України, 1996. – 220 с.

10. Электроразведка: Справочник геофизика. – М.: Недра, 1979. – 517 с.

УДК 553.98 (477.5)

## ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В ПРОГНОЗУВАННІ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ НАДР

Г.О. Жученко, Ю.Л. Мончак, Н.О. Жученко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42027,  
e-mail: natali@nung.edu.ua

*Повышение научного обоснования и достоверности количественного прогноза нефтегазоносности недр на современном этапе возможно только при использовании системного анализа. При этом отдельные геологические объекты необходимо рассматривать как элементы целостной нефтегазовой геологической мегасистемы.*

На сучасному етапі пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ, коли буріння ведеться на великих глибинах, системний підхід у нафтогазовій геології набуває все більшого значення. Розвиток системного підходу означає поворот у стилі мислення дослідників, тобто дотримання принципів системності на всіх рівнях наукових досліджень і в практиці прогнозування і розробки скупчень нафти і газу.

Сучасна нафтогазова геологічна наука досягла значних успіхів у вивченні всебічних гео-

*Rise of scientific ground and authenticity of quantitative prognosis of bearing bowels of the earth on the modern stage possibly only in case of use of systems analysis. Thus, as elements integral of oil and gas bearing to geological megasystem.*

виділенням зон найбільшої концентрації ресурсів нафти і газу.

Це завдання успішно може вирішуватися тільки на основі знань закономірностей формування і розташування різноманітних типів і категорій скупчень нафти і газу і зон нафтогазонагромадження, вивчення всієї сукупності взаємопов'язаних факторів, що контролюють і скеровують цей багатогранний процес з урахуванням їх мінливості в геологічному часі й просторі.

Окреслене завдання можливо реалізувати тільки за умов застосування системного підходу в прогнозуванні нафтогазоносності надр.

У прогнозуванні нафтогазоносності надр із застосуванням системного аналізу і синтезу об'єкти досліджень необхідно розглядати в цілісній нафтогазовій геологічній мегасистемі. Усередині нафтогазової геологічної мегасистеми виділяються елементи таких рангів, як системи, підсистеми тощо.

Основними системоутворюючими елементами цілісної мегасистеми є взаємопов'язані в часі і просторі такі системи:

1. Системи геоструктурних елементів, літологічних і стратиграфічних об'єктів різного рангу, що об'єднуються за ієрархічним принципом субпідпорядкування в певні класи, групи, підгрупи за будовою, умовами формування і розвитком.

2. Системи нафтогазоносних формацій, що за визначенням Бакірова О.О., являють собою природо-історичну асоціацію гірських порід, генетично пов'язаних між собою в часі і просторі за регіональними палеотектонічними і палеогеографічними умовами, що є сприятливими для процесів нафтогазоутворення і нафтогазнагромадження.

3. Система регіонально нафтогазоносних територій (провінцій, областей, районів), зон нафтогазнагромадження і локальних скупчень нафти і газу, що виділяються з урахуванням їх формування та ієрархічного субпідпорядкування.

Таким чином, нафтогазовою геологічною мегасистемою називають цілісну сукупність множини взаємопов'язаних асоціацій нафтогазоносних формацій і включених до їх складу регіональних нафтогазоносних комплексів, геоструктурних елементів різного рангу, що контролюють формування нафтогазоносних провінцій, областей, зон нафтогазнагромадження і локальних скупчень нафти і газу, що перебувають у визначених співвідношеннях один з одним і є об'єднаними структурними і просторово-часовими зв'язками [1].

Елементи нафтогазової геологічної мегасистеми повинні розглядатися з виявленням їх структурних і генетичних зв'язків і класифікуватися за ієрархічним принципом з урахуванням умов утворення і розвитку кожного об'єкта, що виділяється.

Згідно з Бакіровим О.О., у прогнозуванні нафтогазоносності надр із застосуванням системного аналізу і синтезу обов'язково повинні враховуватися такі важливі принципи:

1. Розглядати кожен об'єкт дослідження як частину цілісної нафтогазової геологічної мегасистеми і систем, що входять до складу цієї мегасистеми.

2. Розглядати нафтогазову геологічну мегасистему і її складові системи, підсистеми та об'єкти наступних рангів обов'язково з комплексним аналізом усіх сукупностей факторів, що зумовлюють утворення і розвиток досліджуваних об'єктів у геолого-історичному плані.

Системний аналіз у прогнозуванні нафтогазоносності надр покликаний досліджувати сутність цілісного, але багатостороннього процесу нафтогазоутворення і нафтогазнагромадження як однієї з форм руху геологічної матерії, його просторово-часові генетичні зв'язки і закономірності виникнення та розвитку. Цього можна досягнути тільки за комплексного вивчення всіх факторів, що зумовлюють виникнення і розвиток цих процесів у просторі й часі.

Непоодинокі випадки, коли до прогнозування нафтогазоносності підходять доволі односторонньо і спрощено, розглядаючи лише один із низки факторів (тектонічний або літофаціальний, геохімічний або гідрогеологічний) без всестороннього вивчення всієї сукупності їх взаємозв'язків. Однобокий підхід до прогнозування нафтогазоносності надр не може гарантувати достовірність прогнозу, особливо кількісного.

Як зазначено в роботі [1], виникнення і розвиток процесу нафтогазоутворення і нафтогазнагромадження в літосфері контролюється сукупністю цілого комплексу палеотектонічних, палеогеохімічних, палеогеофізичних, палеогеографічних факторів, що тісно взаємопов'язані і змінюються в часі і просторі (геологічному).

Як наслідок, науково обґрунтований прогноз нафтогазоносності, в тому числі й кількісна оцінка ресурсів вуглеводнів у надрах, надійно і достовірно може здійснюватися тільки на підставі комплексного вивчення всіх факторів, що контролюють процеси генерації, міграції, накопичення, консервації і руйнування покладів вуглеводнів, в їх взаємозв'язках.

Основні завдання системного аналізу і синтезу для прогнозування нафтогазоносності окремих регіонів зводяться до такого:

1. Виявлення в межах території, що досліджується, палеобасейнів седиментації для кожного крупного циклу літогенезу з розчленуванням їх на сегменти і макроблоки, що характеризуються поширенням певних типів геологічної формації і пов'язаних з ними літофацій та особливостями палеотектонічних, палеогеотермічних, палеогідрологічних, палеогеохімічних та інших умов осадонагромадження і розвитку процесів генерації, міграції і акумуляції вуглеводнів.

2. Виділення в розрізі території, що досліджується, структурних поверхів з характеристикою їх будови і умов формування, з виявленням просторово-часових зв'язків і співвідношення між структурними поверхами.

3. Виявлення в межах території, що досліджується, у кожному великому циклі літогенезу і структурному поверсі елементів різного рангу і класифікація їх з дотриманням принципів ієрархічного субпідпорядкування з урахуванням їх формування і розвитку.

4. Виявлення структурних та генетичних зв'язків і співвідношень між вказаними структурними елементами в часі і просторі. Виділення серед них геоструктурних елементів і літологічних і стратиграфічних об'єктів, що контролюють формування різноманітних категорій,

класів і груп регіональних нафтогазоносних територій, зон скупчення нафти і газу.

5. Виділення в розрізі територій, що досліджуються, геологічних формацій і серед них потенційно нафтогазоносних формацій з класифікацією їх за літологічним складом і умовами утворення.

6. Виділення в складі потенційно нафтогазоносних формацій виявлених перспективних регіонально нафтогазоносних комплексів з характеристикою потенційних нафтогазопродукуючих товщ, що входять до їх складу, порідколекторів і порід-покришок.

7. Виділення виявлених і перспективних нафтогазоносних територій, зон нафтогазоагромадження і скупчення з класифікацією їх за умовами формування і розвитку.

8. Побудова геолого-історичних моделей розвитку території, що досліджується, формування і розташування її в межах зон нафтогазоагромадження в різні періоди геологічного часу.

9. На базі виділених геолого-історичних моделей територій, що досліджуються, виконання нафтогазогеологічного районування і виділення об'єктів прогнозу та пошуків зон нафтогазоагромадження.

Застосування теоретичних принципів системного підходу в прогнозуванні нафтогазоносності надр дозволило в 1994 році сформувати концепцію вуглеводневої системи [2], що використовується більшістю вертикально-інтегрованих нафтових компаній за реалізації пошуково-розвідувальних проектів. Погляди Бакірова О.О., що викладені вище, практично повністю тотожні тим, що полягли в основу концепції вуглеводневої системи. Адже термін „вуглеводнева система” означає сукупність незалежних елементів та процесів, що є складовими формування скупчень вуглеводнів. Усі елементи мають утворитися, а процеси відбутися у певному просторі і часі так, щоб забезпечити перетворення органічної речовини материнських порід у скупчення вуглеводнів [3].

Розуміючи дещо критичну налаштованість окремих геологів щодо концепції вуглеводневої системи, вона згадана як приклад отримання завершеної концепції в результаті застосування системного підходу до питань нафтогазогенерації. Що, як зазначалося вище, успішно застосовується нафтовими компаніями як елемент нафтогазопошукового процесу.

Інтенсифікація геологорозвідувальних робіт і підвищення їх ефективності може здійснюватися шляхом удосконалення: 1) методів і засобів отримання вихідної (першоджерела) інформації, 2) методів і засобів обробки геологічної інформації. Удосконалення організаційної структури і методів менеджменту є третім можливим шляхом, що певною мірою залежить від досягнень двох перших напрямків. Перший шлях – як технологічний – безумовно є важливим, але він в принципі не торкається предметних знань геології.

Щодо другого напрямку – реальної віддачі можна очікувати від впровадження сучасних

методологічних засобів – у першу чергу системного підходу, далі, математичних методів, автоматизованих засобів обробки первинної інформації. У разі використання математичних методів для прогнозу нафтогазоносності окремих локальних структур першочергове значення має вибір геологічної моделі об'єктів прогнозу. Геологічна постановка завдання повинна включати виділення основних етапів формування і наступну еволюцію покладів нафти і газу, орієнтовну оцінку ролі кожного з етапів у конкретних геологічних умовах і вже на цій основі визначення вихідної сукупності геолого-геофізичних чинників, які повинні бути використані для визначення критеріїв можливої продуктивності геологічних об'єктів.

На сучасному етапі з математичних методів прогнозу нафтогазоносності надр заслуговує на увагу робота Холіна О.І. [4], в якій геологічна постановка завдання враховує всі перелічені елементи геологічної моделі. З геолого-математичних позицій методи, які представляють різноманітні модифікації вирішення питань розпізнавання образів, тобто розподіл геологічних об'єктів на непродуктивні та продуктивні, можна об'єднати у дві групи: методи, які використовують чисто статистичні підходи, та методи, в яких використовується поєднання детермінованого і статистичного розгляду проблеми. За чисто статистичного підходу використовують довільний набір окремих характеристик геологічних об'єктів. Із застосуванням детермінованого підходу прагнуть до організації системи вихідних показників на основі детермінованої схеми утворення та еволюції покладів нафти і газу. Систему показників можна будувати із характеристик, що зумовлюють виникнення покладів, або – з показників, які пов'язані з умовами збереження вуглеводнів.

Таким чином, оптимальним засобом переорганізації предметного геологічного знання є системний підхід, що став головним методом на сучасному етапі розвитку науки [5]. Уявити геологічний предмет у вигляді системи – означає формально зафіксувати її елементи, зв'язки і відношення, що характеризують даний предмет і відповідні об'єкти геологічної інформації.

Перед геологією реально існує альтернатива: або невпинно нарощувати кількість предметів дослідження, або обмежувати її, використовуючи чіткі методологічні критерії. Періодична системна реорганізація предметів геології рівнозначна отриманню принципово нового наукового результату.

### Література

1. Бакіров А.А., Бакіров Э.А и др. Системный анализ и синтез в прогнозировании нефтегазоносности недр // Труды МИНХ и ГП: Системный подход при прогнозировании, поисках и разведке скопленных нефти и газа. – М., 1985. – Вып.175. – С.4-13.
2. The petroleum system – from source to trap / Ed.L.B.Magoon and W.G.Dow. – AAPG Memoor 60. – Oklahoma, 1994. – 655p.

3. Попадюк І.В. Вуглеводневі системи: огляд теоретичних основ та понять // Нафтова і газова промисловість. – 2003. – №1. – С.6-9.

4. Холин А.И. Использование математических методов для прогнозирования нефтегазонасыщенности локальных структур // Тем.науч.-техн. обзор. – М.: ВНИИОЭНГ, 1990.

5. Мовшович Э.Б. Методологические предпосылки интенсификации геологоразведочной деятельности / В кн.: Методологические проблемы геологии нефти и газа и их связь с практикой. – Новгород: Наука, 1986. – С.104-120.