

## ДОЦІЛЬНІСТЬ УПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НГК УКРАЇНИ

### EXPEDIENCY OF INTELLECTUAL OILFIELD TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION AT ENTERPRISES OF UKRAINIAN OIL AND GAS SECTOR

*У статті досліджено доцільність використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ. Виокремлено низку проблем, які вирішуються шляхом упровадження цих технологій у нафтогазових компаніях. Проаналізовано швидкий і повільний цикли управління інтелектуальним нафтогазовим родовищем. Акцентовано увагу на групах критеріїв, за якими варто проводити оцінку родовища на початковому етапі і визначати його потребу в застосуванні інтелектуальних технологій. Розглянуто переваги впровадження цих технологій на підприємствах НГК України.*

**Ключові слова:** інтелектуальне нафтогазове родовище, розроблення родовищ вуглеводнів, інтеграція уніфікованих комунікацій, комплексне управління активами, моделювання та оптимізація життєвого циклу родовища.

*В статье исследована целесообразность использования технологий интеллектуальных нефтегазовых месторождений. Выделены несколько проблем, которые решаются путем внедрения данных технологий в нефтегазовых компаниях. Проанализированы быстрый и медленный циклы управления интеллектуальным нефтегазовым месторождением. Акцентировано внимание на группах критериев, по которым сле-*

*дует проводить оценку месторождения на начальном этапе и определяют его потребность в применении интеллектуальных технологий. Рассмотрены преимущества внедрения данных технологий на предприятиях НГК Украины.*

**Ключевые слова:** интеллектуальное нефтегазовое месторождение, разработка месторождений углеводородов, интеграция унифицированных коммуникаций, комплексное управление активами, моделирование и оптимизация жизненного цикла месторождения.

*The article investigates the expediency of using the technologies of intellectual oilfields. It is singled out that a number of problems are solved by the implementation of these technologies in oil and gas companies. The fast and slow loops of management of the intellectual oilfield are analyzed. The emphasis is made on the groups of criteria on which it is worth assessing the deposit at an initial stage and determining its need for the application of intellectual technologies. The advantages of the implementation of these technologies at the enterprises of Ukrainian oil and gas sector are considered.*

**Key words:** intellectual oilfield, development of hydrocarbon deposits, integration of unified communications, complex asset management, modeling and optimization of the deposit's life cycle.

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.** Згідно з дослідженнями World Energy Outlook, у 2040 році світові потреби в енергії збільшаться на 30% порівняно з 2016 роком, а дві третини цього приросту забезпечать азіатські країни, що розвиваються. Попит на нафту продовжуватиме зростати, хоча темпи зростання сповільняться. Використання природного газу зросте на 45% в основному за рахунок підвищення промислового попиту. Водночас зростання кількості відновлюваних джерел енергії, підвищена увага до екологічної безпеки, зростання світового парку електромобілів до 900 млн. в 2040 році приведуть до встановлення коридору цін на нафту в межах 50–70 дол. США за барель [1]. Цього може бути не досить для прибуткової господарської діяльності провідних нафтогазових компаній світу, не говорячи вже про українські підприємства.

Нафтогазові компанії з року в рік збільшують витрати на забезпечення працівників безпечними умовами праці, на екологічну безпеку, стикаючись із такими щоденними проблемами, як коливання цін на нафту, труднощі в доступі до нафтових запасів, а також підбір кваліфікованих кадрів. Це особливо актуально в Україні, де розвиток нафтогазовидобувної галузі ще не досягнув рівня західних компаній.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значний внесок у дослідження проблематики використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ зробили провідні зарубіжні та вітчизняні вчені, зокрема Yu. Redutskiy, D.J. Rossi, O. Gurpinar, R. Nelson, S. Jacobsen, T. Edwards, M. Saunders, K. Moore-Cernoch, D.R. Brouwer, J.D. Jansen, G.M. van Essen, J.D. Jansen, D.R. Brouwer, S.G. Douma, M.J. Zandvliet, K.I. Rollett, D.P. Harris, B. Yeten, D.R. Brouwer, L. J. Durlofsky, K. Aziz, D. Mathieson, N.G. Saleri, A.O. Al-Kaabi, A.S. Muallem, A.A. Березіна, Р.Ш. Садикова, Л.А. Абдулліна, С.В. Гаврищук, В.П. Гришаненко, А.О. Васеньова, О.В. Горбунов, Ю.С. Левандович та ін. У роботах зазначених учених розглянуто проблеми організації робочого процесу в нафтовидобувних компаніях, оцінено переваги технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, що використовувались у складних нестандартних середовищах, досліджено роль цих технологій у підвищенні нафтогазовилучення з пластів, зменшенні капітальних, операційних витрат та ризиків.

Проте у більшості наукових праць розглянуто окремі питання впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, тоді як доцільність впровадження таких технологій на підприємствах НГК України потребує подальшого вивчення та аналізу.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження доцільності використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ та оцінка переваг упровадження даних технологій на підприємствах НГК України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Будь-які компанії, зокрема підприємства НГК, планують свою діяльність на наступний рік. Ці плани включають підвищення ефективності діяльності, зменшення операційних витрат, зростання продуктивності праці, прибутковості, рентабельності активів тощо. Якщо перелік цілей компанії та способів їх реалізації щороку один й той самий, марно очікувати суттєвих змін. Впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ дасть змогу вийти на якісно новий рівень операційної діяльності нафтогазової компанії. Ці технології є привабливими, оскільки дають можливість працівникам контролювати процеси нафтогазовилучення з пластів та управляти всією операційною діяльністю в режимі реального або близького до реального часу, незалежно від місця розташування свердловин. Технології інтелектуальних нафтогазових родовищ вже стали досить зрілими, щоби бути модульними, тобто їх впровадження більше не вимагає значних зусиль задля отримання результатів.

Під інтелектуальним нафтогазовим родовищем розуміють сукупність бізнес-процесів з оперативного управління родовищем, технічного проекту розроблення з використанням новітніх технологій і повністю автоматизованої інфраструктури. Інтелектуальні родовища широко застосовуються світовими іноземними компаніями (Shell, BP, Exxon Mobil, Schlumberger і т.д.) на нових проектах, а також для збільшення нафтовіддачі родовищ, що вже розроблюються [2, с. 3].

Створення єдиної інфраструктури, яка з'єднає людей і операції за допомогою протоколів Інтернету, допомагає забезпечити повсюдний доступ до інформації та інструменти для спільної роботи. Коли інфраструктура об'єднує операції буріння, видобутку та технічного обслуговування на нафтогазових родовищах, з'являється можливість створити платформу, яка інтегрує програмні продукти та забезпечує їх необхідними даними для прийняття своєчасних управлінських рішень, що дозволяє підвищити ефективність роботи компанії.

У нафтогазовій промисловості рентабельність інвестицій значною мірою залежить від ефективності експлуатації активів. Якщо внаслідок аварії зі званої в експлуатацію свердловини не вдається видобувати нафту чи газ, виробництво призупиняється, але витрати не зникають. Активи можуть включати в себе морські бурові установки, наземні родовища, трубопроводи і сховища. Технології для дистанційного контролю, вимірювання та відеоспостереження дозволяють операторам отримувати

необхідну інформацію для швидкого реагування на простоті в роботі.

Технології інтелектуальних нафтогазових родовищ завдяки збору даних в польових умовах та їх подальшій обробці й інтерпретації в офісі допомагають підвищити нафтогазовіддачу та зводять до мінімуму людські помилки. Обладнання та програмні продукти, що використовуються для віддаленого моніторингу та вимірювання, також допомагають збирати та передавати раніше недоступні або ізольовані дані в головний офіс, де проводиться аналіз отриманої інформації з метою вироблення управлінських рішень, які передаються на місця тими самими каналами комунікацій.

Проте керівництво деяких нафтогазових компаній все ще вважає, що безперервне отримання значних обсягів даних є дорогим задоволенням. На таких підприємствах автоматизація нафтовидобутку зосереджена в області моніторингу поверхневого тиску і температур, інколи проводиться безперервний збір свердловинної інформації, ще рідше встановлюється постійне спостереження за нафтовими пластами та родовищем загалом [3, с. 166].

Використання відеомоніторингу в межах концепції інтелектуального нафтогазового родовища допомагає швидше реагувати на аварійні ситуації та точніше встановити масштаби збитків. Передача відео за допомогою Інтернет-протоколу все частіше використовується для моніторингу операцій буріння, нафтогазовидобутку, для контролю за роботою нафтогазових платформ, нафтопереробних заводів, трубопроводів та інших активів.

Завдяки смартфонам та планшетним ПК нафтогазові компанії можуть використовувати мобільні рішення для покращення управління робочими процесами та підвищення продуктивності працівників. Мобільні додатки дозволяють ефективніше управляти ремонтами свердловин, де миттєвий доступ до інформації і забезпечення відповідності процесу має істотне значення.

Професіонали в нафтогазовій галузі протягом тривалого часу накопичують необхідний для роботи досвід, набувають знань у сфері розроблення та експлуатації конкретних родовищ вуглеводнів, розвивають різного роду функціональні навички. Компанії нафтогазового комплексу розробляють та експлуатують родовища, що знаходяться у віддалених районах, часто далеко від місця проживання професіональних працівників, що вимагає від них нових підходів до організації роботи.

Завдяки інтеграції уніфікованих комунікацій і технологій присутності співробітники можуть використовувати будь-яку комбінацію голосу, відео, даних, мобільних додатків і пристроїв для зв'язку один з одним незалежно від робочого місця. Знання релевантної інформації, своєчасність наявності даних для відповідного персоналу, доступність даних та зручне їх зберігання сприяють підвищенню ефектив-

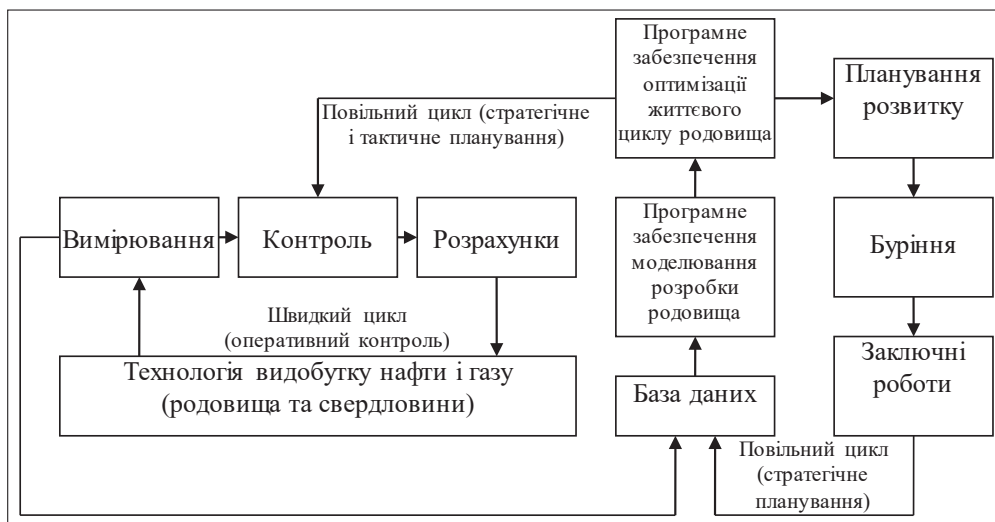


Рис. 1. Швидкий і повільний цикли управління інтелектуальним нафтогазовим родовищем [7, с. 3]

ності діяльності. Зв'язок та співпраця між фахівцями різних галузей промисловості приводять до швидких та адекватних рішень, що в кінцевому підсумку приводить до ефективної роботи всієї інтелектуальної системи [4, с. 5].

Організація робочого процесу в такий спосіб наближає проблеми, що необхідно вирішувати, до фахівців, а не навпаки. За рахунок цього професіонали володіють цілісною картиною та мають можливість співпрацювати та обмінюватися інформацією в режимі реального часу з тими, хто потребує їхніх експертних висновків. Таким чином, персонал на місцях перетворюється у засіб збору та передачі інформації до фахівців, що допомагають вирішити проблеми швидко і найбільш економічно ефективно.

Ефективність бізнесу і безпека працівників залишаються основними проблемами нафтогазових компаній. Підприємства НГК прагнуть підвищувати продуктивність праці, знижувати витрати за рахунок ліквідації простоїв обладнання, підвищувати безпеку даних, піклуються про здоров'я, безпеку працівників та охорону навколишнього середовища.

Цього можна досягнути за рахунок комплексного управління активами, метою якого є максимізація економічних вигод від усіх активів нафтогазової компанії (департаментів, що здійснюють пошук та розвідку нафтогазових покладів, будівництво свердловин, їх експлуатацію, транспортування та переробку нафти і газу) за рахунок одночасної оптимізації нафтогазовіддачі родовищ та мінімізації капіталовкладень і операційних витрат [5, с. 44].

Оскільки виробничі потужності нафтогазових компаній є небезпечною територією, на якій повинні детально відстежуватися і контролюватися переміщення та діяльність всього персоналу, технології інтелектуальних нафтогазових родовищ допомагають підвищувати безпеку працівників за рахунок

оптимізації подачі необхідної для роботи інформації таким чином, щоби зменшити пересування співробітників в зонах найбільшого ризику.

Використання бездротової мережі надає нові можливості для відстеження руху працівників та стану виробничих об'єктів в режимі реального часу, що дозволяє підвищувати рівень безпеки. За рахунок відстеження активів будь-який Wi-Fi пристрій, що підключається до бездротової мережі, може передавати пов'язану з виробничим об'єктом контекстну інформацію. Як доповнення до підвищення рівня моніторингу активів ця інформація може бути використана для швидкого обліку персоналу, що працює в небезпечних зонах, або коли виникає необхідність евакуації працівників.

Переваги технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ також пов'язані з детальними знаннями та контролем за операціями. Детальне представлення операцій починається з вимірювання тиску, температури, витрати та складу потоку всередині свердловини в різних її точках. Крім того, спеціальні датчики для геофізичного зображення свердловин (також відомі як «4-мірні сейсмічні датчики») можуть використовуватися для спостереження за рухом рідин всередині нафтогазового покладу. Ретельний контроль операцій на свердловинах здійснюється шляхом переходу від стандартних елементів керування до безперервно керованих клапанів для притоку нафти і газу та насосів зі змінними робочими частотами. Таким чином, можна плавно регулювати (до повної зупинки, якщо це необхідно) притік нафти чи газу на будь-якій свердловині та в будь-якій частині родовища. Мережа мікропроцесорних приладів запрограмована для забезпечення безпеки операцій навіть у разі втрати зв'язку з операторами [6, с. 747]. Управління інтелектуальним нафтогазовим родовищем містить швидкий і повільний цикли,

що взаємозв'язані між собою так, як це зображено на рис. 1.

Окрім оперативного управління, технології інтелектуальних нафтогазових родовищ реалізують ідеї моделювання та оптимізації життєвого циклу. Це стратегічне та тактичне програмне забезпечення підтримки прийняття рішень продемонстровано як частина «повільного циклу» на рис. 1. Суть оптимізації життєвого циклу полягає в тому, щоб доповнити традиційний підхід управління процесом (який полягає в коригуванні параметрів приладів для компенсації виникаючих труднощів) з активною стратегією (що полягає в прогнозуванні майбутнього та прийнятті рішень, які враховують невизначеність щодо майбутнього). Простіше кажучи, моделювання проводиться на кожному етапі життєвого циклу родовища, і всі відповідні рішення (наприклад: варто чи не варто розширювати систему збору вуглеводнів; в якій частині родовища проводити буріння нових свердловин; які норми експлуатації вибирати та ін.) повинні бути оптимальними для всього життє-

вого циклу родовища. Ці рішення формуються у вигляді філософії управління нафтогазовим родовищем, що включає в себе набір показників, пріоритетів, вимог до експлуатації та планів життєвого циклу родовища [6, с. 748].

Переваги технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, що використовувались у складних нестандартних середовищах, продемонстровано в низці досліджень [8, с. 4; 9, с. 591]. Деякі автори [10, с. 193] стверджують, що застосування таких рішень також корисно для звичайних умов (наприклад, єдиного наземного родовища з вертикально збудованими свердловинами), в тому разі, коли можна запобігти передчасному виснаженню родовища через прояви води з нагнітальних свердловин. Багато досліджень [11, с. 14; 12, с. 29] доводять, що технології інтелектуальних нафтогазових родовищ допомагають підвищити нафтогазовилучення з пластів, збільшити загальний видобуток нафти, зменшити капітальні та операційні витрати та ризики.

Використання технологій інтелектуальних нафто-



Рис. 2. Переваги впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах НГК України (розроблено автором на основі [6, с. 747–748; 13, с. 95–96])

газових родовищ знижує витрати на внутрішньсвердловинне втручання всього на 5%, тоді як приблизно 60% загальної економії отримують за рахунок зростання надходжень від сумарного росту видобутку вуглеводнів. Зменшення витрат на наземні об'єкти та саму свердловину становить близько 35% економії [13, с. 96]. Переваги впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах НГК України наведені на рис. 2.

Аналізуючи переваги впровадження, наведені на рис. 2, та оцінюючи економічні результати, можна дійти висновку, що впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ необхідно здійснювати на підприємствах НГК України. Однак проблема масового введення цієї технології полягає у великих капітальних витратах, пов'язаних із вартістю обладнання (яке необхідно закуповувати в іноземних сервісних компаніях) і високою собівартості видобутку нафти на території України.

Проводити оцінку родовища на початковому етапі і визначати його потребу в застосуванні технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ можна за шістьма групами критеріїв (технологічні, економічні, управлінські, екологічні, промислової безпеки та охорони праці, інфраструктури) [2, с. 3].

Завдяки економічним критеріям, до яких віднесено темпи росту експлуатаційних витрат, індекс дохідності та термін окупності інвестицій, собівартість бареля нафти, методи нарахування амортизації, ціну нафти, можна оцінити ефективність наявних або запланованих за програмою розроблення технологій на родовищі. А також оцінити наявний фонд грошових коштів для впровадження інновацій [2, с. 4].

Технології інтелектуальних нафтогазових родовищ забезпечують абсолютно новий підхід до прийняття рішень з управління родовищем. Таким чином, управлінські критерії, до яких віднесено чисельність персоналу на родовищі, витрати часу на прийняття управлінських рішень, витрати часу на підписання договорів, наявність системи автоматизації управління бізнесом, також відіграють роль у виборі проектів для впровадження [2, с. 6].

**Висновки з проведеного дослідження.** Інтелектуальні технології – це не просто набір датчиків автоматизованої системи управління видобутком або транспортуванням нафтопродуктів, а методика, що дає змогу оцінювати якісний стан системи і вчасно приймати важливі рішення, що забезпечують бізнесу максимальну вигоду і безпеку.

Впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах нафтогазового комплексу України має низку переваг. Завдяки постійному збиранню та опрацюванню величезних обсягів даних інтелектуальні технології дають менеджерам змогу приймати своєчасні управлінські рішення вищої якості, що підвищує ефективність роботи компанії загалом.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. World Energy Outlook 2017. URL: <https://www.iea.org/weo2017/>.
2. Березина А.А. Экономические и управленческие критерии для отбора проектов для внедрения технологии интеллектуального месторождения / А.А. Березина // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Том 7, № 1. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/20EVN115.pdf>.
3. Кочкодан В.Б. Важливість збору та інтерпретації великих масивів даних для ефективного управління нафтовими родовищами / В.Б. Кочкодан // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні напрямки розвитку економіки і менеджменту на підприємствах України». Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2017. С. 166–167.
4. Edwards T. Advanced Collaborative Environments In BP / T. Edwards, M. Saunders, K. Moore-Cernoch // In Intelligent Energy Conference and Exhibition, 11-13 April, Amsterdam, The Netherlands. – Society of Petroleum Engineers, 2006. P. 1–5.
5. Кочкодан В.Б. Комплексне управління активами нафтових компаній у режимі реального часу / В.Б. Кочкодан // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наукові здобутки на шляху до вдосконалення економічного потенціалу країни». Дніпро: НО «Перспектива», 2017. С. 44–46.
6. Redutskiy Yu. Conceptualization of smart solutions in oil and gas industry / Yu. Redutskiy // The 7th International Conference on Sustainable Energy Information Technology. – Procedia Computer Science, 2017. P. 745–753.
7. Rossi D. J. Discussion on integrating monitoring data into the reservoir management process / D. J. Rossi, O. Gurbinar, R. Nelson, S. Jacobsen // In SPE European Petroleum Conference, 24–25 October, Paris, France. Society of Petroleum Engineers, 2000. P. 1-10.
8. Brouwer D.R. Dynamic Optimization of Waterflooding with Smart Wells using Optimal Control Theory / D.R. Brouwer, J.D. Jansen // In European Petroleum Conference, 29–31 October, Aberdeen, United Kingdom. Society of Petroleum Engineers, 2002. P. 1–14.
9. Van Essen G.M. Optimization of smart wells in the St. Joseph Field. / G.M. van Essen, J.D. Jansen, D.R. Brouwer, S.G. Douma, M.J. Zandvliet, K.I. Rollett, D.P. Harris // SPE Reservoir Evaluation and Engineering, 2010. № 13(4). P. 588–595.
10. Yeten B. Decision analysis under uncertainty for smart well deployment / B. Yeten, D.R. Brouwer, L.J. Durlofsky, K. Aziz // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2004. № 43(3). P. 183–199.
11. Mathieson D. Forces That Will Shape Intelligent-Wells Development / D. Mathieson // Journal of Petroleum Technology, 2007. № 59(8). P. 14-16.
12. Saleri N.G. Haradh III: a milestone for smart fields / N.G. Saleri, A.O. Al-Kaabi, A.S. Muallem // Journal of Petroleum Technology, 2006. № 58(11). P. 28–32.
13. Садыкова Р.Ш. Инновационные технологии в нефтяной промышленности: интеллектуальное оснащение скважин / Р.Ш. Садыкова, Л.А. Абдуллина, Л.И. Газизуллина // Актуальные проблемы экономики и права, 2013. № 2. С. 94-100.