

# УПРАВЛІННЯ В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 622.276:004.896

JELC80, C88, D80, D83, O30, O33

DOI: 10.31471/2409-0948-2020-1(21)-7-17

**Кочкодан Володимир Богданович**  
кандидат економічних наук, доцент  
доцент кафедри менеджменту та адміністрування  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15  
e-mail: k.volodya@gmail.com  
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5962-9741>

## ЦИФРОВІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ: СЬОГОДЕННЯ ТА МАЙБУТНЄ

**Анотація.** У статті розглянуто технології інтелектуальних нафтогазових родовищ, проаналізовано передумови впровадження даних технологій підприємствами НГК, виокремлено завдання, які необхідно вирішити компаніям на шляху до успішного впровадження технологій, і наведено перелік послідовних етапів, реалізація яких дозволила успішне впровадження проектів цифровізації діяльності провідними нафтогазовими компаніями світу. Для дослідження використано методи порівняння, синтезу, узагальнення та системного підходу.

Зазначено, що інтелектуальне нафтогазове родовище - це система контролю і управління нафтогазовими операціями в режимі реального часу, яка забезпечує безперервну оптимізацію інтегрованої моделі пласта і моделі управління видобуванням для підвищення видобування вуглеводнів, а також скорочує операційні та капітальні витрати. Розглянуто низку цифрових технологій, що знайшли своє використання в нафтогазовій галузі, а саме: віддалений моніторинг та контроль об'єктів у режимі реального часу, буріння в режимі реального часу, інтелектуальні свердловини, 4-D візуалізацію та моделювання.

Досліджено передумови впровадження цифрових технологій підприємствами НГК, до яких віднесено: наявність проблем з доступом до потрібних даних, що створює перешкоди в аналізі важливої інформації та в оптимізації виробництва; відсутність інтеграції між значною кількістю технічних додатків, які використовують інженери в процесі роботи; обмеженість досвіду та ризик втрати цінних знань про виробничі процеси; безперервні зміни та розвиток нормативних вимог до правил безпеки та охорони навколишнього середовища.

Окреслено завдання, які необхідно вирішити компаніям на шляху до успішної імплементації технологій, серед яких: подолання опору змінам; підвищення безпеки даних; уникнення перевантаження даними.

Сформовано перелік послідовних етапів, реалізація яких забезпечила успішне впровадження проектів цифровізації діяльності провідними нафтогазовими компаніями світу. Першим етапом є розробка концепції інтелектуального нафтогазового родовища. На другому етапі необхідно правильно визначити шляхи організаційних змін, пов'язані з імплементацією інтелектуальних технологій. Наступним етапом є створення системи

інформування персоналу на місцях про зміни. На останньому етапі доцільно провести інтеграцію інформаційних технологій.

Встановлено, що впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах НГК України повинне бути сфокусоване навколо людей, процесів та технологій, а їх використання дозволяє компаніям нарощувати темпи виробництва, підвищувати показники якості, знижувати експлуатаційні витрати та скорочувати прості обладнання.

**Ключові слова:** цифрові технології, інтелектуальні нафтогазові родовища, інтелектуальні свердловини, віддалений моніторинг в реальному часі, 4-D візуалізація та моделювання.

**Kochkodan Volodymyr Bohdanovych**  
**Candidate of Economic Sciences, Docent**  
**Docent of Management and Administration Department**  
**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas**  
**76019, Ivano-Frankivsk, Karpatska street, 15**  
**e-mail: k.volodya@gmail.com**

### **DIGITALIZATION OF OIL & GAS ENTERPRISES ACTIVITIES: THE PRESENT AND THE FUTURE**

**Abstract.** The article examines the digital oilfield technologies, analyzes the preconditions for the implementation of these technologies by oil and gas companies, identifies the tasks that companies need to solve on the way to the successful implementation of said technologies, and lists the consecutive steps that have enabled the successful implementation of digitization projects by the world's leading oil and gas companies. Methods of comparison, synthesis, generalization and systematic approach were used for the study.

It has been stated that the digital oilfield is a real-time monitoring and management system for oil and gas operations that provides continuous optimization of the integrated reservoir and production management model to increase hydrocarbon production, as well as reduce operating and capital costs. A number of digital technologies that have found their use in the oil and gas industry are reviewed, such as: remote real-time facility monitoring and control, real-time drilling, intelligent wells, 4-D visualization and modeling.

The preconditions for the implementation of digital technologies by oil and gas companies are explored, which include: problems with access to the required data, which creates obstacles in the analysis of important information and in the optimization of production; lack of integration between the large number of technical applications used by engineers; limited experience and risk of losing valuable knowledge of workflows; continuous changes and development of regulatory requirements for safety and environmental protection rules.

The tasks to be tackled by companies on the way to successful implementation of technologies are outlined, including: overcoming resistance to change; improving data security; avoiding data overload.

A list of consecutive steps has been formed, the realization of which has ensured the successful implementation of digitization projects by the world's leading oil and gas companies. The first step is the development of digital oilfield concept. On the second step the ways of organizational change related to the implementation of smart technologies must be properly identified. The next step is to create an information system about changes for personnel on-field. The last step is to integrate information technologies.

It has been established that the implementation of digital oilfield technologies at Ukrainian oil and gas companies should be focused around people, processes and technologies. The use of said technologies allows companies to increase production rates and quality indicators, and reduce operating costs and downtime.

**Keywords:** digital technologies, digital oilfields, intelligent wells, remote real-time monitoring, 4-D visualization and modeling.

**Вступ.** Епоха нафти і газу, які можна легко видобути, поступово закінчується, оскільки останні відкриття доведених запасів вуглеводнів переважно стосуються родовищ, розміщених у важкодоступних регіонах (арктичний, глибоководний шельф), або містять нетрадиційні ресурси (нафтоносні піски Канади, сланцеві породи США). На нафтових родовищах, які діють у всьому світі, видобуток знижується, і темп скорочення обсягу видобутку прискорюється приблизно на 4% щороку [1, с. 3]. Структура нових запасів нафти характеризується тим, що вони все більше переміщуються в морські зони. Вуглеводні з глибоководних родовищ становили 55% від усього обсягу традиційної нафти і 64% традиційного газу, відкритих в 2009-2013 рр. Сукупні капітальні витрати на розвідку і видобування на шельфі, за даними Barclays Research, в 2017 році становили 166 млрд. дол. США, за прогнозами, дані витрати до 2025 року зростуть до 293 млрд. дол. США [2]. Зростання витрат на нафтогазовилучення пов'язане також із підвищенням уваги до проблем безпеки праці, здоров'я персоналу та охорони довкілля.

Для нафтогазової галузі все більш актуальним стає застосування цифрових технологій, які дозволяють спростити доступ до цих запасів. Серед них – технології інтелектуальних нафтогазових родовищ, які охоплюють віддалений моніторинг в реальному часі, буріння в режимі реального часу, інтелектуальні свердловини, 4-D візуалізацію та моделювання тощо.

За результатами досліджень компанії Grand View Research, Inc. очікується, що до 2025 року розмір глобального ринку технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ досягне 40,21 млрд. дол. США, щорічно зростаючи на 4,7% відносно 2018 року. Драйверами зростання даного ринку виступатимуть очікуване збільшення кількості запасів нафти та газу, а також потреба в підвищенні експлуатаційної ефективності родовищ [3].

Консалтингова компанія IHS CERA прийшла до висновку, що протягом першого повного року розгортання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ підприємства НГК отримують: до 25% економії операційних витрат, до 8% вищі темпи виробництва, на 2-4% менші витрати на проект і до 6 % зростання вилучення з надр ресурсів [4]. Дослідження російських вчених показують, що впровадження цифрових технологій дозволить продовжити час стабільної роботи свердловин на 6-8%, а також забезпечить додатковий обсяг видобутку вуглеводнів на 5-7% [5, с. 10]. Цього можна досягти завдяки оперативному доступу до даних, а також надійній співпраці та інтерпретації результатів в режимі реального часу.

**Аналіз сучасних зарубіжних і вітчизняних досліджень і публікацій.** Вагомий внесок у дослідження цифровізації та інтелектуалізації діяльності підприємств нафтогазового комплексу зробили провідні зарубіжні та вітчизняні вчені, зокрема В. Mitchell, М. Mehta, R. Soma, А. Bakshi, V. Prasanna, W. J. DaSie, В. С. Bourgeois, М. М. Демчина, В. М. Юрчишин, Н. А. Єрьомін, В. Е. Столяров, М. А. Корольов, А. Н. Дмитрієвський, Л. А. Абукова, Н. Ю. Борисенко В. Г. Мартинов та ін. У роботах зазначених вчених досліджено роль цифрових технологій в модернізації діяльності нафтогазових компаній задля підвищення ефективності процесів геологорозвідки, будівництва свердловин та їх експлуатації, а також оцінено вплив інтелектуальних технологій на економічні показники діяльності підприємств.

**Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми, якій присвячується стаття.** Переважна більшість наукових праць присвячена окремим аспектам впровадження цифрових технологій нафтогазовидобування, а завдання які необхідно вирішити компаніям на шляху до успішного впровадження даних технологій, і етапи успішної їх реалізації потребують подальшого вивчення та аналізу.

**Формулювання цілей статті.** Метою даної роботи є огляд технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, дослідження передумов впровадження даних технологій підприємствами НГК, окреслення завдань, які необхідно вирішити компаніям на шляху до успішної імплементації технологій, і формування переліку послідовних етапів, реалізація яких забезпечила успішне впровадження проектів цифровізації діяльності провідними нафтогазовими компаніями світу.

**Висвітлення основного матеріалу.** Інтелектуальне нафтогазове родовище – це система контролю та управління нафтогазовими операціями в режимі реального часу, яка забезпечує безперервну оптимізацію інтегрованої моделі пласта і моделі управління видобуванням для підвищення видобування вуглеводнів, а також скорочує операційні та капітальні витрати [6, с. 187]. Використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ дозволяє підприємствам НГК нарощувати темпи виробництва, підвищувати показники якості, знижувати експлуатаційні витрати, скорочувати простой обладнання, а також проводити посилене відновлення пласта. Все це відбувається за рахунок повної обізнаності про активи в режимі реального часу, правильного аналізу та прийняття рішень та своєчасного їх виконання.

Перші технології інтелектуальних нафтогазових родовищ з'явилися ще в 70-х роках минулого століття. Програмне забезпечення та інженерні досягнення, які прискорили впровадження моделей інтелектуальних нафтогазових родовищ в нафтогазовій промисловості, почали з'являтися з початку ХХІ століття.

Інтелектуалізація діяльності на підприємствах НГК розпочалася з оцифрування оперативних даних, які раніше збиралися вручну. Застосування електронних таблиць для збору та організації даних з різних свердловин родовища та з декількох родовищ дозволили інженерам провести базовий аналіз виробництва. Електронні прилади на свердловинах та системи диспетчерського управління та збору даних (SCADA) покращили процес отримання даних за допомогою вдосконалення телекомунікацій. Ці зміни дозволили отримати доступ до даних, які раніше були недоступні або в кращому випадку доступні шляхом непрямих вимірювань, що означало наявність в них помилок та неточностей. Автоматичний доступ до даних збільшував обсяги їх збору у кілька разів. Бази даних з буріння, виробництва, інженерних та інших робіт були необхідні для ефективної обробки та зберігання великих обсягів даних. Крім того, клапани з дистанційним управлінням давали можливість операторам віддалено управляти обладнанням. Зі збільшенням складності операцій на об'єктах нафтогазових родовищ набули популярності розподілені системи керування (РСК) для контролю над наземними спорудами. З розвитком підземних та підводних систем управління спорудженням та експлуатацією свердловин розпочалася ера інтелектуальних нафтогазових родовищ.

Останнім часом на нафтогазових промислах дані в реальному часі постійно збираються, зберігаються, обробляються і передаються на робочий стіл інженерів у вигляді тенденцій, кривих результативності та інформаційних панелей. Успішні інформаційні продукти та технології з нафтогазопереробної галузі були модифіковані та адаптовані відповідно до потреб нафтогазовидобувної галузі. Сучасний розвиток технологій віддаленого моніторингу процесами буріння та експлуатації свердловин відбувається в напрямку вдосконалення телекомунікацій, вбудованих систем спостережень та матеріалознавства.

Розглянемо низку технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ.

1. Віддалений моніторинг та контроль об'єктів у режимі реального часу. Ця технологія побудована навколо систем диспетчерського управління та збору даних (SCADA)- мережевої системи, яка збирає дані з різних датчиків, розташованих на рухомих та стаціонарних об'єктах, і передає їх централізованому комп'ютеру для аналізу, управління та контролю. SCADA використовує зв'язок низької пропускну здатності для підтримки як невеликої (менше ста), так і значної (понад тисячу) кількості датчиків. Контроль за технологічними процесами на родовищі відбувається в центрі управління,

розміщеному віддалено (такий центр може одночасно керувати виробничими процесами на десятках родовищ); тут усі дані, отримані за допомогою SCADA, опрацьовуються, після чого інформація у вигляді команд для зміни параметрів роботи клапанів, насосів чи іншого обладнання передається на об'єкти родовища.

2. Буріння в режимі реального часу – це можливість віддаленого моніторингу, моделювання та управління виробничими процесами з метою оптимізації буріння, збільшуючи при цьому безпеку та зменшуючи ризик. Технологія побудована на використанні геомеханічних спостережень в режимі реального часу для оптимізації буріння, оцінювання пластів та вибору місця розташування нових свердловин на родовищі. Використання даної технології передбачає моніторинг даних буріння та віддалених операцій в режимі реального часу, а також спостереження за територіями, де знаходяться робітники. В режимі реального часу збираються такі дані, як швидкість проходки за хвилину, швидкість циркуляції промивної рідини, тиск на заборі свердловини тощо. За допомогою цих та інших даних проводяться комп'ютерні моделювання механіки рідини, які, для прикладу, дозволили визначити вектори швидкості потоку бурового розчину на поверхні бурового долота та встановити ділянки, які зазнають найбільшого тертя.

3. Інтелектуальна свердловина – це система, здатна збирати, передавати та аналізувати дані про видобування вуглеводнів та цілісність свердловини, що дозволяє віддалено діяти для кращого контролю над процесами нафтогазовиддачі. Інтелектуальні свердловини оснащені глибинним обладнанням, яким керують за допомогою оптоволоконних датчиків, що дозволяють постійно контролювати стан процесу видобування та за потреби вносити відповідні зміни в режими роботи обладнання. Свердловини такого типу дозволяють ефективніше вирішувати питання, пов'язані з контролем над нафтогазовидобуванням зі складних за архітектурою свердловин, таких як горизонтальні, розгалужені та кушові. В інтелектуальних свердловинах використовують зональні ізоляційні інструменти (наприклад, пакери компанії Halliburton [7]), клапани з можливістю віддаленого управління, пристрої моніторингу та поверхневу інфраструктуру управління і контролю.

Слідкуючи за роботою інтелектуальних свердловин, оператор зможе краще зрозуміти процес нафтогазовиддачі пластів, отримати більший контроль над вторинними та третинними процесами відновлення пластів, а також матиме можливість проводити у реальному часі моніторинг, моделювання та контроль виробництва. Використання інтелектуальних свердловин допомагає максимізувати видобування вуглеводнів, а також дозволяє партнерам спільного підприємства точно оцінювати свою частку активів в режимі реального часу.

4. 4-D візуалізація та моделювання – це технології в галузі нафтової сейсморозвідки, які враховують четвертий вимір – час. Завдяки 4-D візуалізації та моделюванню геологи тепер мають можливість контролювати рух та мобільність нафти під час її видобування. Дана технологія передбачає проведення повторних сейсмічних досліджень на родовищі з метою отримання необхідних даних, їх обробки та інтерпретації. Завдання полягає у встановленні змін, що відбуваються у пласті внаслідок видобування вуглеводнів або введення води чи газу в пласт, шляхом порівняння повторних наборів даних. Типовим кінцевим продуктом обробки є набір різниць даних за певний проміжок часу (тобто дані з першого сейсмічного дослідження віднімаються від даних з другого дослідження). Різниця повинна бути близькою до нуля, за винятком випадків, коли відбулися зміни в пласті.

Розглянемо передумови впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ. На сьогодні інженерно-технічні працівники та робітники стикаються з проблемою доступу до потрібних даних, тим самим створюючи перешкоди в аналізі важливої інформації та в оптимізації виробництва. Зазвичай інженери витрачають більше 75 % свого часу на пошук даних та менше 25 % – на аналіз та прийняття рішень. Інженери з виробничих операцій стикаються щонайменше з трьома загальними проблемами:

недостатній доступ до інформації, фрагментарна інформація та неефективне управління знаннями [8, с. 5]. Ситуації постійно моделюються, за результатами чого приймаються рішення, які, проте, не завжди є обґрунтованими. Такі знання є надзвичайно корисними при аудиті прийнятих рішень та навчанні нових інженерів. Для отримання необхідної їм інформації операторам, інженерам та менеджерам, можливо, доведеться звертатись до сотень чи тисяч джерел даних, серед яких багато баз даних, що наповнюються у режимі реального часу. Такі бази даних дозволяють отримати інформацію про тиск, температуру, швидкість та інші змінні процесу нафтогазовидобування за лічені секунди або хвилини. До інших джерел даних відносяться системи, що генерують додаткову інформацію про активи: підземні та поверхневі моделі, конфігурації споруд, виробничі плани. Однак перелічені джерела даних рідко інтегруються, що робить пошук відповідної виробничої інформації трудомістким і ще більше ускладнює процес прийняття рішень.

З точки зору психолога, людина може оперувати лише трьома-чотирма новими відомостями одночасно в робочій пам'яті [9, с. 78]. Коли інженери перевантажені занадто великою кількістю інформації, це негативно впливає на їх здатність вирішувати проблеми та приймати якісні рішення. Перевантаження інформацією спричиняє не тільки помилкові чи несвоєчасні рішення, але також може негативно впливати на здоров'я людини.

Сьогодні інженери використовують тисячі технічних додатків – електронні таблиці, підземні та поверхневі моделі, програмне забезпечення для управління виробництвом, системи планування ресурсів підприємства (ERP) та багато іншого. Кожен додаток має унікальну структуру та засоби взаємодії з іншими програмами. Керувати ручними підключеннями між такою кількістю компонентів майже неможливо.

Як результат, різні групи в межах однієї організації можуть приймати рішення на основі неповних уявлень про один і той же об'єкт. Наприклад, різні набори даних та додатків могли б генерувати модель свердловини та різні варіанти її експлуатації, які не узгоджуються між собою. Таким чином, різні команди можуть рекомендувати різні рішення однієї і тієї ж виробничої проблеми. Конфліктні рішення ставлять під загрозу можливість підприємства оптимізувати роботу своїх активів.

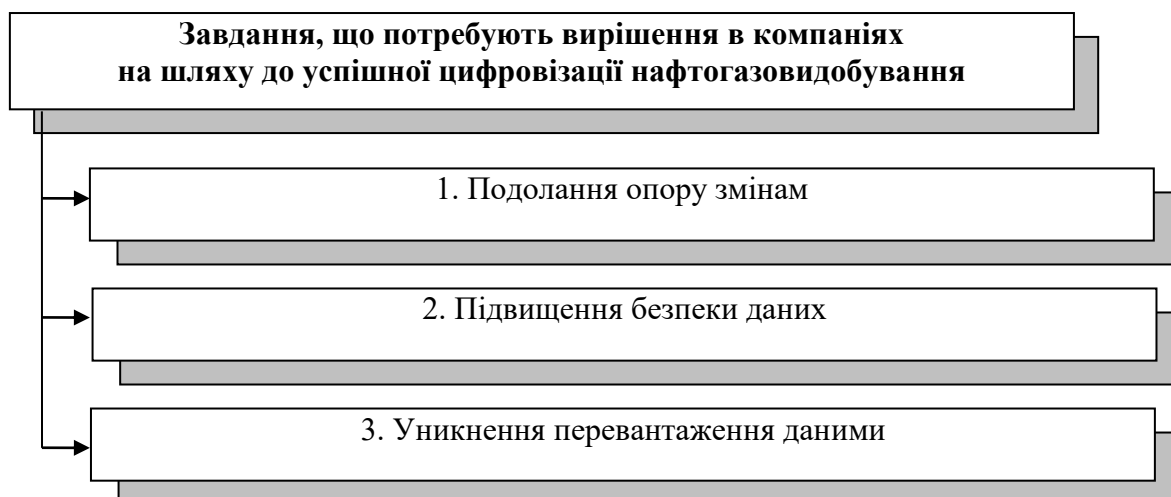
Іншим викликом, з яким стикаються багато організацій в процесі ведення господарської діяльності, є обмеженість досвіду. Часто необхідні підприємству фахівці знаходяться на значній відстані від місця, де проводяться роботи, і їх не так легко переконати переїхати у віддалений район. Велика кількість досвідчених інженерів виходять на пенсію або наближаються до пенсійного віку. Компанії ризикують втратити цінні знання про виробничі процеси, які досвідчені інженери здобули з часом. Це зумовило потребу в збільшенні робочої сили за допомогою ефективних стратегій, таких як більш жорстке планування спадкоємності, програми утримання, проактивне планування майбутнього, цілеспрямоване наставництво та відповідна ринкова компенсація робочих годин.

Також нормативні вимоги продовжують розвиватися. Місцеві, національні та міжнародні агентства регулярно приймають нові, більш вимогливі правила безпеки та охорони навколишнього середовища, збільшуючи при цьому складність операцій.

Перелічене вище може бути вирішено за допомогою застосування технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, що дозволяють підвищувати продуктивність працівників та збільшувати вартість активів компаній за допомогою розв'язання наступних проблем:

- підвищення безпеки операцій;
- оптимізації видобування вуглеводнів;
- підвищення захисту навколишнього середовища;
- максимізації виявлених резервів;
- підтримання конкурентних переваг;
- зменшення потреби в капремонтах свердловин.

На шляху до успішної цифровізації нафтогазовидобування компаніям необхідно буде вирішити низку завдань (рис. 1).



**Рис. 1. Завдання, що потребують вирішення в компаніях на шляху до успішної цифровізації нафтогазовидобування (розроблено автором)**

Перш за все слід подолати опір змінам. Перевага використання перевірених та звичних технологій над руйнівними інноваціями є однією з головних перешкод уповільнення темпів прийняття інтелектуальних технологій в нафтовій і газовій промисловості. На різних рівнях відповідальності, від виконавчого рівня до рівня управління, бракує бажання приймати зміни, оскільки вони завжди пов'язані зі стресом та необхідністю тривалого навчання. Опитування, проведене компанією British Petroleum, показало, що 60% керівників нафтогазових підприємств вважають, що опір змінам є найбільшою перешкодою для реалізації повного потенціалу технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ. Компанія BP вважає, що якщо не здійснювати інноваційних змін, це призведе до значної втрати можливостей, які жодне з підприємств НГК не може собі дозволити [10].

Другим завданням, яке слід вирішити компаніям з метою успішної реалізації проектів інтелектуальних нафтогазових родовищ, є підвищення безпеки даних. Для багатьох компаній цифровізація діяльності містить як переваги, так і ризики, що ускладнює прийняття відповідного управлінського рішення. Однією із найважливіших перешкод на шляху прийняття технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, на яку посилаються фірми, є проблема забезпечення безпеки даних та відповідності регуляторним нормам у рамках відкритої, спільної моделі систем. Не менш важливою є потреба у безпеці колективів та окремих працівників. Повністю зашифровані бездротові мережі можуть забезпечити універсальне покриття, одночасно логічно розділяючи дані між приватними точками доступу зі збереженням цілісності даних, в той час як віддалені постереження, моніторинг та підтримка надають безпеку співробітникам, незалежно від того, де вони перебувають.

Ще одним завданням, яке слід вирішити компаніям в процесі імплементації проектів інтелектуальних нафтогазових родовищ, є уникнення перевантаження даними. Переваги інтелектуальних технологій на підприємствах НГК не з'являться просто від встановлення бездротових з'єднань на об'єктах та натискання перемикача в увімкнуте положення. Можуть виникати перешкоди на шляху сигналу від перекривання бездротових мереж одна однією або від радіочастотного шуму, крім того значні об'єми даних, що отримуватимуться з датчиків, можуть паралізувати, а не спростити процес прийняття рішень.

Хоча віртуалізація є обов'язковою, слід належним чином встановити, що саме віртуалізувати. Зі зменшенням витрат на сервери та обладнання для зберігання даних

легко потрапити в пастку перевантаження даних та інформації. Баланс між "недостатньо" та "занадто багато" має вирішальне значення для того, щоб системи підтримки прийняття рішень мали релевантні дані [11]. Тому впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ – це складне завдання оптимізації, яке вимагає реорганізації існуючих робочих процесів. Те, що деякі компанії НГК ще не цілком комфортно почуваються з цією технологією, зрозуміло, але із застосуванням правильних методів управління даними інформаційне перевантаження – це те, з чим можна боротися.

Для того, щоб цифрові технології знайшли ширше застосування на підприємствах НГК України, необхідні підвищена відповідальність та відданість з боку колективу кожної організації. Крім того, як засвідчує досвід компаній, які успішно впровадили інтелектуальні технології нафтогазовидобування, на підприємствах необхідно реалізувати низку послідовних етапів (рис. 2).

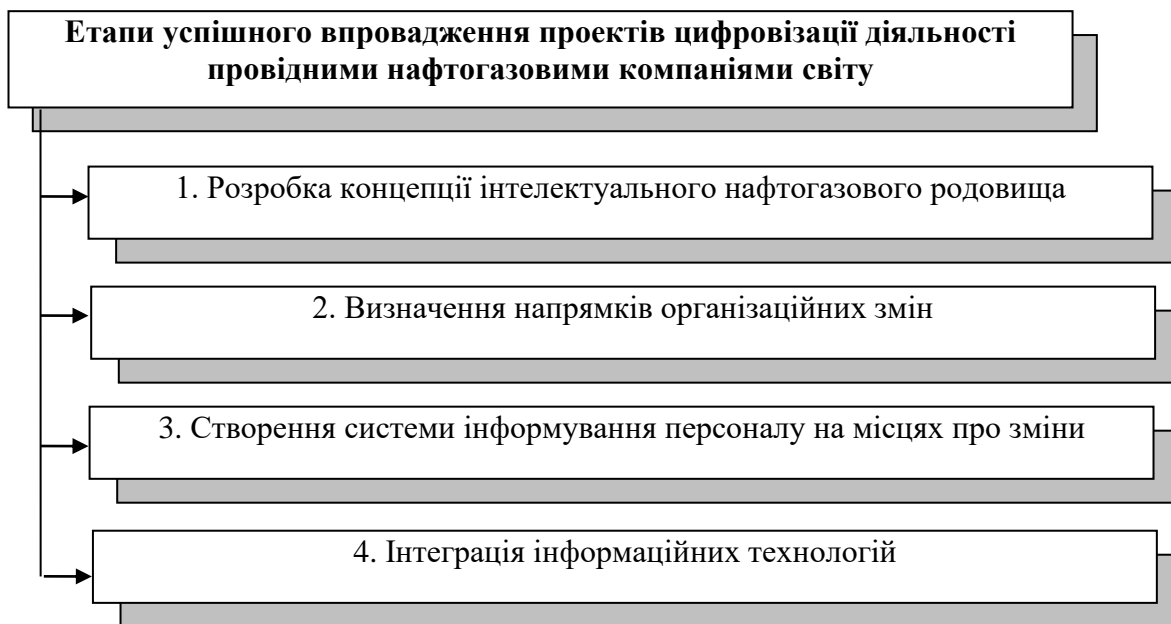


Рис. 2. Етапи успішного впровадження проектів цифровізації діяльності провідними нафтогазовими компаніями світу (розроблено автором)

Першим етапом є розробка концепції інтелектуального нафтогазового родовища. Вище керівництво повинне скласти перелік цілей для своєї компанії стосовно технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, де враховувалися б конкретні виклики та можливості компанії, тенденції та напрямки розвитку галузі, а також те, яким чином інтелектуальні технології можуть допомогти компанії вирішити ці виклики та скористатись можливостями. Цілі повинні бути досяжними, містити чіткі результати від їх реалізації та враховувати операційні можливості підприємства.

На другому етапі необхідно правильно визначити шляхи організаційних змін, пов'язані з імплементацією інтелектуальних технологій. Керівники компаній та операційні менеджери впливають на організаційні зміни кожен по-різному. Важливо зрозуміти, яким чином концепції та технології інтелектуальних нафтогазових родовищ можуть допомогти вирішити проблеми та скористатися можливостями, з якими щоденно стикаються керівники. Це сприятиме ефективному розподілу ресурсів між проектами, прийняттю правильних рішень та укладанню угод з необхідними постачальниками інформаційних послуг.

Наступним етапом є створення системи інформування персоналу на місцях про зміни. Поінформованість та навчання є вкрай необхідними для працівників на місцях як кінцевих користувачів. Такі працівники повинні брати участь у створенні систем, що керують перехідним процесом, щоб вони могли реально зрозуміти, що від них очікується,



як це впливає на загальне покращення ефективності діяльності компанії, сприяти цьому і, в деяких випадках, отримувати можливість проявляти ініціативу.

На останньому етапі доцільно провести інтеграцію інформаційних технологій. Інформаційні технології (ІТ) на місцях повинні пройти шлях від розрізнених додатків та джерел даних до інтегрованих систем, за допомогою яких працівники зможуть отримати доступ до всієї інформації простим способом. Інтеграційна платформа повинна стандартизувати спосіб отримання інформації з різних джерел даних. Необхідно запровадити адаптери програмного забезпечення, які витягуватимуть дані з оригінальних джерел, та інтегровану модель даних, яка абстрагуватиме ці джерела даних шляхом визначення бізнес-об'єктів, таких як свердловини, трубопроводи та обладнання. Завдяки цьому вся інформація про процес відображатиме фактичний процес виробництва, а не обмеження засобів ІТ. Комплексні бізнес-процеси управління виробництвом вимагають синхронізованого виконання декількох додатків, включаючи моделі, оптимізатори та засоби аналізу даних.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** На сьогодні компанії, виробничі операції яких здійснюються в Північному морі, є лідерами з впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ, слідом за ними йдуть компанії з виробничими об'єктами, розміщеними в Мексиканській затоці. Однак, компанії НГК в Україні не так активно впроваджують інтелектуальні технології. Причинами цього є недостатньо розвинені комунікаційні мережі та ІТ-системи, що забезпечують широкий доступ до інформації. Компанії, що ведуть розробку родовищ в Північному морі, інвестували значні кошти в підводні оптоволоконні мережі, що спрощує комунікацію. Також урядова політика та регулятори активно заохочують технології інтелектуальних нафтогазових родовищ в деяких регіонах. Наприклад, Норвегія зобов'язала всі компанії, які планують розробляти нові родовища нафти та газу в морі, спочатку побудувати повноцінну підводну інфраструктуру, яка контролюється із суші, використовуючи передові командні центри та інтелектуальні технології з мінімальним прямим втручанням людини [12, с. 29].

Використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ дозволить підвищити якість управлінських рішень завдяки вдосконаленню співпраці між різними підрозділами організації. Впровадження даних технологій матиме вагомий позитивний вплив на організацію на різних рівнях. За допомогою ефективного управління змінами на підприємствах НГК відбуватиметься навчання персоналу, необхідне для успішного виконання робіт в рамках імплементації інтелектуальних технологій.

Таким чином, впровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах НГК України повинне бути сфокусоване навколо людей, процесів та технологій. За допомогою технологій повинен будуватися зв'язок між свердловинами, родовищами та командами виконавців, а також між реальними та прогнозними даними для підвищення якості прийнятих управлінських рішень. Бізнес-процеси організації повинні заохочувати точний збір даних та швидке прийняття рішень. Люди повинні мати можливість збирати релевантні дані та впроваджувати необхідні рішення для досягнення всіх переваг технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ.

Подальші дослідження стосуватимуться оцінювання ефективності організаційних змін, здійснених в рамках цифровізації діяльності на підприємствах НГК України.

### Література

1. Дмитриевский А.Н., Ерёмин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазовой экосистемы – 2018. *Актуальные проблемы нефти и газа*. 2018. Том 21. №2.С.1-12. DOI10.29222/ipng.2078-5712.2018-21.art2 (дата звернення 31.03.2020).

2. Sönnichsen N. Capital expenditures on offshore exploration and production worldwide from 2017 to 2025 (in billion U.S. dollars). URL: <https://www.statista.com/statistics/>

988646/capital-expenditure-offshore-exploration-production-worldwide/ (дата звернення 31.03.2020).

3. Digital Oilfield Market Size Worth \$40.21 Billion By 2025 | CAGR: 4.7%: Grand View Research, Inc. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/digital-oilfield-market-size-worth-40-21-billion-by-2025--cagr-4-7-grand-view-research-inc-300952487.html> (дата звернення 01.04.2020).

4. Groden-Morrison A. What Is A Digital Oil Field & How Does It Work? URL: <https://www.alphasoftware.com/blog/the-digital-oil-field-is-the-future-of-energy.-learn-all-about-it> (дата звернення 01.04.2020).

5. Абукова Л.А., Борисенко Н.Ю., Мартынов В.Г., Дмитриевский А.Н., Ерёмин Н.А. Цифровая модернизация газового комплекса: научные исследования и кадровое обеспечение. *Научный журнал Российского газового общества*. 2017. № 4. С. 3-12. URL: [https://istina.msu.ru/download/92678037/1jNgyC:aQHib\\_cVaNYcnqNxRB5aW8AKYCI/](https://istina.msu.ru/download/92678037/1jNgyC:aQHib_cVaNYcnqNxRB5aW8AKYCI/) (дата звернення 02.04.2020).

6. Кочкодан В. Б. Перспективи використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ в Україні. *Причорноморські економічні студії*. 2017. № 16. С. 186-190.

7. Zonal Isolation Devices. URL: <https://www.halliburton.com/en-US/ps/well-dynamics/well-completions/intelligent-completions/zonal-isolation-devices.html> (дата звернення 03.04.2020).

8. Soma R., Bakshi A., Prasanna V., DaSie W. J., Bourgeois B. C. Semantic web technologies for smart oil field applications. *Intelligent Energy Conference and Exhibition: materials of the conference (Amsterdam, The Netherlands, 25-27 February)*. Society of Petroleum Engineers, 2008. P. 1-9. DOI 10.2118/112267-MS (дата звернення 04.04.2020).

9. Mind, Brain, & Education: Neuroscience Implications for the Classroom / ed. Sousa D. A. Bloomington, IN: Solution Tree, 2010. 312 p.

10. BP: Resistance to Change is Biggest Challenge for Digital Oilfield. URL: [https://www.rigzone.com/news/oil\\_gas/a/116533/bp\\_resistance\\_to\\_change\\_is\\_biggest\\_challenge\\_for\\_digital\\_oilfield/](https://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/116533/bp_resistance_to_change_is_biggest_challenge_for_digital_oilfield/) (дата звернення 05.04.2020).

11. Mehta M. Technologies for expanding horizon of digital oil field. URL: <https://www.hartenergy.com/exclusives/technologies-expanding-horizon-digital-oil-field-19092> (дата звернення 05.04.2020).

12. Huawei & VF: Exploring the Needs of the Digital Oilfield. Newbury, Berkshire: Vodafone Group, 2013. 36 p. URL: <http://e-file.huawei.com/en/material/MaterialDownload?materialid=4384f0c761cb4f7d993a864e419b4e94&language=en> (дата звернення 06.04.2020).

### References

1. Dmitriyevskiy, A. N., Eremin, N. A. (2018). Tsifrovaya modernizatsiya neftegazovoy ekosistemy – 2018 [Digital Modernization of the Oil and Gas Ecosystem – 2018]. Aktualnye problemy nefti i gaza - Actual Problems of Oil and Gas, 21 (2), 1-12. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-21.art2. [In Russian].

2. Sönnichsen, N. (2019). Capital expenditures on offshore exploration and production worldwide from 2017 to 2025 (in billion U.S. dollars). *statista.com*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/988646/capital-expenditure-offshore-exploration-production-worldwide/>.

3. Digital Oilfield Market Size Worth \$40.21 Billion By 2025 | CAGR: 4.7%: Grand View Research, Inc. (2019). *prnewswire.com*. Retrieved from <https://www.prnewswire.com/news-releases/digital-oilfield-market-size-worth-40-21-billion-by-2025--cagr-4-7-grand-view-research-inc-300952487.html>.

4. Groden-Morrison, A. (2019). What Is A Digital Oil Field & How Does It Work?alphasoft.com. Retrieved from<https://www.alphasoft.com/blog/the-digital-oil-field-is-the-future-of-energy.-learn-all-about-it>.
5. Abukova, L. A., Borisenko, N. Yu., Martynov, V. G., Dmitriyevskiy, A. N., Eremin, N. A. (2017). Tsifrovaya modernizatsiya gazovogo kompleksa: nauchnye issledovaniya i kadrovoe obespecheniye [Digital modernization of the gas complex: research and staffing]. Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo gazovogo obshchestva - Scientific journal of the Russian Gas Society, 4, 3-12. [istina.msu.ru](http://istina.msu.ru). Retrieved from[https://istina.msu.ru/download/92678037/1jNgyC:aQHib\\_cVaNYcnqNxRB5aW8AKYCI/](https://istina.msu.ru/download/92678037/1jNgyC:aQHib_cVaNYcnqNxRB5aW8AKYCI/) [In Russian].
6. Kochkodan, V. B. (2017). Perspektyvy vykorystannia tekhnolohii intelektualnykh naftohazovykh rodovyshch v Ukraini [Perspectives of digital oilfield models implementation in Ukraine]. Prychornomorski ekonomichni studii - Black Sea Economic Studies, 16, 186-190. [InUkrainian].
7. Zonal Isolation Devices. (n.d.). [halliburton.com](http://halliburton.com). Retrieved from<https://www.halliburton.com/en-US/ps/well-dynamics/well-completions/intelligent-completions/zonal-isolation-devices.html>.
8. Soma,R., Bakshi, A., Prasanna, V., DaSie, W. J., Bourgeois, B. C. (2008). Semantic web technologies for smart oil field applications. Proceedings from: Intelligent Energy Conference and Exhibition. (pp. 1-9). Society of Petroleum Engineers.DOI10.2118/112267-MS.
9. Sousa,David A. (Eds.). (2010). Mind, Brain, & Education: Neuroscience Implications for the Classroom.Bloomington, IN: Solution Tree.
10. BP: Resistance to Change is Biggest Challenge for Digital Oilfield. (2012).[rigzone.com](http://rigzone.com). Retrieved from[https://www.rigzone.com/news/oil\\_gas/a/116533/bp\\_resistance\\_to\\_change\\_is\\_biggest\\_challenge\\_for\\_digital\\_oilfield/](https://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/116533/bp_resistance_to_change_is_biggest_challenge_for_digital_oilfield/).
11. Mehta, M. (2012). Technologies for expanding horizon of digital oil field.[hartenergy.com](http://hartenergy.com). Retrieved from<https://www.hartenergy.com/exclusives/technologies-expanding-horizon-digital-oil-field-19092>.
12. Huawei & VF: Exploring the Needs of the Digital Oilfield. (2013). Newbury, Berkshire:Vodafone Group. [e-file.huawei.com](http://e-file.huawei.com). Retrieved from<http://e-file.huawei.com/en/material/MaterialDownload?materialid=4384f0c761cb4f7d993a864e419b4e94&language=en>.