

В.А. МУЗАЛЬОВА, гол. інж.-програміст, відділ віртуальних систем, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна, dep190@irtc.org.ua

Н.В. МАЙДАНЮК, молодший науковий співробітник, відділ віртуальних систем, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Україна, dep190@irtc.org.ua

ЦИФРОВА БІЗНЕС-МОДЕЛЬ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто цифрову бізнес-модель промислового підприємства як основи сучасного цифрового виробництва. Представлено послідовність структурних та технологічних змін у ланцюгу створення вартості, що були викликані переходом до цифрового виробництва і новим методам керування. Розроблено модель інформаційно-аналітичної платформи як сукупність підсистем, які забезпечують інтеграцію всієї інформації про продукцію, що випускається, в єдиній системі.

Ключові слова: цифрова економіка, бізнес-модель підприємства, цифрове виробництво, цифровізація бізнес-процесів, цифрова трансформація, цифрова платформа.

Вступ

Сучасні тенденції переходу економіки на новий технологічний рівень потребують зміни актуальних підходів до організаційного, економічного та інформаційного забезпечення виробництва. На промислових підприємствах активізуються процеси автоматизації та роботизації, удосконалюються процеси керування, що спираються на можливості оперативного обміну інформацією в режимі реального часу між організаційними структурами підприємства та навколишнього середовища.

Останнім часом прогресивне людство переживає чергову індустріальну революцію, яка передбачає децентралізацію виробничого процесу та об'єднання фізичного виробництва з інтелектуальними цифровими технологіями.

Це означає, що продукт, який випускається в процесі виробництва, активно взаємодіє з технологічним обладнанням, системами логістики й іншими об'єктами інфраструктури. Це дає змогу в режимі он-лайн оптимізувати виробничий процес, в залежності від поточної ситуації вносити корективи до плану виробництва. Відбувається цифрова трансформація економіки та виробництва.

Цифрова економіка — це сучасний тип економіки, що характеризується переважною роллю інформації та знань як визначених ресурсів у сфері виробництва матеріальних продуктів і послуг, а також активним застосуванням цифрових технологій зберігання, обробки та передачі інформації [1].

Цифрова економіка передбачає перехід від комп'ютерних технологій до інформаційних і телекомунікаційних; перебудову інфра-

структури, технологій і методів організації керування виробництвом.

Під цифровими технологіями тут слід розуміти технології, пов'язані зі створенням, збиранням, обробкою, зберіганням і передачею інформації на основі цифрових систем.

У рамках промислової революції створюються цифрові «розумні» підприємства, які оснащуються кіберфізичними системами. Світ вступає в епоху цифрового бізнесу, який характеризується високим рівнем технологій, комунікацій, штучного інтелекту та «розумних» речей.

Мета роботи — здійснити порівняльний аналіз традиційних бізнес-моделей, заснованих на процесному підході керування промисловим підприємством, і платформових цифрових бізнес-моделей, в основі яких лежить цифровізація бізнес-процесів протягом усього ланцюжка створення доданої вартості, а також розробка цифрової функціональної інформаційно-аналітичної платформи як системи нового покоління та нової цифрової бізнес-моделі для промислового виробництва.

Метод дослідження засновано на підході до бізнес-процесного моделювання, ідея якого полягає в тому, що всю діяльність підприємства можна представити у вигляді взаємопов'язаних дій, які перетворюють ресурси, що надходять, у заданий результат.

Бізнес-модель підприємства

Бізнес-модель — це опис підприємства як складної системи — у формі набору запланованих дій (які називають бізнес-процесами) із заданою точністю, в рамках якої відображаються всі об'єкти (сутності), процеси, правила виконання операцій, наявна стратегія розвитку, а також критерії оцінки ефективності функціонування системи [2].

Будь-яке підприємство можна представити у вигляді сукупного набору взаємопов'язаних між собою бізнес-процесів, які відображають реально існуючу або передбачувану діяльність

підприємства, та забезпечують досягнення цілей організації.

Бізнес-процес — це регулярно повторювана дія (операція, процедура тощо), яка виконується за допомогою ресурсів і механізмів, для досягнення визначеного результату, що має цінність для користувача. Чим ефективнішими є бізнес-процеси, тим конкурентоспроможнішим стає підприємство, і, як наслідок, — вищим його прибуток [3].

Процес — це ланцюжок робіт (операцій, функцій), які перетворюють вихідний матеріал або інформацію на кінцевий продукт (послугу) відповідно до попередньо встановлених правил, які диктують порядок виконання роботи, терміни виконання окремих функцій тощо [3].

Процесний підхід до керування й аналізу діяльності підприємства засновано на виокремленні та розгляді його бізнес-процесів, кожен із яких відбувається у взаємозв'язку з іншими бізнес-процесами підприємства або зовнішнім середовищем. У порівнянні з функціональним підходом, де керування здійснюється організаційними підрозділами, які відповідають за певну функцію, процесний підхід об'єднує ці функції на основі поняття «створення цінності для клієнта» [3].

Бізнес-модель є гарним інструментом оцінки ефективності виробничих процесів й організації менеджменту. Вона забезпечує цілісне уявлення про діяльність підприємства і про стан внутрішнього середовища. Це — новий інструмент проектування і планування бізнес-процесів. Він спрямований на пошук найефективніших рішень задля отримання прибутку. Процес побудови бізнес-моделей отримав потужний поштовх у зв'язку з масовим розвитком електронної комерції.

Технології електронного обміну даними

Технології електронного обміну інформацією перетворилися на розвинені технології, підкріплені програмними й апаратними засобами.

Електронний бізнес, що спирається на можливості *Internet*, спричинив перебудову різних бізнес-процесів на виробництві, а також між виробництвом і замовниками. Для електронного бізнесу немає часових і географічних бар'єрів. Він оптимізує бізнес-процеси завдяки скороченню непродуктивних витрат і підвищенню швидкості виконання робіт [4].

Технології електронного обміну даними дають змогу по-новому розглядати розвиток бізнесу. У бізнесі почали відбуватися інтеграційні процеси: від конкуренції та ринкових відносин до кооперації та тіснішого співробітництва та взаємодії.

Електронний обмін даними зумовлює перебудову методів ведення справ компаній з іншими компаніями, партнерами, постачальниками та замовниками. Змінюються порядок і темпи розробки та проектування нових продуктів. Відбувається інтеграція постачальників, підрядників та партнерів. Підприємства отримують можливість розширювати географію своєї діяльності та збільшувати число кінцевих користувачів, а кінцеві користувачі – самостійно розміщувати свої замовлення та встановлювати умови й терміни доставки. Бізнес-процеси стають ощадливішими та швидшими, а підприємства, що раніше за інших перейшли на електронний бізнес, отримують переваги перед рештою.

Ідеться про те, що для підприємства створення ефективної електронної бізнес-моделі поліпшить спільну роботу багатьох підрозділів організації з навколишнім середовищем. В основі створення моделі лежать сучасні технології електронного обміну даними.

Цифрове розумне підприємство

Перехід до цифрової форми бізнесу спричинив створення так званих «цифрових розумних підприємств». Уперше термін «цифрове підприємство» з'явився у книжці «*Being Digital*» директора *MIT Media Lab* Ніколаса Негропonte, яка вийшла ще в 1996 р., однак

підійти до практичної реалізації ідеї цифрового підприємства вдалося лише зараз, завдяки розвитку відповідних технологій.

Цифрове розумне підприємство — це інтеграція кіберфізичних систем, Інтернету, Інтернету речей, високотехнологічного обладнання, інтелектуальних інформаційних технологій у виробничий процес разом з глобальним охопленням потенційних клієнтів [5].

Розумне підприємство є автоматизованішим, гнучкішим та динамічнішим, воно має складнішу структуру, яка потребує системного підходу до керування ним. Необхідні структурні перетворення впливають на всі виробничі процеси, такі як планування виробництва, розробка нових продуктів, логістика, планування ресурсів підприємства, керування виробництвом, керування технологічними процесами. Знаходять застосування новітні інтелектуальні інформаційні технології та високопродуктивні телекомунікаційні технології. Це забезпечує появу єдиного цифрового простору та його горизонтальну інтеграцію крізь весь виробничий ланцюжок нарівні з вертикальною інтеграцією всіх рівнів виробництва.

На підприємствах із цифровим виробництвом великі обсяги даних мають збиратися й передаватися сенсорами та датчиками, кількість яких росте у відповідності зі складністю виробничих процесів. Оскільки персонал уже не в змозі впоратися з оперативною обробкою цих даних із тією ж швидкістю, що й комп'ютери, то виробниче автоматизоване обладнання повинно мати можливість взаємодії між собою, що робить гнучкішими, ефективнішими та рентабельнішими логістичні та виробничі процеси.

Цифрове виробництво потребує організації комплексної інформаційної мережевої бездротової взаємодії компонентів, безперервного збирання даних від різних сенсорів та датчиків, обміну інформацією з метою ідентифікації складних подій і критичних станів, їх аналізу й інтерпретації на основі наявної ситуації, а також планування подальших дій [6].

Датчики, встановлені на транспортних засобах і виробничому обладнанні мають транслювати в реальному масштабі часу дані про робочі процеси, а комп'ютерні аналітичні системи на основі алгоритмів штучного інтелекту — обирати оптимальні режими роботи. Поточна інформація від обладнання має передаватися до єдиної системи автоматизованого керування з метою аналізу ситуацій та вироблення рішень щодо регулювання роботи підприємства як єдиного цілого та можливої інформаційно-керівної інтеграції з іншими виробничими, транспортними та сервісними організаціями, які задіяні в забезпеченні життєвого циклу виробів.

Обладнання, оснащене цифровими сенсорами та датчиками, уможливує реєстрування процесів виробництва з високою точністю, й на основі отриманої інформації вмонтовані процесори дають змогу самостійно ухвалювати рішення незалежно від центральної системи керування виробництвом у поточній ситуації в рамках делегованих повноважень.

Однією з головних складових подібних виробництв є мережа передавання даних. Це дротові та бездротові інтерфейси, які використовуються для віддаленого керування та моніторингу. Усі об'єкти, включені до загальної мережі, можуть обмінюватися даними, ініціювати ті чи інші дії та керувати один одним. Це дає змогу спростити модернізацію виробничих процесів, проектування, ланцюжки постачання, використання матеріалів та керування життєвим циклом. На таких підприємствах можна реалізувати виробничі процеси будь-якої складності, при цьому звести до мінімуму ризик збоїв і забезпечити ефективне створення «розумних» продуктів.

Використання глобальних мереж уможливує відслідковування «розумних» продуктів протягом всього циклу виробництва в режимі реального часу. Інколи вони навіть зможуть практично автономно контролювати процес свого виробництва, забезпечуючи

оптимізацію цих етапів з погляду логістики, обслуговування та інтеграції з рештою процесів підприємства. Також надалі в будь-який момент можна буде інтегрувати в «розумну» продукцію деякі сервісні функції й задати специфічні параметри конструкції, формування замовлення, планування виробництва, експлуатації та утилізації, що особливо важливо під час випуску невеликих партій товару.

Цифрове підприємство спирається на нову обчислювальну інфраструктуру, основою якої є Інтернет речей, штучний інтелект, роботизація, хмарні обчислення, аналітика великих даних. Ці революційні технології дають підприємствам змогу змінювати бізнес-моделі та створювати нові продукти й послуги.

Цифровізація бізнес-процесів

Поняття цифровізації підприємства пов'язано з впровадженням нових технологій, які стали доступними для бізнесу останніми роками. Цифровізація передбачає наявність єдиного інформаційного простору для безперервного обміну даними між різними сферами діяльності та структурними підрозділами. Це досягається за допомогою зміни наявних бізнес-моделей та впровадження сучасних інформаційних технологій [7]. При цьому потрібно відрізнити цифровізацію бізнес-процесів від автоматизації.

Автоматизація — це перенесення бізнес-процесів до електронних систем для зберігання та обміну даними в наявному вигляді, так, як вони працюють в організації. Вона дає змогу перенести частину задач із персоналу на програмні рішення, що становить перший етап цифровізації. Так можна домогтися певного зростання ефективності, залишаючись при цьому в рамках традиційної бізнес-моделі, продовжуючи випускати традиційні продукти й надавати традиційні послуги.

Цифровізація — це наступний етап, на якому відбувається оптимізація бізнес-процесів з адаптацією до інструментів і технологій цифрової економіки. Це підхід до використання

цифрових ресурсів для перебудови (реформування) роботи підприємства. Він передбачає перевизначення, тобто нове трактування технологій і бізнес-процесів для вдосконалення робочого середовища співробітників, взаємодії із замовниками, постачальниками та іншими учасниками діяльності сучасного підприємства. Цифровізація бізнес-процесів зменшує кількість кроків, які потрібні для виконання конкретної задачі, скорочує обсяг роботи з документами та вплив людського фактору, дає змогу запобігти помилкам, які виникають внаслідок втоми та неувважності. Сучасні технології стирають звичні межі між ринками та визначають нові бізнес-моделі.

Цифровізація сучасного виробництва, формування систем доступу клієнтів на всіх стадіях створення та виробництва продукції робить необхідним інтеграцію підприємства в активне інформаційне середовище, в якому перебувають й інші підприємства, які фактично або потенційно взаємодіють одне з одним у системі «постачальник — покупець», «замовник — виконавець».

Цифрова трансформація

Наступний етап розвитку бізнесу — цифрова трансформація, яка передбачає якісну зміну всієї бізнес-моделі, починаючи від стратегії підприємства й закінчуючи цифровізацією виробничих процесів. Цифрова трансформація насамперед означає нові бізнес-процеси, організаційні структури, регламенти, нові технології та моделі. Ключовий процес цифрової трансформації — керування даними. Дані є центральним елементом цифрової трансформації, її кровоносною системою. Цифрова трансформація виступає як інтеграція розумних даних у всі сфери нашого життя.

На цифрову трансформацію бізнесу впливають три основні фактори [8]:

- поява нових цифрових технологій, які дають змогу суттєво розширювати масштаби ринку без значних капітальних вкладень, скорочувати транзакційні витрати, прискорювати процес обслуговування тощо;

- зростаючі потреби клієнтів, що бажають заглибитися у світ цифрових технологій;

- дії цифрових конкурентів, які змушують всі підприємства переходити на цифрові стандарти для того, щоб утриматися на ринку.

Перехід до цифрової економіки веде до реконструкції всього бізнесу та до появи нових бізнес-моделей.

Цифрова трансформація підприємства передбачає використання всього спектру сучасних інформаційних технологій для кардинального підвищення продуктивності та цінності підприємств. Тобто, кардинальне підвищення продуктивності, конкурентоспроможності та цінності підприємства сьогодні можливе за паралельного проведення оцифрування бізнес-процесів та фундаментального реінжинірингу їх. Цифрова трансформація — це перехід підприємств до цифровому бізнесу через зміну культури організації та впровадження нових інформаційних технологій, які розширюють межі організації. Цифрова трансформація включає в себе не лише оптимізацію бізнес-процесів за допомогою інформаційних технологій, а й розробку нових ідей і нових бізнес-моделей.

Цифрова трансформація — це процес інтеграції цифрових технологій у всі аспекти бізнес-діяльності, що потребує внесення докорінних змін у технології, культуру, операції та принципи створення нових продуктів і послуг. Для максимально ефективного використання нових технологій та оперативного впровадження їх у всі сфери діяльності людини підприємства мають відмовитися від попередніх устоїв і цілковито перетворити процеси та моделі роботи. Цифрова трансформація вимагає зміщення акценту на периферію підприємств і підвищення гнучкості центрів обробки даних, які повинні підтримувати периферію. Цей процес також означає поступову відмову від застарілих технологій, обслуговування яких може дорого коштувати підприємствам, а також зміни культури, яка тепер має підтримувати прискорення процесів, що забезпечуються цифровою трансформацією [9].

Повна трансформація промисловості включає інтеграцію складного фізичного обладнання із мережевими датчиками, програмним забезпеченням та людьми. Якщо раніше у виробництві розглядалася лише оптимізація його окремих фаз або етапів, то сьогодні в рамках цифрової трансформації та створення цифрового підприємства аналізується наскрізний процес, який включає не лише суто виробничі етапи від ідеї, розробки, проектування, закупок до виготовлення продукції, а й супутню фінансову діяльність, роботу кадрів, логістики, підтримку партнерської мережі, субпідрядників та інше. Адже головні цілі цифрової трансформації — це прискорення швидкості ухвалення рішень, збільшення варіативності процесів відповідно до потреб і особливостей клієнта, зниження кількості залучених до процесу співробітників (тобто ланцюжків ухвалення рішень і створення вартості). Загалом соціальність, мобільність, аналітика та «хмари» є фундаментом, на якому будується цифрове підприємство. І цілком логічно, що при цьому отримується потенційно вищий рівень продуктивності праці, спільної роботи, кооперації, контролю, підтримки та, відповідно, прогнозованості результату роботи. А терміни та вартість запуску нових продуктів знижується іноді в кілька разів. Усе це робиться задля збільшення прибутку, конкурентоспроможності та ринкової вартості підприємства.

Будь-яка стратегія цифровізації містить дві складові: внутрішню та зовнішню. Зовнішня означає трансформацію найрізноманітніших процесів і форм взаємодії з клієнтами, партнерами, постачальниками, регуляторами тощо. Внутрішня — означає трансформацію відповідних виробничих, керівних, адміністративних та інших процесів.

Цифрове підприємство передбачає цифровізацію й інтеграцію процесів у рамках всього підприємства і вертикальну, й горизонтальну. Вертикальна інтеграція починається від розробки продуктів та закупок і закінчується виробництвом, логістикою та обслуговуванням у процесі експлуатації. Сво-

єю чергою, горизонтальна інтеграція цифрового підприємства виходить за рамки внутрішніх операцій і охоплює постачальників, користувачів і всіх ключових партнерів у всьому ланцюжку створення вартості. Тут використовуються різноманітні технології: від пристроїв слідкування та контролю до комплексного планування, інтегрованого з виконавцем у режимі реального часу. Усе це робиться на базі відповідної цифрової платформи й усе разом складає так звану цифрову екосистему цифрового підприємства.

Цифрова платформа

Якщо дивитися на цифрову економіку з точки зору нових бізнес-моделей, то головною ідеєю є перехід від продуктової до сервісної моделі. На сьогодні старі неефективні бізнес-моделі змінюються новими моделями, які відповідають запитам сучасних користувачів. З появою мобільних пристроїв і розвитком мобільних додатків дедалі більшу популярність набирають так звані «платформні бізнес-моделі». Платформні бізнес-моделі, що виникли нещодавно, створюють цінність для клієнтів завдяки використанню цифрових технологій, які уможливають взаємодію різних учасників у реальному часі за допомогою використання електронно-цифрових каналів зв'язку, що забезпечують рівний доступ усіх учасників до інформації та її достовірності [11].

Основними характеристиками платформних бізнес-моделей вважають [10, 11]:

- часовий критерій — безпосередня (без посередників-агентів) взаємодія учасників ринкових стосунків у режимі реального часу;
- фінансовий критерій — низькі транзакційні витрати взаємодії користувачів платформи;
- просторовий критерій — відсутність бар'єрів входу до системи. У традиційних бізнес-моделях є фактори, які обмежують можливість ефективної взаємодії учасників ринку, наприклад, державні обмеження;
- залучення клієнта до виготовлення продукції на всіх етапах життєвого циклу продукту/послуги;

- використання інформації як комерційного об'єкта;
- перехід від продуктової до сервісної моделі.

Під цифровою платформою розуміється сукупність цифрових даних, моделей (логіки, алгоритмів) та інструментів (методів, засобів), інформаційно й технологічно інтегрованих в єдину автоматизовану функціональну систему, призначену для кваліфікованого керування цільовою предметною областю з організацією взаємодії зацікавлених суб'єктів [6]. Навколо кожної цифрової платформи зароджується відповідна екосистема цифрового підприємства, яка включає в себе постачальників ресурсів і комплектуючих, користувачів, а також сервісні й експлуатаційні служби. Важливо також, що при цьому всі дані про операційні процеси, ефективність процесів, керування якістю та операційне планування доступні в режимі реального часу в інтегральній мережі цифрового підприємства. Цифрова платформа передбачає розробку та впровадження комунікаційної платформи, яка дасть змогу інтегрувати всі інформаційні й технологічні системи та пристрої підприємства в єдиний виробничий організм, що, своєю чергою, забезпечить чітку взаємодію між компонентами загальної системи.

Цифрова платформа — це ключовий елемент цифрової трансформації. Це система нового покоління, нова бізнес-модель виробництва, що являє собою інтегровану інформаційну систему, покликану забезпечити багатосторонню взаємодію користувачів з обміну інформацією задля оптимізації бізнес-процесів, зниження загальних транзакційних витрат, підвищення ефективності ланцюжків поставок товарів і надання послуг.

Процеси керування виробництвом, якістю, постачанням і запасами, складами, ремонтом, збутом і транспортуванням буде об'єднано на базі єдиної платформи. Доступ до інформації з усіх виробничих дільниць здійснюватиметься через зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, доступний на будь-яких пристроях, включно планшетами та смартфонами [1].

Інформаційно-аналітична Платформа (ІАП) — готове універсальне середовище для розміщення аналітичних бізнес-додатків, орієнтованих на розв'язання конкретних інформаційно-аналітичних задач користувачів системи. ІАП здійснює агрегацію вхідної інформації з різних джерел; виконує аналітичні, прогнозні роботи; створює інтерактивні звіти для прийняття оптимальних керівних і бізнес-рішень. В інфраструктуру ІАП закладено принципи вертикальної та горизонтальної масштабованості, а також можливість розширення складу вирішуваних системою бізнес-задач.

Цифрові технології та цифрові платформи — це основа нових бізнес-моделей, що дають змогу в режимі реального часу надавати аналітикову необхідну інформацію для ухвалення виважених рішень.

Є багато підходів до опису підприємства. Розглянемо функціональну платформову модель промислового підприємства як сукупність взаємно пов'язаних підсистем [12]: підсистема збору та доставки даних; підсистема інтеграції даних; підсистема зберігання даних — сховище даних (СД); підсистема ведення метаданих; аналітична підсистема — *Business Intelligence (BI)*; підсистема взаємодії з користувачем; підсистема хмарного доступу; підсистема адміністрування. Виокремлення саме цих підсистем пояснюється еволюційним розвитком цифрових технологій та їхнім впливом на внутрішню інфраструктуру підприємства. Основні функції такої платформи полягають у збиранні даних і реалізації автоматичної обробки їх усіма учасниками екосистеми в рамках наскрізних процесів, у подальшому здійсненні інтеграції та аналізу даних і надаванні їх конкретним користувачам як користувальницьких додатків у будь-який момент часу.

Підсистема здійснює інтенсивний двосторонній інформаційний обмін з обліковими системами, а також із великим різноманіттям зовнішніх систем постачальників, покупців тощо. Функціонально такі платформи охоп-

люють і бізнес-процеси вищого рівня, і виробничі процеси, а також процеси керування створюваними продуктами та сервісами протягом усього їхнього життєвого циклу. Масштабована архітектура платформи дає змогу гнучко налаштувати функціонал для конкретного користувача. Система уможливає використання імітаційних математичних моделей для аналізу даних, які збираються з підключених об'єктів керування. За великого обсягу накопичених даних це дає змогу будувати прогнози з високою точністю та рівнем деталізації, а також здійснювати аналіз за виробничими, фінансовими та іншими критеріями. Наскрізна автоматизація, що базується на використанні таких платформ, уможливає глибоку оптимізацію бізнес-процесів і досягнення сумарного економічного ефекту, що на порядок перевищує витрати на модернізацію підприємства.

Розгляньмо основні підсистеми, що складають цифрову інформаційно-аналітичну платформу. Цей список може бути розширений відповідно до конкретних користувачів підприємства й індивідуальних особливостей виробництва (рисунок).

Підсистема збирання та доставки даних

На сьогодні для прийняття ефективних і своєчасних рішень з'явилася потреба у використанні структурованих, слабкоструктурованих, а також неструктурованих даних у формі текстів, графіків, образів. Усі ці дані можуть бути отримані з двох типів джерел: внутрішніх і зовнішніх.

Внутрішні джерела являють собою дані з успадкованих від *OLTP* та інших локальних систем.

Зовнішні джерела являють собою дані, які стосуються організацій та процесів, які відбуваються назовні підприємства. Дані можуть бути зібрані із зовнішніх джерел, таких як бізнес-партнери, Інтернет-ресурси, дані про дослідження ринку, демографічні дані тощо.

Автоматичне введення первинних даних у систему відбувається завдяки інтеграції з датчиками та промисловими контролерами або із спеціалізованими платформами, що збирають із них дані, і це значно поліпшує якість та оперативність надходження даних. Для зв'язку пристроїв використовуються і дротові, і бездротові мережі. Дані, вилучені із систем джерел, потрапляють у зону тимчасового зберігання. Вона є проміжним шаром між джерелами даних і зоною постійного зберігання. У цій зоні зберігаються вилучені з операційних систем-джерел дані, здійснюється їхня очистка, трансформація, збагачення, підготовка до завантаження в зону постійного зберігання — сховище даних.

Підсистема інтеграції даних

Інтеграція даних є складовою частиною інформаційної інфраструктури ІАП. Зібрані з різних джерел дані розміщуються у сховищі даних (СД), яке використовується для цілей аналізу та підготовки звітності за допомогою систем бізнес-аналізу *BI*.

У багатьох задачах аналізу (наприклад, прогнозування) потрібно використовувати дані з визначеним ступенем узагальнення. ІАП здійснює інтеграцію даних з різних джерел. Безперервний потік вхідних даних автоматично агрегуються відповідно до параметрів налаштування сховища даних. Якби агреговані дані не містилися у СД, а обчислювалися в процесі виконання запитів, то час виконання запиту збільшився б у кілька разів.

Зазвичай агрегуванню підлягають числові дані, вони обчислюються і зберігаються в СД разом із деталізованими даними. Той самий набір деталізованих даних може породити декілька наборів агрегованих даних.

Для забезпечення ефективності оброблених запитів і забезпечення задовільного часу відгуку на них, часто використовувані агреговані показники розраховуються заздалегідь і включаються до складу сховища.

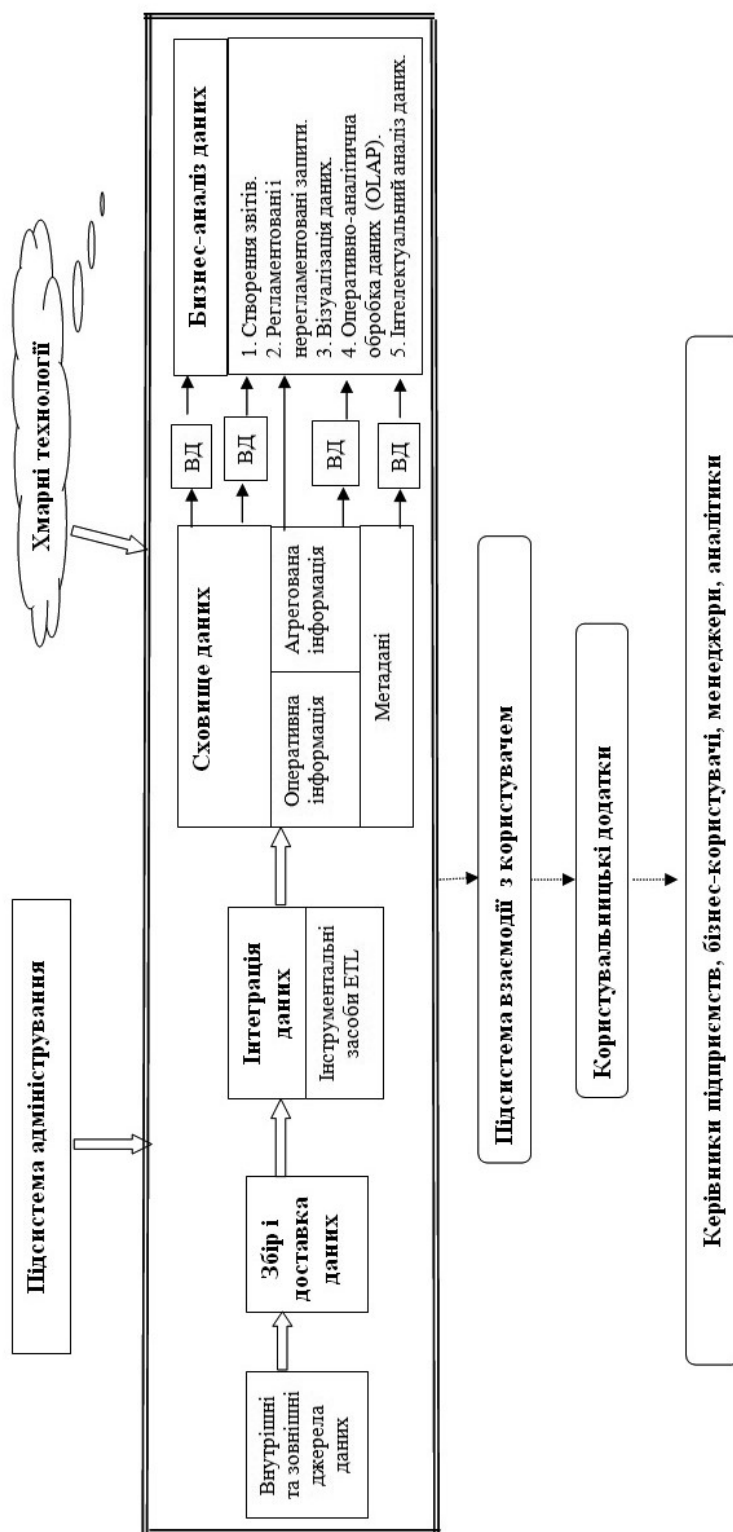


Рис. Інформаційно-аналітична платформа цифрового промислового підприємства

Задачі вилучення даних із різних джерел, їхнє узгодження, перевірки, агрегування та здійснення інших перетворень зазвичай вирішуються з використанням спеціальних інструментальних засобів, які об'єднуються під загальною назвою *ETL*-засоби. Перетворення даних відбувається відповідно до вимог і правил бізнес-моделі:

- очищення даних — усунення непотрібної інформації;
- агрегація даних — обчислення сум, середніх значень;
- трансформація — перетворення типів даних, реорганізація структур зберігання;
- об'єднання даних із зовнішніх та внутрішніх джерел — приведення до єдиних форматів;
- синхронізація — відповідність одному моменту часу.

Застосування технології *ETL* (*Extract, Transform, Load*) дає змогу з великого масиву даних вибрати тільки необхідні та привести їх до зручнішого для наступного аналізу виду, щоб керівники й аналітики могли ефективніше їх використовувати. Тож якість інформації в СД стає суттєво вищою, ніж у системах-джерелах, що уможливує використання сховища різними користувачами як єдиного джерела достовірної інформації.

Підсистема зберігання даних — сховище даних

Створення сховища даних передбачає реалізацію єдиного інтегрованого джерела даних для проведення аналізу.

Сховище даних — одна з головних ланок архітектури будь-якої ІАП — є основою зберігання аналітичної інформації. Мета сховища — забезпечити цілісність і підтримувати хронологію різних даних. Воно є основним джерелом для всебічного аналізу всієї наявної в організації інформації. Основна задача СД — перетворення накопичених архівів даних у джерело нових знань. СД не орієнтовано на розв'язання якої-небудь певної функціональної аналітичної задачі [13].

Технологія СД є вельми актуальною для сучасних підприємств у зв'язку із швидким укрупненням підприємств внаслідок їхнього злиття, а також розвитку регіональної мережі. В основі концепції Сховищ Даних лежать дві ідеї:

- Узгодження та, можливо, інтеграція раніше роз'єднаних деталізованих даних (історичні архіви, дані з традиційних баз даних, дані із зовнішніх джерел). Оперативні джерела даних, як правило, розробляються в різний час і з використанням різного інструментарію. Це приводить до того, що ті самі об'єкти описуються по-різному. Інтеграція даних у СД дає змогу подолати цю проблему, приводячи дані до єдиного формату.

- Розділення наборів даних, що використовуються для операційної обробки, і наборів даних, що використовуються для рішення задач аналізу. Таке розділення уможливує оптимізацію і структури даних оперативного зберігання для виконання операцій вводу, модифікації, видалення та пошуку, і структури даних, які використовуються для аналізу (для виконання аналітичних запитів) [14].

Отже, сховище даних — це спеціальним засобом систематизована та відфільтрована інформація, отримана з різнорідних джерел (бази даних облікових систем, маркетингові дані, думки клієнтів, дослідження конкурентів тощо) й необхідна для ухвалення стратегічно важливих рішень у діяльності підприємства.

Зібрана в СД інформація дає змогу аналізувати поточний стан підприємства; прогнозувати поведінку різних показників й автоматично відслідковувати критичні події, що відбуваються або насуваються; прогнозувати на основі виявлених взаємозв'язків поведінку одних показників залежно від значення інших, тощо. Внаслідок такої аналітичної роботи над СД керівник чи менеджер може або ухвалити певне керівне рішення, або передбачити виникнення критичних ситуацій.

Поряд зі сховищами даних широке застосування мають також Вітрини даних (ВД). Тоді як дані у сховищі здебільшого використовуються для підтримки різних потреб

усієї організації загалом, ВД призначені для підтримки аналітичних потреб конкретних бізнес-функцій.

Підсистема ведення метаданих

Слово «метадані» буквально перекладається як «дані про дані». Метадані в широкому розумінні необхідні для опису значень і властивостей інформації з метою кращого її розуміння, використання та керування нею.

З погляду ІТ-технологій метадані — це будь-яка інформація, необхідна для аналізу, проектування, побудови, впровадження та застосування комп'ютерної інформаційної платформи. Одне з основних призначень метаданих — підвищення ефективності пошуку. Пошукові запити, які використовують метадані, уможливають виконання складних операцій з фільтрації та відбору даних. У контексті технологій СД метадані можна визначити так:

Метадані — засоби високого рівня для відображення інформаційної моделі та опису структури даних, що використовується в СД. Метадані відіграють роль довідника даних. Вони включають термінологію предметної області; відомості про джерела даних; відомості про алгоритми обробки вихідних даних; опис структури даних сховища та структури даних імпортованих джерел; інформацію про структуру процесів *ETL*, періодичність їхнього виконання, правил очистки та перетворення застосованих даних; інформацію про налаштування безпеки та визначені права доступу; статистику звернень до даних, яка допомагає адміністратору оптимізувати роботу даних сховища.

Метадані зберігаються окремо від основних даних у так званому репозитарії метаданих. Вони містять усю інформацію, необхідну для вилучення, перетворення та завантаження даних із різних джерел, а також для наступного використання й інтерпретації даних, які містяться в СД.

Аналітична підсистема — Business Intelligence

Business Intelligence (BI) — це сукупність технологій і програмного забезпечення, які здійснюють перетворення, зберігання, аналіз, моделювання, доставку та моніторинг інформації під час роботи над задачами, пов'язаними з ухваленням рішень на підставі фактичних даних, спрямованих на досягнення цілей бізнесу завдяки найкращому використанню наявних даних. Системи бізнес-аналізу дають змогу зібрати розкидані в різних джерелах дані, створити єдине сховище інформації й надати зручні засоби формування звітів і здійснення аналізу. Вони уможливають перетворення накопичених фактичних даних на корисні знання з метою ухвалення ефективних рішень для бізнесу. Такі знання можуть використовуватися для розв'язання будь-яких задач з аналізу, керування, прогнозування, тощо. В результаті у користувачів бізнес-систем з'являється цілісна картина діяльності підприємства, яка дає їм змогу в найкоротші терміни ухвалювати найскладніші рішення [15].

Системи класу *BI* або бізнес-аналізу призначено для того, щоб давати відповіді на різні стратегічні питання, орієнтовані переважно на оптимізацію бізнесу. Ключовою в бізнес-аналізі є концентрація користувачів на мінімально необхідній, але достатньо ємкій інформації, найбільш значущих фактах та ігнорування несуттєвих даних.

Системи бізнес-аналізу є ефективними для отримання інформації на різних рівнях керування підприємством. Ними можуть безпосередньо користуватися й керівники, що ухвалюють найважливіші рішення, й менеджери, й аналітики.

До основних інструментальних засобів бізнес-систем належать: засоби надання інформації (формування звітів, візуалізації даних, регламентовані та нерегламентовані запити); засоби аналізу інформації (*OLAP* — оперативно-аналітична обробка інформації) та технології інтелектуального аналізу даних.

Підсистема взаємодії з користувачем

Підсистема включає в себе програмне забезпечення, яке здійснює взаємодію кінцевих користувачів із даними СД. На цьому рівні здійснюється вибірка, реструктуризація та доправлення даних, вилучених зі сховища, для обслуговування різних функціональних задач. Дані доправляються також до різних вітрин відповідно до правил доступу, графіків доставки та вимог до складу інформації.

Рівень кінцевих користувачів включає в себе інструменти для відображення інформації в різних форматах. Це різноманітні запити й інструменти звітності, які застосовуються переважно на рівні оперативного керування. При збільшенні складності ухвалення рішень використовуються аналітичні додатки, зорієнтовані на конкретну функцію організації чи задачу.

BI-системи використовуються як інструмент для створення аналітичних додатків, а з аналітичними додатками працюють кінцеві користувачі. Аналітичні додатки — це готові програмні предметно-спеціалізовані продукти, які використовують технології *BI*-систем. Вони допомагають користувачам отримувати певні якісні результати, тоді як *BI*-системи підтримують функції, які заздалегідь у системі не визначено: побудова запитів користувачів, здійснення спеціалізованого аналізу, тощо.

Підсистема хмарного доступу

Використовується технологія зберігання і розподіленої обробки цифрових даних. В хмарному сховищі збирається практично вся виробнича інформація і відбувається більша частина її обробки і обчислень. Зберігання даних у хмарі дозволяє аналізувати дані в велетенських кількостях. Хмарні технології

дозволяють створювати платформи для спільної роботи і обміну даними між територіально розподіленими партнерами.

Підсистема адміністрування

Відповідає за координацію всіх технологічних процесів та роботу ІАП. Вона забезпечує: кібербезпеку системи (розпізнавання, запобігання та захист від будь-яких загроз); збирання даних; визначення регламенту надходження даних; створення шару метаданих; створення семантичного шару; визначення прав користувачів, запобігання несанкціонованому доступу; контроль роботи бездротових мереж; забезпечення працездатності системи без збоїв для доступу до даних і до всієї інформації у будь-який момент часу; контроль за роботою користувацьких додатків тощо.

Висновки

Розроблено цифрову інформаційно-аналітичну платформу, як нову бізнес-модель виробництва, яка являє собою інтегровану інформаційну систему, що покликана забезпечити багатобічну взаємодію користувачів з обміну інформацією задля оптимізації бізнес-процесів і зниження загальних транзакційних витрат і підвищення ефективності виробництва.

Формування єдиного цифрового простору на підприємстві значно спрощує його керування. Цифровізація значно підвищує продуктивність і вже стала одним із головних пріоритетів для керівників підприємств та організацій в усьому світі.

Інтелектуальні виробничі системи принципово змінюють нинішній габітус промисловості, відбувається якісний перехід до нового промислового укладу, в якому здійснюється керування виробництвом як єдиним організмом, де всі технологічні та організаційні елементи є взаємно пов'язаними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Амелин С. В., Шетинина И. В. Организация производства в условиях цифровой экономики. 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-proizvodstva-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (дата звернення: 20.08.2019).
2. Бизнес модель. Center-yf. URL: <https://center-yf.ru/data/ip/biznes-model.php> (дата звернення: 06.10.2019).
3. Ландау Ю. В., Стасевич Д. И. Теория процессного управления : монография. URL: http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/4528.pdf (дата звернення: 06.10.2019).
4. Электронный обмен данными (EDI). MODUM. URL: <https://www.modum.by/ru/partners/edi> (дата звернення: 06.10.2019).
5. Гриценко В. И., Тимашова Л. А. “Умное предприятие” как базовый объект цифровой экономики. УСИМ. 2016. 5. С. 54–66. DOI: <https://doi.org/10.15407/usim.2016.05.054>.
6. Разные грани цифрового предприятия. Исследования и прогнозы в IT. URL: <https://habr.com/post> (дата звернення: 24.04.2018).
7. Цифровизация. URL: <https://www.bigdataschool.ru/wiki/цифровизация> (дата звернення: 07.10.2019).
8. Что такое цифровая трансформация компании? Terrasoft. URL: <https://www.terrasoft.ua/page/digital-transformation> (дата звернення: 06.10.2019).
9. Цифровизация и автоматизация – будущее. URL: <https://ru.coursera.org/lecture/bankovskoye-delo-finansy> (дата звернення: 06.10.2019).
10. Цифровая платформенная экономика – Управление. URL: <http://uecs.ru/component/content/article> (дата звернення: 02.10.2019).
11. Карлинский В. Л. Цифровая трансформация промышленных предприятий. Проблемы и модели перехода. 2018. URL: <http://edrj.ru/article/08-08-2018> (дата звернення: 29.08.2018).
12. Цифровая трансформация. URL: <https://ec-leasing.ru/solutions/digital-platform>.
13. Архитектура хранилищ данных: традиционная и облачная. URL: <https://habr.com/ru/post/441538/>.
14. Технология хранилища данных. URL: <http://bodrenko.org/hd/hd-11.htm>.
15. Что такое Business Intelligence? URL: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravleniaznaniami/bi-tehnologii>.
16. Садовский Г. Л. Анализ современных тенденций цифровой трансформации промышленности. Молодой учёный. 2017. 14. С. 427–430. URL: <https://moluch.ru/archive/148/41804/>.

Надійшла 04.03.2020

REFERENCES

1. Amelin S. V., Shchetinina I. V., 2018. Organization of production in the digital economy. [online] Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-proizvodstva-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki>> [Accessed 20 August 2019]. (In Russian).
2. “Business model”, Center-yf. [online] Available at: <<https://center-yf.ru/data/ip/biznes-model.php>> [Accessed 06 October 2019]. (In Russian).
3. Landau Yu. V., Stasevich D. I. Teoriya protsessnogo upravleniya, Monografiya. [online] Available at: <http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/4528.pdf> [Accessed 06 October 2019]. (In Russian).
4. “Electronic Data Interchange (EDI)”, MODUM. [online] Available at: <<https://www.modum.by/ru/partners/edi>> [Accessed 06 October 2019]. (In Russian).
5. Gritsenko V. I., Timashova L. A., 2016. “Smart Enterprise” as a Basic Object of the Digital Economy”, Control systems and Computers. 5, pp. 54–66. DOI: 10.15407/usim.2016.05.054. (In Russian).
6. “Raznyye grani tsifrovogo predpriyatiya. Issledovaniya i prognozy v IT”. [online] Available at: <<https://habr.com/post>> [Accessed 24 April 2018]. (In Russian).
7. Digitalization. [online] Available at: <<https://www.bigdataschool.ru/wiki/цифровизация>> [Accessed 07 October 2019]. (In Russian).
8. “Chto takoye tsifrovaya transformatsiya kompanii?”, Terrasoft. [online] Available at: <<https://www.terrasoft.ua/page/digital-transformation>> [Accessed 06 October 2019]. (In Russian).
9. “Tsifrovizatsiya i avtomatizatsiya – budushcheye”. [online] Available at: <<https://ru.coursera.org/lecture/bankovskoye-delo-finansy>> [Accessed 06 October 2019]. (In Russian).
10. “Tsifrovaya platformennaya ekonomika – Upravleniye”. [online] Available at: <<http://uecs.ru/component/content/article>> [Accessed 02 October 2019]. (In Russian).
11. Karlinskiy V. L., 2018. “Digital transformation of industrial enterprises. Problems and model of transition”. [online] Available at: <<http://edrj.ru/article/08-08-2018>> [Accessed 29 August 2018]. (In Russian).

12. "Tsifrovaya transformatsiya". [online] Available at: <<https://ec-leasing.ru/solutions/digital-platform>>. (In Russian).
13. "Arkhitektura khranilishch dannykh: traditsionnaya i oblachnaya". [online] Available at: <<https://habr.com/ru/post/441538/>>. (In Russian).
14. "Tekhnologiya khranilishcha dannykh". URL: <<http://bodrenko.org/hd/hd-11.htm>>. (In Russian).
15. "What is Business Intelligence?" [online] Available at: <<https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/bi-tehnologii>>. (In Russian).
16. *Sadovskiy G. L.*, 2017. "Analiz sovremennykh tendentsiy tsifrovoy transformatsii pro-myshlennosti", *Young scientist*, 14, pp. 427–430. [online] Available at: <<https://moluch.ru/archive/148/41804/>>. (In Russian).

Received 04.03.2020

V.A. Muzalova, Chief engineer-programmer, International Research and Training Centre for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Acad. Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine, dep190@irtc.org.ua

N.V. Maidaniuk, Junior Research, International Research and Training Centre for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Acad. Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine, dep190@irtc.org.ua

DIGITAL BUSINESS MODEL OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Introduction. The work is devoted to the transition of an industrial enterprise to electronic platforms, providing for the digitalization of all business processes occurring at the enterprise, the creation of a new business model using modern information, telecommunication and intelligent technologies.

Purpose. The purpose of the work is to conduct a comparative analysis of traditional business models based on the process approach of industrial enterprise management and platform digital business models, which are based on the digitalization of business processes throughout the entire value chain, as well as the development of a digital information and analytical platform as new generation systems and a new digital business model of production.

Methods. The research method is based on the well-known approach of business process modeling, the idea of which is that all activities of an enterprise can be represented in the form of interrelated actions that transform incoming resources into a result.

Result. A digital information and analytical platform has been developed as a new business model of production, which is an integrated information system. It which is designed to provide multilateral interaction of users to exchange information in order to optimize business processes and reduce overall transaction costs and increase production efficiency.

Conclusion. Formation of a single digital space at the enterprise greatly simplifies its management. Digitalization significantly improves productivity and has already become a top priority for business leaders and organizations around the world. Intelligent production systems fundamentally change the existing image of industry, there is a qualitative transition to a new industrial order, in which production is managed as a single organism and all technological and organizational elements are interconnected.

Keywords: *digital economy, business model of an enterprise, digital production, digitalization of business processes, digital transformation, digital platform.*