

РОЗДІЛ 10. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ В УКРАЇНІ
PERSPECTIVES OF DIGITAL OILFIELD MODELS
IMPLEMENTATION IN UKRAINE

У статті розглянуто перспективи використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ в Україні. Досліджено динаміку вітчизняного нафтогазовидобутку за останні роки. Акцентовано увагу на проблемах підприємств НГК, що призвели до появи інтелектуальних нафтогазових родовищ. Розглянуто можливості технологій розумних родовищ. Проаналізовано окремі історичні аспекти становлення та розвитку технологій інтелектуалізації видобутку вуглеводнів.

Ключові слова: інтелектуальне нафтогазове родовище, розумне родовище, цифрове родовище, система управління нафтогазовими операціями в режимі реального часу, інтегрована модель пласта і модель управління видобутком.

В статье рассмотрены перспективы использования технологий интеллектуальных нефтегазовых месторождений в Украине. Исследована динамика отечественной нефтегазодобычи за последние годы. Акцентировано внимание на проблемах предприятий НГК, которые привели к появлению интеллектуальных нефтегазовых место-

рождений. Рассмотрены возможности технологии умных месторождений. Проанализированы отдельные исторические аспекты становления и развития технологий интеллектуализации добычи углеводородов.

Ключевые слова: интеллектуальное нефтегазовое месторождение, разумное месторождение, цифровое месторождение, система управления нефтегазовыми операциями в режиме реального времени, интегрированная модель пласта и модель управления добычей.

The article discusses the perspectives of digital oilfield models implementation in Ukraine. The dynamics of domestic oil and gas production in recent years is studied. The attention is focused on the problems of oil and gas sector enterprises, which led to the emergence of digital oilfields.

The possibilities of digital oilfield models are reviewed. Some historical aspects of the formation and development of digital oilfield models are described.

Key words: intellectual oilfield, intelligent oilfield, digital oilfield, real-time oil and gas operations management system, integrated reservoir model and production management model.

УДК 622.276:004.896

Кочкодан В.Б.

к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту і адміністрування Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Постановка проблеми. Основними проблемами сучасного розвитку нафтових і газових компаній України є створення єдиної системи управління і прийняття рішень в режимі реального часу, уніфікація збору, підготовки, переробки і передачі великих обсягів даних на основі єдиних стандартів, форматів і протоколів зв'язку, контролю за роботою та управлінням виробничими операціями і промисловими комплексами, моделювання технологічних процесів видобутку, підготовки, транспортування, переробки та збуту продукції в режимі реального часу.

Найважливіші завдання сучасного видобутку нафти і газу, які потребують негайного вирішення, включають у себе скорочення інженерно-технічного персоналу низької та середньої кваліфікації і перехід до повністю автоматизованої технології видобутку вуглеводнів, а також збільшення вартості активів компанії в режимі реального часу на основі інтеграції всіх її компонентів в єдине ціле.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомий внесок у дослідження проблематики використання технологій інтелектуальних нафтогазо-

вих родовищ зробили провідні зарубіжні та вітчизняні вчені, зокрема: R. Soma, A. Bakshi, A. Orangi, V.K. Prasanna, W. Da Sie, L.A. Saputelli, C. Bravo, G. Moricca, R. Cramer, M. Nikolaou, C. Lopez, S. Mochizuki, С.В. Гавришук, Д.О. Єгер, Ю.О. Зарубін, М.В. Гунда, В.П. Гришаненко, А.О. Васеньова, О.В. Горбунов, Ю.С. Левандович, А.В. Кучернюк та ін. У роботах зазначених вчених досліджено роль моделей інтелектуальних родовищ у підвищенні ефективності процесу нафтогазовидобутку, їх вплив на економічні показники діяльності підприємств.

Проте, у більшості наукових праць розглянуто окремі аспекти інтелектуалізації видобутку нафти та газу, тоді, як перспективи впровадження таких технологій на підприємствах нафтогазовидобутку України потребують подальшого вивчення та аналізу.

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження перспектив використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Збільшення власного видобутку нафти і газу є при-

оритетом України не перший десяток років, але, на жаль, особливого зростання виробничих показників у цій сфері не відзначено.

Видобуток природного газу в Україні протягом довгого періоду скорочувався; у 1997–2000 рр. видобуток стабілізували на рівні 18 млрд м³/рік, у 2001–2007 рр. – на рівні 20–21 млрд м³/рік. За результатами 2011 р. видобуток газу склав 20,1 млрд м³, в т.ч. по НАК «Нафтогаз України» – 18,1 млрд м³ [1]. Видобуток газу у 2014 році становив 19,8 млрд м³, що на 460 млн м³ більше, ніж у 2013 році. За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості у 2015 році українські підприємства видобули 19,896 млрд м³ газу, а у 2016 році – 20,29 млрд м³ газу.

Видобуток нафти і газового конденсату в Україні у період 1998–2004 рр. зберігався на рівні 3,7–4,2 млн т/рік. У період 2006–2011 рр. було помітно стабільне скорочення видобутку нафти, що НАК пояснював кількома причинами: значним виснаженням запасів вуглеводнів на основних родовищах і недостатнім приростом розвіданих запасів, що свідчить і про неналежне державне фінансування нафтовидобувної галузі [1]. За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості у 2014 році видобуток нафти і газового конденсату в Україні становив 2,73 млн т, що на 8,3% менше, ніж у 2013 році (2,98 млн т). У 2015 році видобуто нафти і газового конденсату на рівні 2,46 млн т, а у 2016 році – 2,24 млн т.

Таким чином, можна побачити певну стабілізацію видобутку газу на рівні 18–20 млрд м³/рік, у той час, як видобуток нафти і газового конденсату невпинно зменшується, у першу чергу у зв'язку із виснаженням родовищ. Поодинокі родовища у світі, та й в Україні, зокрема, можуть похвалитися фонтануючими свердловинами, на яких завдання підвищення ефективності не стоїть так гостро. У більшості ж випадків маємо значне зменшення нафтовіддачі. Родовища, розробка яких почалася близько півстоліття тому, зараз знаходяться на стадії падаючого видобутку. І ця тенденція буде тільки підсилюватися.

За оцінками фахівців, за умови збереження сучасних темпів нафтовидобутку у світі (близько 3,5 млрд тон щорічно) і за умови використання існуючих технологій розробки нафтових родовищ (дозволяють вилучати з нафтового покладу в середньому не більше 35–40% нафти), їхні розвідані запаси будуть вичерпані до кінця XXI століття. Відкриття нового нафтового родовища з обсягом запасів, що становлять близько 100–150 млн т. можна уникнути шляхом підвищення коефіцієнту нафтовилучення з існуючих нафтових родовищ на 1% [2, с. 181].

Сьогодні стає очевидно, що, якщо не почати освоєння нових родовищ, то у найближчому майбутньому в Україні нічого буде видобувати, що

посилить енергетичну залежність держави. Перспективні ж запаси в сенсі геології пласта у більшості своїй можна віднести до категорії «тих, які важко видобути». Крім того, нові ділянки знаходяться на шельфі й інших місцях, віддалених від існуючої інфраструктури, що не може не позначитися на вартості розробки. З урахуванням різкого падіння цін на нафту, показники собівартості видобутку набувають вирішального значення. Щоб залишатися рентабельними, гравці ринку неминуче повинні займатися скороченням витрат і підвищувати свою ефективність. Вирішити цю проблему допоможуть технології інтелектуальних нафтогазових родовищ.

Інтелектуальне нафтогазове родовище являє собою систему контролю і управління нафтогазовими операціями в режимі реального часу, забезпечує безперервну оптимізацію інтегрованої моделі пласта і моделі управління видобутком для підвищення видобутку вуглеводнів і скорочує операційні та капітальні витрати. Компанія «Deloitte», яка консультує нафтогазові компанії з питань реалізації електронних технологій у своїй діяльності, визначає розумні родовища в такий спосіб: «Це не що інше, як еволюція і інтеграція нових технологій буріння нафти і газу, а також розвідка і видобуток за допомогою електронного управління в поєднанні зі стандартними комунікаційними технологіями» [3, с. 38].

Метою використання моделі інтелектуального нафтогазового родовища є максимізація нафтогазовидобутку, зменшення непродуктивного часу роботи, а також підвищення прибутковості шляхом розробки і впровадження інтегрованих робочих процесів. Робочі процеси моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ поєднують управління бізнес-процесами разом з використанням новітніх інформаційних технологій та інженерних знань для оптимізації і в багатьох випадках автоматизації виконання завдань, що виконуються кросфункціональними командами.

Дослідження, проведене у 2003 році Кембриджською асоціацією енергетичних досліджень (Cambridge Energy Research Association – CERA) виявило, що інтелектуальні родовища покращують показники видобутку нафти та газу на 2–10% в порівнянні з їх «нецифровими» побратимами. Це саме дослідження підтвердило, що розумні родовища економлять у середньому 4–8 млн дол. США на рік за рахунок скорочення експлуатаційних витрат [4].

Основними цілями інтелектуального родовища є: інтеграція нафтогазових технологій, інформаційних потоків, зниження експлуатаційних витрат на 5%, капітальних витрат на 10%, підвищення продуктивності технологічних операцій, досягнення кінцевого коефіцієнта вилучення нафти,

рівного 50%, і коефіцієнта видобутку газу, рівного 90%.

Компанії Shell, Saudi Aramco, BP, Statoil, Chevron, Conoco Phillips, Тоталь є лідерами в області впровадження цифрових технологій у процеси буріння та видобутку нафти. Інноваційні цифрові технології нового покоління мають свої назви в кожній із цих компаній: Shell – розумне родовище; Chevron – інтелектуальне родовище, або i-field; BP – родовище майбутнього; Petro – Smart Operations (розумні операції), Statoil – інтегровані операції; Halliburton – операції в режимі реального часу; Schlumberger – розумні свердловини; CERA – цифрове нафтове родовище майбутнього; Cap Gemini – інтелектуальна оптимізація родовища і дистанційне керування; ADCO – інтегроване управління активами і т.д.

Незважаючи на різницю в їхніх назвах, нові цифрові технології управління в основному схожі й ідентичні за своїми цілями і задачами, які вони вирішують, у режимі реального часу: швидка обробка великих обсягів геоінформації, моделювання різних сценаріїв видобутку, максимізація виробництва і досягнення високих темпів видобутку вуглеводнів, прийняття правильних рішень для оптимізації нафтогазового виробництва.

Концепція інтелектуального нафтогазового родовища включає в себе: 4D-сейсмозвідку, розробку програмного забезпечення, сейсміку в процесі буріння, розумні свердловини, дистанційні операції, технологію віртуалізації [3, с. 39].

Термін «інтелектуальне нафтогазове родовище» використовується для опису різних видів діяльності, і його визначення охопили настільки ж

широкий спектр інструментів, завдань і сфер діяльності. Всі вони намагаються описати різні застосування передових програмних продуктів та методик аналізу даних для підвищення рентабельності операцій з видобутку нафти і газу. В рамках цифрової нафтопромисловості розглядаються наступні види діяльності, зображені на рис. 1.

Поява цифрових технологій у нафтогазовій промисловості спричинена низкою безпрецедентних проблем, з якими в даний час стикаються підприємства нафтогазового комплексу. Перелік даних проблем наведений на рис. 2.

Саме моделі інтелектуальних нафтогазових родовищ намагаються компенсувати більш високу складність і вартість операцій, які повинні бути виконані меншою кількістю не таких досвідчених співробітників. Для досягнення цієї мети, моделі інтелектуальних нафтогазових родовищ повинні прискорити виконання багатьох завдань і процесів, які традиційно виконуються інженерами, геофізиками, техніками, фінансовими аналітиками і навіть менеджерами. Набори таких завдань отримали назву робочих

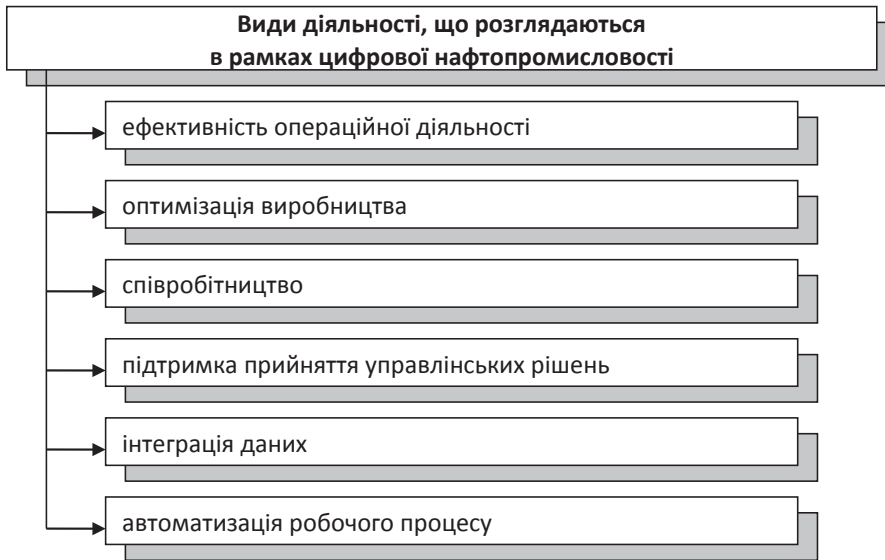


Рис. 1. Види діяльності, що розглядаються в рамках цифрової нафтопромисловості

Джерело: розроблено автором на основі джерела [5]

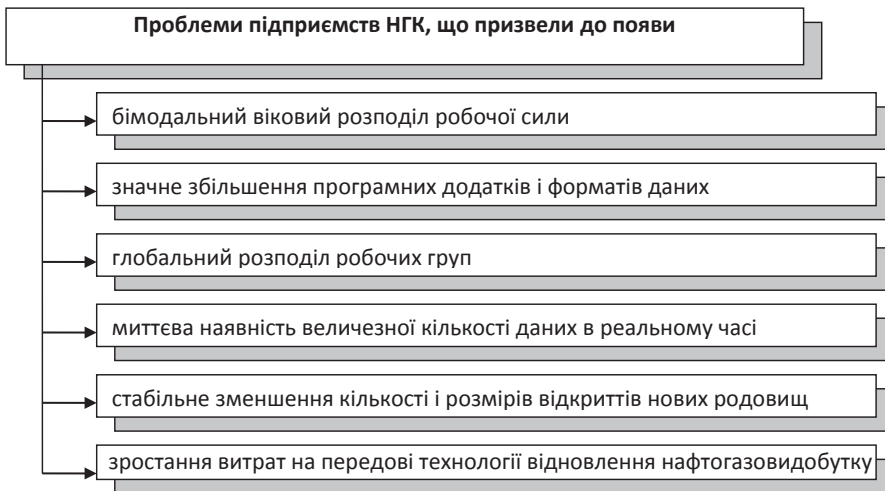


Рис. 2. Проблеми підприємств НГК, що призвели до появи інтелектуальних нафтогазових родовищ

Джерело: розроблено автором на основі джерела [6]

процесів, а професіонали галузі все частіше думають над проектуванням таких процесів.

Проектування робочих процесів є сферою, яка історично найбільш часто практикується промисловими інженерами та спеціалістами з управління операціями. Процес видобутку нафти і газу змінився, щоб відобразити прийняття їх методів. Традиційний поділ обов'язків між функціональними лініями інтегрується в інженерні робочі процеси та бізнес-процеси, які більш широко відображають корпоративні цілі, що повинні бути досягнуті. Можна сказати, що моделі інтелектуальних нафтогазових родовищ включають в себе набори робочих процесів, які дозволяють швидко, спільне виконання взаємопов'язаних завдань серед розподілених (віртуальних) команд, з кінцевим результатом, який є оптимальним, ефективним і більш прибутковим [6].

На даному етапі розвитку технологія інтелектуального родовища дає можливість:

- оптимізувати продуктивність обладнання і продуктивність свердловин за рахунок аналізу дебетів, тисків, температур та інших даних;

- передбачати на основі минулих даних терміни виснаження свердловин. Одночасно дані старих свердловин з багатою історією видобутку можна використовувати для прогнозування поведінки нових свердловин;

- централізовано керувати великою кількістю свердловин за допомогою систем дистанційного моніторингу [7, с. 166].

Програмне забезпечення, інформаційні технології та інженерні досягнення, які прискорили впровадження моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ у нафтогазовій промисловості, почали з'являтися з початку XXI століття.

На розробку моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ вплинув стрімкий розвиток Інтернету. Оскільки впевненість корпорацій у використанні моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ зростала, вони зажадали стандартизації своїх систем. Використання середовищ візуалізації, що базуються на веб-інструментах, стало важливим шляхом скорочення витрат на інформаційні технології та забезпечення працівників спільним баченням моделей і даних. Постачальники моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ створили продукт «програмне забезпечення як послуга», що дозволив надавати необхідну клієнтові функціональність, яку можна було легко масштабувати [8].

Великих успіхів було досягнуто за останні десять років в області проектування, розгортання і використання моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ. У даний час найбільших труднощів зазнає управління змінами, розвиток навичок персоналу та проектування бізнес-процесів [9, с. 1].

Хоча основні технологічні елементи, необхідні для розгортання та інтеграції моделі інте-

лектуального нафтогазового родовища, як правило, доступні, швидкий темп технологічних змін у даний час представляє унікальні можливості. Наприклад, у той час, як на початку XXI століття найбільшим викликом було встановлення різноманітних датчиків для збору інформації про стан родовища, сьогодні завдання полягає в моделюванні та оптимізації робочих процесів, які можуть працювати зі значним обсягом даних: фільтрувати, обробляти, проводити аналіз і рекомендувати заходи для осіб, які приймають рішення, і все це в реальному часі [9, с. 2]. «Революція даних» тепер дозволяє побудувати багато нових типів моделей, які дозволяють інженерам передбачити поведінку системи без значних часових витрат.

У кінцевому рахунку використання моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ дозволить автоматизувати управління усім виробничим процесом нафтогазовидобутку. Автоматизація установки бурового обладнання і автоматизація буріння будуть використовуватися для освоєння нафтогазових родовищ. Під час такої трансформації галузі акцент уваги зміститься в сторону здоров'я та безпеки працівників, а також охорони навколишнього середовища. Інтелектуальні нафтопромисли матимуть все більшу операційну ефективність, крім того, відбуватиметься оптимізація процесів, які безпосередньо не пов'язані з основною нафтопромисловою діяльністю, для яких вони використовуються в даний час.

У процесі горизонтального розширення використання інтелектуальних нафтогазових родовищ буде охоплено всі операції та технології виробничого процесу. Вертикальне розширення використання даних рішень у межах організації торкнеться як бухгалтерського обліку, так і фінансів та виконавчого керівництва. Інтелектуальні нафтогазові родовища стануть автоматизованими нафтогазовими родовищами, і в їх рамках будуть автоматизовані компанії з усією інформацією, що належить до придбання, розробки, виробництва і утилізації нафтових і газових активів компанії, які знаходяться під управлінням центрально-керованих систем з УБП. Зміни до плану виробництва в одному активі призведуть до перегляду всього портфеля активів департаментом фінансів компанії, зі змінами в очікуваній чистій приведеній вартості, доступними для виконавчих керівників для прийняття рішень.

Поява автоматизованих компаній дозволить створити середовище, в якому фінансовий вплив окремих технічних рішень стає прозорим для всіх зацікавлених сторін. Фінансові показники впливатимуть на цільові функції для оптимізації технологічних операцій. На цьому етапі, автоматизовані нафтогазові родовища не відрізнятимуться від

найсучасніших заводських операцій: добре налагоджених та ефективних.

Таким чином, поліпшення ефективності процесу нафтогазовидобутку українськими компаніями можливо тільки за умови реалізації концепції інтелектуального родовища. У свою чергу інтелектуальне родовище не може існувати за відсутності важливої інформації з видобувних свердловин про стан ресурсів.

Висновки з проведеного дослідження. Отже, сучасний стан сфери видобутку нафти і газу вимагає від нафтогазових компаній України максимальної концентрації зусиль на використанні цифрових і інтелектуальних і, в кінцевому підсумку, автоматизованих технологій на кожному етапі виробничого циклу.

Для збільшення потенціалу динамічного розвитку нафтогазової галузі України необхідно: підвищувати конкурентоспроможність вітчизняної нафтогазової галузі в частині економічної ефективності за рахунок інтелектуалізації; забезпечувати енергетичну безпеку країни через впровадження цифрових і інтелектуальних технологій управління пошуком, розробкою, освоєнням і експлуатацією родовищ вуглеводнів у режимі реального часу. Необхідно націлити науково-технічний персонал на максимально можливе використання потенціалу основних засобів, створити центри управління процесами видобутку, переробки і транспортування продукції в режимі реального часу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Лактіонов О. Перспективи видобутку нафти і газу в Україні: блеф і реалії / О. Лактіонов. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://news.finance.ua/ua/news/-/279082/perspektyvy-vydobutku-nafty-i-gazu->

[v-ukrayini-blef-i-realiyi](http://news.finance.ua/ua/news/-/279082/perspektyvy-vydobutku-nafty-i-gazu-v-ukrayini-blef-i-realiyi).

2. Кочкодан В.Б. Інформаційні технології в управлінні підприємствами НКК / В.Б. Кочкодан // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка та управління в нафтогазовому комплексі України: актуальні проблеми, реалії та перспективи». – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2016. – С. 181–183.

3. Гаричев С.Н. Технология управления в режиме реального времени: учеб. пособие. В 2 ч. / С.Н. Гаричев, Н.А. Ерёмин. – М.: МФТИ, 2015. – Ч. 1. – 196 с.

4. Решения Honeywell для создания интеллектуальных/цифровых месторождений. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.controlengrussia.com/bezopasnost/reshenija-honeywell-dlja-sozdanija-intellektualnykhcifrovyykh/>.

5. Next Step for Digital Oilfield. Software Integration and Industry Vertical Collaboration. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.riger.ca/next-step-digital-oilfield/>.

6. Recent Development of Digital Oil Field. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.scribd.com/document/343694306/Recent-Development-of-Digital-Oil-Field>.

7. Кочнев А.А. Концепция «интеллектуального» месторождения / А.А. Кочнев // Master's journal. Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. В.Ю. Петрова. – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2015. – № 2. – С. 165–171.

8. A Service Oriented Data Composition Architecture for Integrated Asset Management / R. Soma, A. Bakshi, A. Orangi, V.K. Prasanna, W. Da Sie. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-99983-MS>.

9. Best Practices And Lessons Learned After 10 Years Of Digital Oilfield (DOF) Implementations / L.A. Saputelli, C. Bravo, G. Moricca, R. Cramer, M. Nikolaou, C. Lopez, S. Mochizuki // Materials of SPE Kuwait Oil and Gas Show and Conference. – Kuwait City, Kuwait. – 2013. – P. 1–19.