

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-287-1-21-29>

УДК 622.2

ОЦІНКА ВПЛИВУ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ НА КУРС РОЗВИТКУ НАФТОГАЗОВОЇ ІНДУСТРІЇ

Данилюк Н.Я., Чеверда А.М.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF BIM TECHNOLOGIES ON THE DEVELOPMENT COURSE OF THE OIL AND GAS INDUSTRY

Danyliuk N.Y., Cheverda A.M.

Дана наукова стаття проводить всебічний аналіз впливу технологій будівельно-інформаційного моделювання (BIM) на сучасний курс розвитку нафтогазової індустрії, розкриваючи значення впровадження цих технологій у різні аспекти галузі. У статті розглядаються як поточні, так і перспективні виклики, з якими стикається нафтогазова індустрія в умовах постійного зростання складності проєктів та суворих вимог до ефективності й екологічної сталості. Особливу увагу приділено аналізу впливу BIM на всі етапи життєвого циклу проєктів, починаючи від концептуального проєктування та планування до будівництва, експлуатації та подальшого керування об'єктами. В рамках дослідження розкрито, як цифрові технології сприяють підвищенню точності прогнозування, оптимізації ресурсів, скороченню витрат і зменшенню ризиків під час реалізації проєктів у нафтогазовому секторі. Також досліджуються питання інтеграції BIM із традиційними процесами керування проєктами та об'єктами в галузі, а також їхній потенціал для досягнення більш сталого та ефективного функціонування індустрії. Додатково розглянуто вплив використання BIM на підвищення рівня безпеки праці, контроль за технічним станом об'єктів та їхню відповідність екологічним нормам, що набуває особливої важливості в умовах сучасного глобального порядку денного. Окремий розділ присвячено аналізу потенційних перешкод на шляху до впровадження BIM, включаючи технологічні, організаційні та фінансові бар'єри, та розгляду шляхів їх подолання через адаптацію бізнес-процесів та підвищення кваліфікації персоналу. Виявлено, що ключовими викликами є висока вартість впровадження нових технологій, необхідність змін у корпоративній культурі підприємств та інтеграція BIM із наявними цифровими платформами. Водночас

дослідження підкреслює важливість стратегічного підходу до впровадження BIM, який має включати створення нормативно-правової бази, розвиток освітніх програм для спеціалістів галузі та впровадження системи безперервного моніторингу ефективності впроваджених рішень. Стаття надає детальні рекомендації щодо стратегічного впровадження BIM у нафтогазову галузь, враховуючи швидкий розвиток технологій і зміни в нормативно-правовій базі. Висвітлено також можливі шляхи розвитку цієї технології у майбутньому, її роль у забезпеченні стійкості та ефективності нафтогазових проєктів, а також у формуванні більш прозорого та інтегрованого підходу до керування нафтогазовими активами. Окремо розглянуто перспективи застосування BIM у поєднанні з іншими передовими технологіями, такими як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT) та великі дані, що дозволяє створювати цифрові двійники об'єктів і прогнозувати їхню експлуатаційну ефективність у режимі реального часу. У кінцевому результаті, стаття пропонує бачення майбутнього нафтогазової індустрії в умовах активного застосування BIM-технологій, що дозволяє розширити межі можливого для цієї критично важливої галузі. Результати дослідження можуть бути корисними для науковців, інженерів, керівників підприємств та державних організацій, які займаються розробкою стратегій розвитку нафтогазового сектору та прагнуть підвищити його ефективність і конкурентоспроможність на глобальному рівні.

Ключові слова: BIM-технології, курс розвитку нафтогазової індустрії, керування відомостями, вплив технологій, цифрова трансформація, інновації, оптимізація.

Вступ. Сучасна нафтогазова індустрія, будучи ключовою галуззю світової економіки, постійно стикається з викликами та завданнями, пов'язаними з ефективністю, безпекою та сталістю розвитку. Однак, у зв'язку із стрімким технологічним розвитком, нафтогазовий сектор має унікальну можливість використовувати інноваційні технології для покращення своєї продуктивності та динаміки розвитку, що має визначний вплив на його розвиток.

Мета та завдання статті. Мета статті полягає в оцінці впливу технологій Building Information Modeling (BIM) на курс розвитку нафтогазової індустрії. Стаття спрямована на аналітичний огляд сучасного стану нафтогазового сектора, вивчення концепцій та принципів BIM-технологій, оцінці практичних впливів та їх впровадження на різних етапах життєвого циклу проєктів, а також визначення перспектив та рекомендацій для оптимального використання BIM в даній галузі. Ця стаття спрямована на надання глибокого розуміння взаємозв'язку між технологічними інноваціями та розвитком нафтогазового комплексу, а також на формулювання практичних рекомендацій для впровадження BIM-технологій у нафтогазовій індустрії з метою підвищення її продуктивності та сталості, на ретельний аналіз впливу BIM-технологій на нафтогазову індустрію та визначення ключових проблем, що виникають у процесі їх впровадження. Основні аспекти дослідження включають в себе визначення оптимальних стратегій впровадження BIM, визначення викликів, пов'язаних з технічними та культурними перешкодами, а також розробку інноваційних рішень для оптимізації всього життєвого циклу проєктів в нафтогазовій галузі.

Головним завданням є створення комплексного огляду та висновків щодо впливу BIM-технологій на стратегії та розвиток нафтогазової індустрії, а також у наданні практичних рекомендацій для ефективного впровадження та використання таких технологій.

Аналіз досліджень і публікацій. На сьогоднішній день інформації на українських ресурсах про застосування BIM-технологій у нафтогазовій індустрії є доволі мало, тому доводиться звертатися до англійських ресурсів, де інформації стосовно цієї технології є набагато більше.

Проглянувши значну частину наукових статей та літератури, зокрема публікацій у відомих соцмережах для роботи, а також на сайтах світових провідних компаній у

нафтогазовій галузі, можна дійти висновку, що такі технології все більше та більше інтегруються у діяльність таких компаній.

Для прикладу, ось що говорить один з старших керівників проєкту та планування відомої нафтогазової компанії: «BIM represents a paradigm shift, transforming how the oil and gas industry designs, builds, operates, and maintains assets. Embracing BIM can elevate efficiency, quality, sustainability, and competitiveness in the global market.» (Engr. George Nwogu, LinkedIn), «BIM являє собою зміну парадигми, трансформуючи те, як нафтогазова промисловість проєктує, будує, експлуатує та обслуговує активи. Використання BIM може підвищити ефективність, якість, стійкість і конкурентоспроможність на світовому ринку.» (Інж. Джордж Нвогу, ЛінкедІн) - перекладено на українську [1].

Ще одним підтвердженням цього є пряма цитата, взята з сайту компанії Diasphere – “Building Information Modeling (BIM) has paved a revolutionary pathway in the Oil and Gas industry, encapsulating an array of benefits ranging from enhanced accuracy in drawings to a collaborative work environment. The seamless integration of reality capture processes like 3D laser scanning with BIM has further propelled the accuracy and efficiency in developing as-built documentation for both onshore and offshore facilities.”, “Інформаційне моделювання будівель (BIM) проклало революційний шлях у нафтовій і газовій промисловості, охоплюючи низку переваг, починаючи від підвищеної точності креслень і закінчуючи робочим середовищем для спільної роботи [2]. Повна інтеграція процесів захоплення реальності, таких як 3D-лазерне сканування з BIM, ще більше підвищила точність і ефективність розробки документації як для наземних, так і для морських об'єктів.” – перекладено на українську мову.

Фактично, з цього стає зрозумілим той факт, що на заході значними кроками BIM-технології починають інтегровуватися у роботу нафтогазових компаній, і, що головне, на це є доволі великий попит.

Виклад основного матеріалу. Нафтогазова індустрія в сучасному світі стикається з необхідністю адаптації до стрімких змін технологічного ландшафту. В цьому контексті, впровадження технологій будівельно-інформаційного моделювання (BIM) представляє значущий потенціал для оптимізації та покращення всього циклу розвитку проєктів у галузі. Однак, при

величезному обсязі можливостей, виникають комплексні виклики, такі як визначення оптимальних стратегій впровадження, забезпечення інтеграції з існуючими системами та ефективне керування великим обсягом даних.

Будівельно-інформаційне моделювання (BIM) використовується в нафтогазовій індустрії для оптимізації процесів у всьому життєвому циклі проєктів, включаючи проєктування, будівництво, експлуатацію та керування активами. Ось деякі ключові аспекти використання BIM в цьому секторі [3]:

а) проєктування та проєктний менеджмент. BIM дозволяє інженерам та дизайнерам створювати тривимірні моделі споруд, що спрощує взаємодію між різними командами та допомагає уникнути конфліктів в конструкціях. Він дає можливість використання інтегрованих планів, розкладів та витрат для ефективного керування проєктами;

б) будівництво та монтаж. Застосування BIM дозволяє виробникам здійснювати віртуальне будівництво (Construction Virtualization) для оцінки та керування ризиками на етапі будівництва. Це сприяє ефективному вирішенню питань координації та співпраці між різними підрядниками;

в) експлуатація та керування активами. Створення цифрових дублікатів активів, які дозволяють керувати, планувати та виконувати технічне обслуговування у реальному часі. Також використовують BIM для оптимізації ефективності та стійкості об'єктів під час експлуатації;

г) безпека та здоров'я. Моделі BIM можуть використовуватися для симуляцій та аналізу ризиків щодо безпеки на робочому місці та дозволяють вчасно виявляти потенційні небезпеки;

д) співпраця та звітність. Забезпечення спільного доступу до централізованих BIM-моделей для всіх учасників проєкту. Це зручна система збору даних та формування звітів для різних етапів життєвого циклу проєкту;

е) спрощення ремонтів та модернізацій. Використання BIM для точного планування та виконання ремонтів та модернізацій.

Впровадження BIM в нафтогазовій індустрії призначене для підвищення ефективності, зменшення ризиків та оптимізації керування проєктами та активами, що призводить до забезпечення сталого та конкурентоспроможного розвитку галузі.

Яким є сучасний курс розвитку в нафтогазовій індустрії?

Нафтогазова індустрія проходить через ряд трансформацій та відчутно відзначається з-поміж ключових тенденцій, спрямованих на покращення ефективності, сталий розвиток.

Ось деякі з основних аспектів сучасного курсу розвитку в цій галузі [4]:

1. Дігіталізація та використання технологій. Інтернет речей (IoT): збільшення використання сенсорів та IoT для моніторингу та керування обладнанням та активами.

Штучний інтелект (AI) та Машинне Навчання: застосування AI для прогнозування підходів до ремонтів та обслуговування обладнання.

2. Енергоефективність та сталість. Перехід до відновлювальних джерел енергії (ВДЕ): збільшення інвестицій у відновлювані джерела енергії та зменшення залежності від традиційних джерел.

Зменшення викидів та спрямованість на низький вуглецевий вміст: посилення зусиль щодо скорочення викидів та екологічно чистого видобутку.

3. Стратегічна цифрова трансформація. Використання BIM та цифрових технологій: інтеграція цифрових технологій для покращення керування проєктами та ефективності у всьому життєвому циклі.

4. Гнучкість та реагування на зміни. Агільність та ітеративний розвиток: застосування агільних методологій для ефективного реагування на зміни у вимогах та умовах.

5. Концентрація на інноваціях. Дослідження та розробка: інвестування у нові технології, які можуть підвищити видобуток та знизити витрати.

6. Глобальна енергетична безпека та ринки. Диверсифікація джерел постачання: зменшення залежності від окремих джерел, диверсифікація ринків та підвищення гнучкості в енергетичному портфелі.

Ці тенденції відзначають прагнення галузі до сталого, ефективного та інноваційного розвитку в умовах змінного світового енергетичного ландшафту. Галузь нафтогазу відчуває потребу в постійній адаптації до нових викликів, спрямованих на забезпечення більш сталих та конкурентоспроможних рішень.

Вплив таких технологій на етапи життєвого циклу проектів

Вплив BIM-технологій на етапи життєвого циклу проектів у нафтогазовій галузі є визначальним для стратегічного вдосконалення проектного керування та підвищення стійкості та ефективності.

На етапі проектування та концепції BIM дозволяє візуалізувати і аналізувати концепції в тривимірних моделях, що сприяє кращому розумінню та прийняттю дизайнерських рішень. Під час дизайну та проектування, інтеграція інженерних рішень у єдину BIM-модель полегшує узгодженість та координацію, забезпечуючи ефективне керування проектом [5].

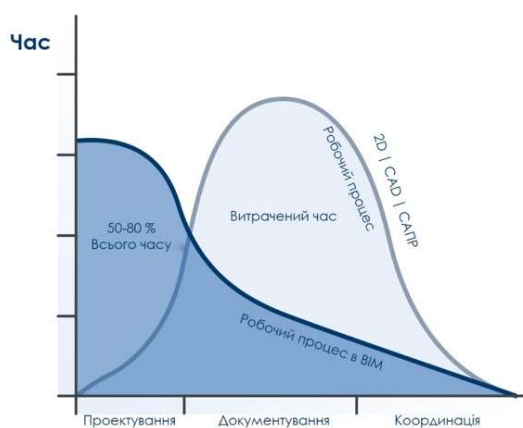


Рис. 1. Часові переваги використання BIM в порівнянні з 2D | CAD | САПР проектуванням [6]

На етапі будівництва та монтажу, віртуальне моделювання допомагає уникнути ризиків та покращити контроль якості та безпеки на будівельному майданчику. У фазі експлуатації, BIM дозволяє легко документувати та обмінюватися інформацією для полегшення технічного обслуговування та моніторингу стану активів. Фактично, на етап проектування в цій технології потрібно виділити найбільше часу, проте його вдається компенсувати на етапах документування та координації. В порівнянні зі стандартним (2D-проектуванням) це дозволяє зменшити загальні часові витрати на проєкт та спростити саму задачу (рис. 1), [6].

Важливий аспект - етап демонтажу та утилізації, де використання BIM дозволяє ефективно оцінювати відновлюваність та вплив на довкілля.

Керування інформацією та архівування забезпечує створення цифрових архівів для подальшого використання та збереження даних.

Впровадження BIM-технологій визначається як стратегічна ініціатива, спрямована на подальше удосконалення керування та забезпечення сталості та ефективності нафтогазових проєктів у їхньому життєвому циклі.

Приклади з міжнародних нафтогазових компаній

Shell використовує BIM для покращення будівництва та демонтажу своїх споруд. Вони вдало інтегрують BIM-технології для віртуального моделювання будівельних процесів, що призводить до зменшення часу будівництва та оптимізації етапу демонтажу [7].

ExxonMobil активно використовує BIM для керування даними під час етапу експлуатації. Вони створюють цифрові архіви, що полегшують технічне обслуговування та забезпечують ефективний моніторинг стану активів, що підвищує ефективність та знижує витрати [8].

BP використовує BIM для концептуалізації проєктів та візуалізації ідеї. Це дозволяє їм швидше приймати стратегічні рішення та забезпечує краще розуміння концепцій серед усіх учасників проєкту [9].

Chevron успішно інтегрує інженерні рішення в єдину BIM-модель під час дизайну та проектування. Це дозволяє їм підтримувати узгодженість та координацію між різними інженерними дисциплінами [10].

Ці приклади свідчать про те, як міжнародні нафтогазові компанії активно використовують BIM-технології для оптимізації різних етапів життєвого циклу своїх проєктів, сприяючи підвищенню ефективності та зменшенню ризиків.

Цифрове моделювання, чи технології BIM (Building Information Modeling), у нафтогазовому секторі виявляє значущі переваги для всього життєвого циклу проєктів, пристосованих до специфічних потреб цієї галузі [11].

Давайте розглянемо детальніше декілька ключових аспектів цих переваг:

1. Ефективне керування проєктами. Інтегрованість 3D-моделей: BIM забезпечує створення інтегрованих 3D-моделей, що дозволяє всім учасникам проєкту працювати з єдиним джерелом даних. Це полегшує

співпрацю та координацію між різними дисциплінами і відділами, що є ключовим для успішного завершення проєкту.

Координація та керування конфліктами: єдині точні дані дозволяють уникнути конфліктів та проблем під час будівництва. Будівельна команда може ефективно вирішувати питання та координувати роботу для підтримки чіткого виконання проєкту.

2. Підвищення точності та якості проєктів. Деталізовані 3D-моделі: BIM дозволяє створювати деталізовані 3D-моделі, в яких враховуються всі аспекти проєкту, від енергоефективності до конструктивних особливостей. Це забезпечує високу точність та якість проєкту, зменшуючи ймовірність помилок.

Віртуальне моделювання та аналіз: інструменти віртуального моделювання дозволяють проводити аналіз різних сценаріїв та оптимізувати проєкт ще до початку будівництва. Це допомагає уникнути непередбачених проблем та забезпечує ефективний дизайн.

3. Зменшення ризиків та витрат. Ідентифікація проблем на етапі проєктування: BIM дозволяє ідентифікувати потенційні проблеми та конфлікти ще до початку будівництва, що допомагає уникнути великих витрат на виправлення помилок під час реалізації проєкту [12].

Зменшення затрат на виправлення помилок: завдяки детальним 3D-моделям та аналізу, будівельні бригади можуть попередньо ідентифікувати проблеми та здійснювати виправлення на етапі планування, зменшуючи витрати на виправлення помилок під час будівництва.

4. Покращення ефективності будівництва. Оптимізація через віртуальне моделювання: BIM дозволяє оптимізувати будівельні процеси та робочі процедури, зменшуючи час будівництва та підвищуючи загальну ефективність.

Точність виконання робіт: за допомогою точних BIM-даних забезпечується відповідність проєкту реальності, що зменшує можливість помилок під час будівництва та покращує якість виконання робіт.

5. Сталість та сталеve виробництво. Віртуальне визначення впливу: BIM дозволяє віртуально визначати вплив на довкілля та оптимізовувати процеси сталого виробництва з огляду на сталість та сталеві конструкції.

Тривале керування активами: після завершення проєкту BIM дозволяє тривало керувати активами, забезпечуючи їх сталість та тривалу експлуатацію.

Цифрове моделювання (BIM) в нафтогазовому секторі привносить значущі переваги, включаючи ефективне керування проєктами через інтегровані 3D-моделі, підвищення точності та якості завдяки деталізованим моделям, зменшення ризиків та витрат завдяки ідентифікації проблем на етапі проєктування, покращення ефективності будівництва через віртуальне моделювання та аналіз, а також сприяє сталості та оптимізації сталого виробництва. Ці переваги роблять BIM ключовим інструментом для оптимізації проєктів у нафтогазовій індустрії.

Перешкоди в інтегруванні BIM-технологій у нафтогазову галузь

Інтеграція BIM-технологій у нафтогазову галузь, хоча і має значущий потенціал, може зіткнутися з деякими потенційними перешкодами. Давайте розглянемо деякі з них [3]:

1. Великий обсяг даних. Проєкти в нафтогазовій галузі можуть бути вкрай об'ємними та складними. Інтеграція великого обсягу даних в BIM може вимагати значних обчислювальних ресурсів та великих зусиль для забезпечення ефективного керування цим обсягом інформації.

2. Стандартизація даних. На відміну від інших галузей, в нафтогазовій індустрії може бути багато різних стандартів та форматів даних. Стандартизація для забезпечення взаємодії між всіма сторонами може бути складним завданням.

3. Велика кількість учасників проєкту. Проєкти в нафтогазовій галузі зазвичай залучають багато учасників, включаючи інженерів, підрядників, постачальників тощо. Керування співпрацею та координація між всіма сторонами може виявитися викликом.

4. Безпека та конфіденційність. В нафтогазовій галузі безпека та конфіденційність даних вкрай важливі. Використання зовнішніх платформ для обміну BIM-даними може підняти питання щодо забезпечення безпеки та витоку конфіденційної інформації.

5. Навчання та прийняття. Впровадження BIM може вимагати значних інвестицій у навчання персоналу та зміну внутрішньої

культури організацій. Деякі фахівці можуть чинити опір новим технологіям.

6. Інтеграція з існуючими системами. Багато компаній вже мають свої власні існуючі інформаційні системи. Інтеграція BIM з цими системами може виявитися складним завданням.

Вирішення цих викликів вимагатиме не лише технологічних рішень, але й стратегічного підходу до впровадження BIM, а також врахування специфіки та потреб нафтогазової галузі.

Вирішення вищевказаних проблем

Для успішної інтеграції BIM-технологій у нафтогазову галузь та подолання потенційних викликів, можна вжити кілька стратегій та підходів. Перш за все, важливо встановити стандарти для обміну даними та забезпечити їх взаємодію між всіма учасниками проєкту. Створення інфраструктури для безпечного обміну даними за допомогою хмарних платформ чи внутрішніх систем, що також є ключовим елементом [13].

Інвестиції у навчання персоналу та надання підтримки на різних етапах впровадження BIM є важливими для досягнення успіху. Додатково, важливо враховувати питання безпеки та конфіденційності даних, використовуючи захищені технології та встановлюючи сувору політику. Запуск пілотних проєктів перед широким впровадженням дозволяє тестувати BIM у реальних умовах та отримувати зворотний зв'язок.

Розробка інтеграційних рішень для легкої взаємодії BIM з існуючими інформаційними системами допомагає забезпечити взаємодію з існуючими структурами. Важливо також створити стратегію впровадження BIM, враховуючи конкретні особливості та потреби компанії чи проєкту. Співпраця у межах галузі та участь у спільних ініціативах сприяє розробці взаємнорозумілих стандартів та підходів. Ці стратегії спільно допомагають подолати виклики та сприяють успішній інтеграції BIM-технологій у нафтогазову галузь [14].

Перспективи та стратегічні напрями розвитку в контексті швидкозмінюваного технологічного ландшафту та вимог сталої розвитку нафтогазової галузі

Розглянемо перспективи та стратегічні напрями розвитку нафтогазової галузі в контексті швидкозмінюваного технологічного ландшафту та вимог сталого розвитку [15].

Цифрова трансформація включає впровадження цифрових технологій, таких як інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та аналітика даних, для оптимізації виробничих процесів та керування.

Зелене енергетичне майбутнє передбачає перехід до відновлюваних джерел енергії та зменшення викидів для відповіді на вимоги сталого розвитку та врахування екологічних аспектів.

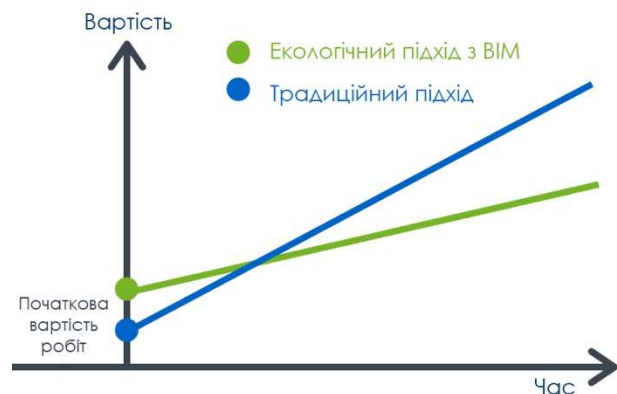


Рис. 2. Порівняння вартості та часу на проведення робіт з екологічним підходом та використання BIM-технологій та з традиційним підходом [16]

Інновації в бурінні та експлуатації включають розвиток та впровадження нових технологій для підвищення продуктивності та ефективного використання ресурсів.

Безпека та захист даних передбачає покращення кібербезпеки та захист важливих даних в умовах росту цифрових технологій.

Гнучкість та ефективність включають розробку гнучких моделей керування для швидкої реакції на зміни та оптимізації виробничих процесів.

Вдосконалення ланцюга постачання передбачає оптимізацію та вдосконалення для забезпечення стійкості у глобальних та локальних умовах.

Співпраця та партнерства включають розвиток стратегічних партнерств для спільної реалізації інноваційних проєктів.

Енергоефективність передбачає створення та впровадження енергоефективних технологій для зменшення витрат та підвищення економічної стійкості.

Таким чином ми можемо довести той факт, що екологічний підхід з BIM-технологіями у нафтогазовій галузі має прямий вплив на економічний фактор (вартість) і за той самий проміжок часу, використовуючи такий підхід,

ми отримуємо набагато меншу вартість виконання таких робіт (рис. 2), [16].

Ці стратегічні напрями враховують важливість технологічних інновацій, сталого розвитку та гнучкості для відповіді на сучасні виклики у нафтогазовій галузі. Їх впровадження сприяє сталому успіху та конкурентоспроможності компаній у цьому секторі.

Висновок. Дослідження впливу BIM-технологій на розвиток нафтогазової індустрії виявило великий потенціал цих інновацій для сектору енергетики. Впровадження цифрових технологій у всі аспекти виробництва, від буріння до експлуатації та керування проектами, не тільки підвищує продуктивність, ефективність та енергоефективність, але й сприяє сталому розвитку та екологічній безпеці галузі.

Актуальність теми полягає в необхідності адаптації нафтогазової індустрії до сучасних викликів, таких як зменшення викидів, підвищення енергоефективності та гнучкіше керування виробництвом. Обрана тема дозволила дослідити переваги цифрових технологій, а також визначити потенційні перешкоди та шляхи їх подолання для впровадження BIM в нафтогазовому секторі.

Аналіз існуючих технологій у бурінні, використання BIM-технологій у нафтогазовій промисловості, а також підходи до керування проектами стали ключовими аспектами дослідження. Розгляд цих тем дозволив виявити необхідність поєднання новітніх методик із сучасними технологіями для досягнення оптимальних результатів.

Усі аспекти роботи, включаючи аналіз технологій буріння, використання BIM та керування проектами, є взаємопов'язаними та спільно спрямованими на досягнення довговічності та конкурентоспроможності нафтогазової галузі в умовах сучасного ринкового середовища.

Дане аналітично-оглядове дослідження підтверджує, що впровадження BIM-технологій у нафтогазовій індустрії відкриває нові можливості для підвищення ефективності виробництва, сприяє зниженню витрат, підвищенню екологічної стійкості та сприяє розвитку сталої енергетичної системи.

Література

1. LinkedIn. URL: https://www.linkedin.com/pulse/unlocking-potential-bim-transforming-oil-gas-epc-ñwògu-mba-pmp--zwfnf/?trk=public_post_main-feed-card_feed-article-content (дата звернення: 15.04.2024).
2. DIASPHERE. URL: <https://diaspherebim.com/service/building-information-modeling-in-oil-and-gas/> (дата звернення: 15.04.2024).
3. Waqar A, Othman I, González-Lezcano RA. Challenges to the Implementation of BIM for the Risk Management of Oil and Gas Construction Projects: Structural Equation Modeling Approach. Sustainability. 2023; 15(10):8019. <https://doi.org/10.3390/su15108019>.
4. Shaocong Pang, Luo Zhao, Yuxiu An, Advanced developments in nanotechnology and nanomaterials for the oil and gas industry: A review, Geoenergy Science and Engineering, Volume 238, 2024, 212872, ISSN 2949-8910, <https://doi.org/10.1016/j.geoen.2024.212872>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949891024002422>).
5. EPCM Holdings. URL: <https://epcmholdings.com/building-information-modeling-in-oil-and-gas/> (дата звернення: 02.03.2024).
6. Fridrich, Jan & Karel, Kubečka. BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2014. 141. 763-767. 10.1016/j.sbspro.2014.05.134.
7. Shell. URL: <https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas.html> (дата звернення: 15.04.2024).
8. ExxonMobil. URL: <https://corporate.exxonmobil.com/who-we-are/technology-and-collaborations/digital-technologies> (дата звернення: 10.06.2024).
9. BP. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/what-we-do/oil-and-gas.html> (дата звернення: 15.04.2024).
10. Chevron. URL: <https://www.chevron.com/what-we-do/technology-and-innovation> (дата звернення: 15.04.2024).
11. Kensek, K., & Nobuyuki, O. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill Professional. 2010.
12. PROFOUNDPROJECTS. URL: <https://profoundprojects.com/services/consultancy/building-information-modeling/> (дата звернення: 02.03.2024).
13. Pinto, J. K., & Slevin, D. P. Critical factors in successful project implementation. IEEE Transactions on Engineering Management, 1987. (1), 22-27.
14. Schwalbe, K. Information Technology Project Management. Cengage Learning. 2018.
15. Alyguliev, Ramiz & Alakbarova, Irada. BIG DATA problem in oil and gas industry: current state and

prospects. INFORMATION TECHNOLOGIES. 2016. 862– 869.

16. PlanRadar. URL: <https://www.planradar.com/ru/bim-tekhnologii-v-stroitelstve/> (дата звернення: 15.04.2024).

References

1. LinkedIn. Available at: https://www.linkedin.com/pulse/unlocking-potential-bim-transforming-oil-gas-epc-nwogu-mba-pmp-zwfnf/?trk=public_post_main-feed-card_feed-article-content (Accessed April 15, 2024).
2. DIASPHERE. Available at: <https://diaspherebim.com/service/building-information-modeling-in-oil-and-gas/> (Accessed April 15, 2024).
3. Waqar A, Othman I, González-Lezcano RA. Challenges to the Implementation of BIM for the Risk Management of Oil and Gas Construction Projects: Structural Equation Modeling Approach. Sustainability. 2023; 15(10):8019. <https://doi.org/10.3390/su15108019>
4. Shaocong Pang, Luo Zhao, Yuxiu An, Advanced developments in nanotechnology and nanomaterials for the oil and gas industry: A review, Geoenergy Science and Engineering, Volume 238, 2024, 212872, ISSN 2949-8910, <https://doi.org/10.1016/j.geoen.2024.212872>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949891024002422>)
5. EPCM Holdings. Available at: <https://epcmholdings.com/building-information-modeling-in-oil-and-gas/> (Accessed March 2, 2024).
6. Fridrich, Jan & Karel, Kubečka. BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2014. 141. 763-767. 10.1016/j.sbspro.2014.05.134.
7. Shell. Available at: <https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas.html> (Accessed April 15, 2024).
8. ExxonMobil. Available at: <https://corporate.exxonmobil.com/who-we-are/technology-and-collaborations/digital-technologies> (Accessed June 10, 2024).
9. BP. Available at: <https://www.bp.com/en/global/corporate/what-we-do/oil-and-gas.html> (Accessed April 15, 2024).
10. Chevron. Available at: <https://www.chevron.com/what-we-do/technology-and-innovation> (Accessed April 15, 2024).
11. Kensek, K., & Nobuyuki, O. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill Professional. 2010.
12. PROFOUNDPROJECTS. Available at: <https://profoundprojects.com/services/consultancy/building-information-modeling/> (Accessed March 2, 2024).

13. Pinto, J. K., & Slevin, D. P. Critical factors in successful project implementation. IEEE Transactions on Engineering Management, 1987. (1), 22-27.

14. Schwalbe, K. (2018). Information Technology Project Management. Cengage Learning.
15. Alyguliev, Ramiz & Alakbarova, Irada. BIG DATA problem in oil and gas industry: current state and prospects. INFORMATION TECHNOLOGIES. 2016. 862– 869.
16. PlanRadar. Available at: <https://www.planradar.com/ru/bim-tekhnologii-v-stroitelstve/> (Accessed April 15, 2024).

Danyliuk N.Y., Cheverda A.M. Assessment of the impact of BIM technologies on the development course of the oil and gas industry

This scientific article provides a comprehensive analysis of the impact of Building Information Modeling (BIM) technologies on the modern course of development in the oil and gas industry, highlighting the significance of implementing these technologies across various aspects of the sector. The article examines both current and future challenges faced by the oil and gas industry amid increasing project complexity and stringent efficiency and environmental sustainability requirements. Special attention is given to analyzing the impact of BIM on all stages of project life cycles, from conceptual design and planning to construction, operation, and asset management. The study reveals how digital technologies contribute to improving forecasting accuracy, optimizing resources, reducing costs, and mitigating risks during project implementation in the oil and gas sector. Additionally, it explores the integration of BIM with traditional project and asset management processes in the industry, as well as its potential to achieve more sustainable and efficient operations. Furthermore, the study examines how the use of BIM enhances occupational safety, monitors the technical condition of assets, and ensures compliance with environmental regulations—an aspect of increasing importance in today's global agenda. A separate section is dedicated to analyzing potential obstacles to BIM implementation, including technological, organizational, and financial barriers, and discussing strategies for overcoming them through business process adaptation and workforce upskilling. The study identifies key challenges such as the high cost of adopting new technologies, the necessity for corporate culture changes, and the integration of BIM with existing digital platforms. At the same time, the research underscores the importance of a strategic approach to BIM implementation, which should include the development of a regulatory framework, the advancement of educational programs for industry professionals, and the introduction of continuous performance monitoring systems. The article provides detailed recommendations for the strategic implementation of BIM in the oil and gas sector, considering the rapid advancement of

technologies and changes in the regulatory landscape. It also highlights possible future development paths for this technology, its role in ensuring the resilience and efficiency of oil and gas projects, and its contribution to fostering a more transparent and integrated approach to asset management. Additionally, the prospects of using BIM in combination with other cutting-edge technologies such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and Big Data are explored, enabling the creation of digital twins of assets and real-time performance forecasting. Ultimately, the article presents a vision for the future of the oil and gas industry in the context of active BIM technology adoption, expanding the boundaries of possibilities for this critically important sector. The study's findings may be valuable to researchers, engineers, business leaders, and government organizations involved in developing strategies for the oil and gas sector's growth, aiming to enhance its efficiency and global competitiveness.

Keywords: *BIM technologies, oil and gas industry development course, information management, technology impact, digital transformation, innovation, optimization.*

Данилюк Назарій Ярославович – аспірант кафедри нафтогазового обладнання, спеціальності галузеве машинобудування, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, м.Івано-Франківськ, d.nazariy97@gmail.com.

Чеверда Андрій Мирославович – аспірант кафедри нафтогазового обладнання, спеціальності галузеве машинобудування, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, м.Івано-Франківськ, cheverda.andriy@gmail.com.

Стаття подана 15.02.2025.