

УДК 338:658.5

**Одрехівський Микола Васильович**

*доктор економічних наук, професор,  
професор кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Odrekhivskiy Mykola**

*Doctor of Economics, Professor,  
Professor of the Department of Management and International Business  
Lviv Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0003-3165-4384*

**Ванькович Любомир Ярославович**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Vankovych Liubomyr**

*PhD in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Management and International Business  
Lviv Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0001-8776-8511*

**Чапран Сергій Петрович**

*старший викладач кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва  
Національний університет «Львівська політехніка»*

**Chapran Serhii**

*Lecturer of the Department of Management and International Business  
Lviv Polytechnic National University  
ORCID: 0000-0002-5888-3462*

**Кошута Віталій Ярославович**

*аспірант*

*Національного університету «Львівська політехніка»*

**Koshuta Vitalii**

*Post-Graduate Student of the*

*Department of Management and International Business*

*Lviv Polytechnic National University*

*ORCID: 0009-0006-0952-7652*

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ КОРПОРАТИВНИХ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ЗАВДАННЯ СИСТЕМОЇ  
АНАЛІТИКИ  
CONCEPTUAL APPROACHES TO THE CONSTRUCTION OF  
CORPORATE INFORMATION SYSTEMS AS A TASK OF SYSTEM  
ANALYTICS**

***Анотація.** Вступ. Системна аналітика підприємств на основі аналізу підприємств формулює вимоги до корпоративних інформаційних систем (КІС) та відповідного прикладного програмного забезпечення.*

*Сьогодні, в епоху індустрії 4.0, основною вимогою до корпоративних інформаційних систем є формування розумних підприємств. Розумне підприємство – це розумний менеджмент (Smart Management), IT-платформи управління знаннями, джерела даних та реальні бізнес-процеси (виробництво/розподіл/продажі) узяті разом.*

*IT-платформа управління знаннями забезпечує: зчитування значень вимірювань з усіх датчиків даних та імпортує дані з баз даних; обробляє дані, розраховує усі показники та моделі бізнесу/виробництва/продаж; оцінює результати та стан бізнес-об'єктів (продуктів, клієнтів, постачальників, технологій, фінансів, соціальних мереж, зовнішнього*

середовища, якість та підприємства загалом); відправляє результати в Smart Management на звичайні мобільні пристрої з чіткою ідентифікацією і якщо «так» то «де» і «чому». Smart Management враховує реальні події і, якщо що-небудь «не так» у відповідності із запланованими цілями, аналізує бізнес-процеси та реалізує керівні впливи, скеровані на досягнення поставлених цілей.

*Мета.* Метою дослідження є окреслити концептуальні підходи до побудови корпоративних інформаційних систем та побудувати структуру інтелектуальної інформаційної системи управління інноваційними підприємствами з погляду системної аналітики.

*Матеріали і методи.* Для побудови корпоративних інформаційних систем у роботі використана: концепція розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств; методологія структурного проектування, яка поєднує природний та штучний інтелекти і дає змогу: інтелектуалізувати усі процеси діяльності КІС; здійснювати інтелектуальний аналіз великих даних та багатокритеріальний аналіз рішень; інтелектуалізувати організаційне управління КІС загалом; враховувати можливості інтелектуалізації усіх етапів управлінської діяльності та, відповідно, будувати інтегровану ІС.

Методи когнітології застосовано для розроблення ІС, згідно з якими, ІС запропоновано розглядати як логіко-когнітивну модель соціального агента, а інтегровані ІС як багатоагентні системи, що базуються на синтезі природного і штучного інтелектів та враховують адекватну формалізацію процесів прийняття рішень.

*Результати.* При розробці інноваційної інтегрованої інтелектуальної інформаційної системи управління підприємством (ІІСУІП) рекомендується використовувати інноваційні методи та інструменти, характерні для Індустрії 4.0. Особливо ті проекти, які передбачають усі етапи інноваційного циклу, розробку і впровадження, впровадження та

модернізацію інновацій. Тобто за допомогою ІІСУІІ можуть бути реалізовані завдання «цифрової фабрики», «розумного заводу» та «віртуального заводу».

Генерування ідей КІС в умовах системної аналітики має базуватися на сучасних методах генерування ідей щодо інноваційних товарів та послуг. Він починається з їхнього виникнення (появи, створення), постійного та систематичного пошуку, накопичення, відбору та формування портфеля чи банку ідей в КІС. Тому джерела, від яких можуть надходити ідеї у КІС пропонується поділити на: зовнішні, до яких можна віднести суб'єкти, з якими взаємодіє КІС, або які впливають на його діяльність; внутрішні, до яких можна віднести процеси в КІС.

**Ключові слова:** розумний менеджмент, корпоративна інформаційна система, системна аналітика, розумне інноваційне підприємство, *digital factory*, *smart factory*, *virtual factory*, інтелектуальна інформаційна система управління інноваційним підприємством, Індустрія 4.0.

**Summary.** *Introduction. System analytics of enterprises on the basis of enterprise analysis formulates requirements for corporate information systems and corresponding application software.*

*Today, in the era of Industry 4.0, the main requirement for corporate information systems (CIS) is the formation of smart enterprises. A smart enterprise is smart management, knowledge management IT platforms, data sources and real business processes (production/distribution) taken together.*

*The knowledge management IT platform provides: reading of measurement values from all data sensors and imports data from databases; processes data, calculates all business/production/sales indicators and models; evaluates the results and state of business objects (products, customers, suppliers, technologies, finances, social networks, external environment, quality and the enterprise in general); sends results to Smart Management to common mobile devices with*

clear identification and if "yes" then "where" and "why". Smart Management takes into account real events and, if something is "wrong" in accordance with the planned goals, analyzes business processes and implements managerial influences aimed at achieving the set goals.

*Purpose.* The purpose of the research is to outline conceptual approaches to the construction of corporate information systems and to build the structure of an intelligent information management system of innovative enterprises from the point of view of system analytics.

*Materials and methods.* For the construction of corporate information systems, the work used: the concept of smart factories, digital and virtual enterprises; the structural design methodology, which combines natural and artificial intelligence and enables: to intellectualize all the processes of CIS activity; perform intelligent analysis of big data and multi-criteria analysis of decisions; to intellectualize the organizational management of CIS in general; take into account the possibilities of intellectualization of all stages of management activity and, accordingly, build an integrated IIS.

The methods of cognitology were applied to the development of IIS, according to which it is proposed to consider IIS as a logical-cognitive model of a social agent, and integrated IIS as multi-agent systems based on the synthesis of natural and artificial intelligence and taking into account the adequate formalization of decision-making processes.

*Results.* When developing an innovative integrated intelligent enterprise management information system (IEMIS), it is recommended to use innovative methods and tools characteristic of Industry 4.0. Especially those projects that involve all stages of the innovation cycle, development and implementation, implementation and modernization of innovations. With the help of IEMIS, tasks of "digital factory", "smart factory" and "virtual factory" can be implemented.

The generation of CIS ideas in the context of system analytics should be based on modern methods of generating ideas for innovative goods and services.

*It begins with their emergence (appearance, creation), constant and systematic search, accumulation, selection and formation of a portfolio or bank of ideas in the CIS. Therefore, it is proposed to divide the sources from which ideas can come into the CIS into: external, which can include the subjects with which the CIS interacts, or which influence its activities; internal.*

**Key words:** *smart management, corporate information system, system analytics, smart innovative enterprise, digital factory, smart factory, virtual factory, integrated intelligent information management system, Industry 4.0.*

**Постановка проблеми.** Розумні виробничі системи – це повністю інтегровані виробничі процеси, які своєчасно реагують на задоволення мінливих вимог та умов на підприємстві, в мережі постачання, на потреби споживачів [1]. Розумне виробництво дозволяє отримати всю інформацію про виробничий процес, коли вона потрібна, де необхідна, і у формі, в якій вона потрібна по всьому виробничому ланцюжку, для прийняття оптимальних рішень [2]. Такий технологічний прогрес дозволить широкому колу галузей знизити витрати, поліпшити якість, підвищити продуктивність праці, поліпшити управління матеріалами, підвищити ефективність, зменшити споживання енергії та покращити стан здоров'я і безпеку працівників [3; 4]. Допомагатиме у цьому постійний моніторинг та вдосконалення ключових показників ефективності (КПЕ), покращення показників стійкості інтелектуальних виробничих систем.

Стале виробництво вимагає балансу КПЕ, що охоплює економічну, екологічну та соціальну ефективності. Однак розумні та стійкі виробничі системи складні за своєю суттю, часто через різноманітні, неоднорідні технологічні процеси, які формують кількісні показники виробничого процесу, забезпечуючи цілісність даних, тому встановити взаємозв'язок між системами та підсистемами надзвичайно складно. Еволюція виробництва,

нові процеси, матеріали та допоміжні технології розробляються на основі потреб сьогодення [5; 6; 7].

Додаткові зусилля докладаються для кількісної оцінки метрик, модельних систем та підсистем, розроблення методів кількісної оцінки показників ефективності. Щоб усунути ці недоліки, Національний інститут стандартів і технологій США (NIST) працює над [8]: розробкою стандартних інтелектуальних методів вимірювання виробництва; моделюванням та характеристикою розумного виробництва; розробленням керівних принципів щодо методів, метрик та інструментів, що дозволяють зацікавленим сторонам виробництва оцінювати та забезпечувати кібербезпеку розумних виробничих систем; розробленням методів та підходів до інтеграції розумних виробничих систем, до оцінювання та характеристики стійкості виробничих процесів та ланцюгів поставок.

Тобто суть розумного виробництва базується на інтелектуальних технологіях та процесах виробництва, на його моніторингу, матеріалах, даних, стійкості, спільному використанні ресурсів та мережі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням проблем побудови розумних підприємств на основі концепції розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств, які лежить в основі Industry 4.0 [10; 11], досліджувало багато вчених. Andrew Kusiak [3; 11], Shreyanshu Parhi, Kanchan Joshi, Milind Akarte [1], Zakoldaev D.A., Korobeynikov A.G., Shukalov A.V., Zharinov I.O. [12] досліджують поняття «розумна фабрика» (Smart Factory), «розумне виробництво» (Smart Manufacturing) та «фабрика майбутнього» (Factory of the Future). D. Kibira, M.P. Brundage, S. Feng, and K.C. Morris [13], Hugh Boyes, Bil Hallaq, Joe Cunningham, Tim Watson [14], Sathyan Munirathinam [15], Steve Ranger [16] доводять, що «розумне виробництво» та «промисловий Інтернет Речей» лежить сьогодні в основі Індустрії 4.0. Y. Lu, K.C. Morris, and S.P. Frechette [12] вказують на те, що сьогодні робляться спроби розділити фабрики майбутнього на три основні

типи – digital factory, smart factory and virtual factory. Stephen Furber [18] акцентує увагу на використанні штучного інтелекту, машинного навчання та інтернету для побудови розумних підприємств. Erum Mehmood, Tayyaba Anees [18], Saeed Shahrivari, Saeed Jalili [19], Tongya Zheng, Gang Chen, Xinyu Wang, C.Y. Chen, Xingen Wang, Sihui Luo [20] досліджують інтелектуальні технології оброблення великих даних, які дають нові знання для прийняття рішень у формі більш об'єктивних та науково обґрунтованих розумних рішень. David Tegarden, Barbara Haley Wixom, Alan Dennis [21], Maria Rashidi, Maryam Ghodrat, Bijan Samali and Masoud Mohammadi [22], Deepika Verma [23] вважають, що розподілений штучний інтелект, інтегровані інтелектуальні інформаційні системи як багатоагентні системи є найбільш придатним класом моделей щодо реалізування функцій розумного менеджменту.

На основі проведеного аналізу останніх досліджень і публікацій можна дійти висновку, що до ключового аспекту побудови розумних інноваційних підприємств (РІП) можна віднести: концепцію розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств, їхню ефективну інтеграцію; інтелектуалізацію усіх процесів діяльності РІП; інтелектуальний аналіз великих даних та багатокритеріальний аналіз рішень; побудову інтегральної інтелектуальної інформаційної системи.

**Метою** статті є окреслити концептуальні підходи до побудови корпоративних інформаційних систем та побудувати структуру інтелектуальної інформаційної системи управління інноваційними підприємствами з погляду системної аналітики.

**Матеріали і методи.** Для побудови корпоративних інформаційних систем у роботі використана: концепція розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств; методологія структурного проектування, яка поєднує природний та штучний інтелекти і дає змогу: інтелектуалізувати усі процеси діяльності КІС; здійснювати інтелектуальний аналіз великих даних



та багатокритеріальний аналіз рішень; інтелектуалізувати організаційне управління КІС загалом; враховувати можливості інтелектуалізації усіх етапів управлінської діяльності та, відповідно, будувати інтегровану ІС.

Методи теорії марковських процесів з використанням систем диференціальних рівнянь Колмогорова, побудовані на їхній основі динамічні і статичні математичні моделі, розв'язувані засобами комп'ютерної техніки, використано для підтримки прийняття рішень щодо станів розвитку КІС чи будь-якого елемента їхньої ієрархії та щодо вибору управлінських впливів на ці стани.

Методи когнітології застосовано для розроблення ІС, згідно з якими, ІС запропоновано розглядати як логіко-когнітивну модель соціального агента, а інтегровані ІС як багатоагентні системи, що базуються на синтезі природного і штучного інтелектів та враховують адекватну формалізацію процесів прийняття рішень.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки розумні підприємства в даний час поділяються на розумне виробництво, цифрові та віртуальні підприємства, проекти побудови розумних інноваційних підприємств формулюються на основі концепцій розумного виробництва, цифрових і віртуальних підприємств. В основу побудови розумних інноваційних підприємств пропонується закласти структуру інноваційного процесу, що включає: генерацію ідей, передачу знань, наукові дослідження (фундаментальні та прикладні), проектування та будівництво, а також дослідно-експериментальну роботу, передачу інноваційно-технологічної діяльності, виробництва інноваційної продукції, технічної підготовки до маркетингу та комерційного впровадження, її впровадження, використання, модернізації та інновацій. Це сприятиме побудові розумних інноваційних підприємств (РІП) шляхом ефективною інтеграції цифрових, розумних та віртуальних підприємств.

До ключового аспекту побудови РІП відносять: концепцію розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств, їхню ефективну інтеграцію; інтелектуалізацію усіх процесів діяльності РІП; інтелектуальний аналіз великих даних та багатокритеріальний аналіз рішень; побудову корпоративних інформаційних систем як інтегральних інтелектуальних інформаційних систем (ІІС).

Таким чином, побудову розумних інноваційних підприємств сьогодні проводять на основі концепції розумних виробництв, цифрових та віртуальних підприємств, їхньої ефективної інтеграції.

Поняття «розумна фабрика» (Smart Factory), «розумне виробництво» (Smart Manufacturing), «фабрика майбутнього» (Factory of the Future) з'явилися зовсім недавно і поки не мають чітко визначених тлумачень [1; 3; 12]. Зараз вони використовуються як синоніми, хоча поняття «фабрика майбутнього» більш об'ємне і включає в себе не тільки «розумні виробництва», але й цифрові та віртуальні підприємства.

Під поняттям «розумне виробництво» розуміється повністю інтегровані корпоративні виробничі системи, які здатні в реальному масштабі часу реагувати на мінливі умови виробництва, вимоги мереж поставок та задовольняти потреби клієнтів. Тобто в реальному масштабі часу, максимально оперативно, досягаються заплановані цілі за рахунок інтенсивного і всеосяжного використання інформаційних технологій, «Промислового Інтернету Речей» та кіберфізичних систем на всіх етапах виробництва і поставок продукції. «Розумне виробництво» та «Промисловий Інтернет Речей» лежить сьогодні в основі Індустрії 4.0, характерною рисою якої є повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в реальному масштабі часу та з урахуванням мінливих зовнішніх умов [16; 24; 25].

Під промисловим (або Індустріальним) інтернетом речей (Industrial Internet of Things, IIoT) розуміється система об'єднаних комп'ютерних

мереж та підключених до них промислових (виробничих) об'єктів з вбудованими давачами і програмним забезпеченням для збирання та обмінювання даними, з можливістю віддаленого контролювання та управління в автоматизованому режимі, без участі людини [25; 26].

Поняття «розумне виробництво» досить розпливчате (іноді під ним розуміють активну роботизацію, автоматизацію більшості виробничих і управлінських процесів та навіть просто інновації), а перехід до нього відбувається в кілька етапів, що займає не один рік. Сьогодні робляться спроби розділити фабрики майбутнього на три основні типи – цифрові (Digital), «розумні» (Smart) та віртуальні (Virtual) [12; 26].

Основне завдання «цифрової фабрики» – розроблення моделей, що випускаються з використанням засобів цифрового проектування та моделювання. Названі засоби починають використовувати ще на стадії досліджень та розробок, а закінчують створенням «цифрового макета» (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двійника» (Digital Twin), дослідницького зразка, випуском дрібної серії або окремих виробів під вимоги замовника [24; 25; 26].

«Розумні» фабрики націлені на серійний випуск виробів, але при збереженні максимальної гнучкості виробництва. Забезпечується це завдяки високому рівню автоматизації та роботизації підприємства. Широко застосовуються автоматизовані системи управління технологічними та виробничими процесами. Технології Промислового Інтернету Речей (IIoT) забезпечують міжмашинну взаємодію обладнання, інтеграцію Digital Factory із Smart Factory [26]. Виробничі активи підприємства, забезпеченого давачами та засобами зв'язку, здатні випускати продукцію майже (або зовсім) без участі людини. Справитися з різко збільшеними потоками інформації, які надходять від давачів і автоматизованих систем управління, дозволяють технології обробки великих даних (Big Data) [18; 19; 20].

«Віртуальна фабрика» — це інтегрована структура для проектування та аналізу виробничих систем, мережа цифрових і «розумних» фабрик, яка також включає постачальників матеріалів, компонентів і послуг. Такі фабрики використовують ряд автоматизованих систем керування підприємством для управління глобальними ланцюжками поставок і розподіленими виробничими активами. При правильному рівні інтеграції вони дозволяють розробляти і використовувати віртуальні моделі всіх організаційних, технічних, логістичних та інших процесів, які відбуваються не тільки на підприємстві, але і на рівні розподілених виробничих активів і глобальних ланцюгів поставок, аж до для післяпродажного обслуговування. Це забезпечує інтегроване управління бізнес-процесами, продуктами та системами розробки та виробництва, а також реалізує функції інтелектуального управління.

По мірі становлення цифрових екосистем виробничі підприємства з ізольованих систем, які самостійно виконують всі необхідні для виробництва продукції бізнес-процеси, трансформуватимуться у відкриті системи, що поєднують різних учасників ринку. Управляти засобами виробництва таких систем буде не персонал, а хмарні сервіси. Кінцева мета всіх цих трансформацій – не випуск продукції, а надання послуг споживачам. Тому сьогодні, на основі концепції Digital Factory, Smart Factory та Virtual Factory, доцільно розробляти проекти з побудови новітніх підприємств і такими підприємствами могли б бути розумні інноваційні підприємства (РП).

РП, таким чином, це управлінський підхід, зорієнтований на використання новітніх технологій для розвитку діяльності інноваційних підприємств (ІП). Оскільки ІП сьогодні потребують нових креативних ідей та рішень, які б відповідали вимогам світу, який змінюється щосекунди. Йдеться про використання штучного інтелекту, машинного навчання та

інтернету — усіх тих новітніх технологій, що допомагають ефективніше реалізовувати інноваційні процеси ІІІ.

Оскільки лише інформація, що ґрунтується на достовірних даних, є основою для різноманітних тактичних та стратегічних операцій, то це призводить до зниження вартості, зменшення ризиків та отримання надійних даних, які забезпечують глибше розуміння інноваційного процесу. Тому за основу побудови РІІІ беруть структуру інноваційного процесу, управління яким на всіх етапах його організації здійснювала б інтегральна інтелектуальна інформаційна система управління інноваційним підприємством (ІІІСІІІ) (рис. 1).

Згідно із запропонованою структурою, до складу інноваційного процесу входять: генерація ідей, передача знань, у тому числі фундаментальні дослідження, конструювання, дослідження та інноваційна продукція експлуатація, маркетинг і підтримка клієнтів під час процесів модернізації та трансформації, аудит інноваційних продуктів і послуг для завершення інноваційного циклу та забезпечення спірального розвитку інтелектуальної власності.

ІІІСІІІ запропонованої структури має інтелектуалізувати автоматизацію усіх етапів інноваційного процесу, тому до її складу пропонується включати:

- інтелектуальну інформаційну систему управління ресурсами (ІІІСІІІ);
- інтелектуальну інформаційну систему наукових досліджень (ІІІСІІІ);
- інтелектуальну систему автоматизації проектування (ІІІСІІІ), складовими якої можуть бути:
  - інтелектуальна система автоматизації функціонального проектування ІІІСІІІ-Ф;

- інтелектуальна система автоматизації конструкторського проектування (ІСАПР-К);
- інтелектуальна система автоматизації технологічного проектування (ІСАПР-Т) чи інтелектуальна інформаційна система технологічної підготовки виробництва (ІСТПВ);
- інтелектуальну інформаційну систему управління виробництвом (ІСУВ).

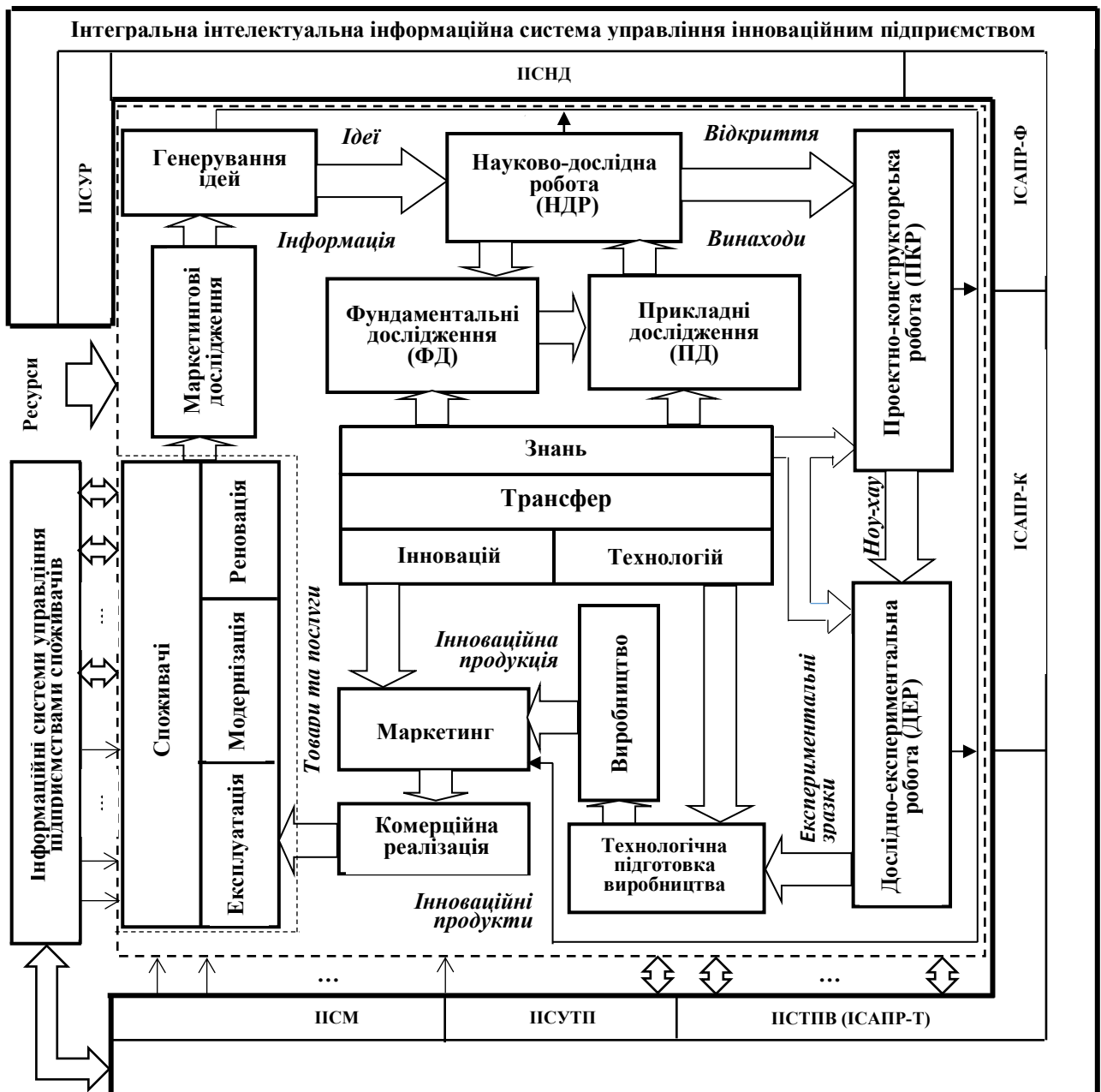


Рис. 1. Інтегральна інтелектуальна інформаційна система управління інноваційним підприємством

Джерело: розроблено авторами

При розробленні ІІСУІІ доцільно використовувати інноваційні методології та інструментальні засоби притаманні промисловості 4.0. Зокрема такі, які б забезпечували усі стадії інноваційного циклу: генерування ідей та наукові дослідження; проектування; планування та підготовка виробництва; виробництво; маркетинг; реалізацію; встановлення, ввід у експлуатацію та експлуатацію; технічну підтримку та модернізацію, утилізацію та перероблення.

Тобто засобами ІІСУІІ можна реалізовувати завдання «цифрових фабрик», «розумних фабрик» та «віртуальних фабрик».

*Завдання «цифрової фабрики»* тут можуть виконувати ІІСНД, ІІСАІІР-Ф, ІІСАІІР-К та ІІСАІІР-Т на основі таких систем та технологій:

– системи САД/САМ/САЕ, як системи автоматизованого проектування (САІІР), де САЕ (Computer Aided Engineering – комп'ютерні системи інженерного аналізу) – САІІР-Ф комп'ютерні системи автоматизації інженерних розрахунків, аналізу та функціонального проектування; САД (Computer Aided Design – проектування за допомогою комп'ютера) – САІІР-К системи геометричного моделювання та креслярсько-конструкторських робіт; САМ (Computer Aided Manufacturing – виробництво за допомогою комп'ютера) – САІІР-Т технологічної підготовки виробництва;

– PDM (Product Data Management) – система управління даними про виріб;

– PLM (Product Lifecycle Management) – прикладне програмне забезпечення для управління життєвим циклом продукції.

*На виконання завдань «розумних фабрик»* зорієнтовані ІІСУВ, які можуть використовувати такі основні системи та технології:

– АСУТІІ – автоматизовані системи управління технпроцесами;

- MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) – планування виробництва та вимог до матеріалів;
- APS (Advanced Planning and Scheduling) – синхронне (вдосконалене) планування виробництва;
- MES (Manufacturing Execution Systems) – виробнича виконавська система, призначена для вирішення оперативних завдань управління проектуванням, виробництвом та маркетингом;
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – система, що виконує диспетчерські функції (збір і обробка даних про стан устаткування і технологічних процесів) та допомагає розробляти програмне забезпечення для вбудованого устаткування;
- CNC (Computer Numerical Control) – система безпосереднього програмного управління технологічним устаткуванням на базі контролерів (спеціалізованих (промислових) комп'ютерів), що вбудовані в технологічне обладнання з числовим програмним управлінням;
- ІІоТ ((Industrial Internet of Things) – промисловий інтернет речей;
- Big Data – великі дані.

*Завдання «віртуальної фабрики»* можуть реалізовувати ІІСУР та ІІСМ на основі наступних систем та технологій:

- АСУП – автоматизованих систем управління підприємствами;
- ЕРПІІ (Enterprise Resource Planning) – підтримує всі бізнес-процеси підприємства: планування, управління фінансами, продажами, виробництвом, логістикою, операційною діяльністю, відношення з клієнтами та постачальниками, звітність тощо, розроблена на основі ЕРР (Enterprise Resource Planning) – планування і управління підприємством та включає ССМ (Supply Chain Management) – управління ланцюжками постачання і ССМ (Customer Relationship Management) – управління взаємовідносинами з клієнтами.



Проміжне положення між АСУП і АСУТП займає виробнича виконавська система MES (Manufacturing Execution Systems), призначена для вирішення оперативних завдань управління проектуванням, виробництвом та маркетингом.

Управління даними в інтегрованому інформаційному просторі впродовж всіх етапів життєвого циклу виробів покладається на систему управління життєвим циклом продукції PLM (Product Lifecycle Management). Характерна особливість PLM – забезпечення взаємодії різних автоматизованих систем багатьох підприємств, тобто технології PLM (включаючи технології CPC, collaborative product commerce) є основою, що інтегрує інформаційний простір, в якому функціонують САПР, ERP, PDM, SCM, CRM та інші автоматизовані системи підприємств. Тобто система PLM може бути покладена в основу побудови ІІСУП.

Сьогодні існує дві категорії технологій, що враховують оброблення великих даних, це пакетне та потокове оброблення [14; 36; 50]. Потокове оброблення має справу з безперервними даними і є інструментом щодо перетворення великих даних на швидкі. Модель пакетної обробки вимагає набору даних, зібраних з плином часу. Потокова обробка вимагає надходження даних в ПСНД мікропакетами чи в режимі реального часу. Пакетна обробка часто використовується при роботі з великими обсягами даних або джерелами застарілих даних, де неможливо доставити дані потоками. ПСНД – це інтелектуальна система підтримки наукових досліджень, які проводяться з метою формулювання та зберігання ідей, їхнього відбору та реалізування. ПСНД можуть використовувати різні платформи, у тому числі онлайн-платформи для краудсорсингу та ідентифікування кращих з певної кількості поданих ідей. Важливим тут є використання сучасних методів наукових досліджень для наукового обґрунтування подальшого просування ідей за усіма етапами інноваційного процесу. ПСНД моделює експертні міркування та максимально враховує

особливості проблем, що підлягають вирішенню. Вона використовує досягнення в галузі штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволяє проводити обрані нею експерименти, з метою підвищення точності та ефективності наукових досліджень.

В обох випадках усі дані повинні бути завантажені в певний тип сховища, бази даних або файлової системи, а потім оброблені. Потоки даних також може брати участь у обробці великих обсягів даних, але пакетний режим працює найкраще, коли аналіз у реальному часі не потрібен. Потокова обробка відповідає за динамічну обробку даних і швидке надання аналітичних результатів, одержуючи результати майже миттєво.

Обидві моделі є цінними, і кожна може бути використана для вирішення різних ситуацій. Тому ПСНД пропонується використовувати як інтелектуальну систему оброблення даних в режимі реального часу, яка базується на отриманні, обробленні, аналізуванні та прийнятті рішень у реальному часі. ПСНД як інтелектуальна система оброблення даних в режимі реального часу має бути оснащена пакетною платформою великих даних, засобами аналізу даних та моделями машинного навчання.

Наукові дослідження інколи приходиться проводити у сферах зі слабо формалізованими знаннями, однак аналіз емпіричних даних з метою прийняття оптимальних рішень у зазначених сферах здійснювати необхідно. У даному випадку доцільно використовувати інформаційні системи, що виконують інтелектуальний аналіз емпіричних даних, зокрема інтелектуальні системи, що побудовані на основі JSM-методу.

Управлінські рішення щодо станів інноваційного підприємства загалом, чи будь-якого елемента їхньої ієрархії, у ПСУ ІІ із запропонованою структурою, можна підтримувати шляхом використання моделювання Монте-Карло, дискретного моделювання, моделювання динаміки і статички систем, цифрових бізнес-моделей та візуального моделювання, дослідження операцій (імітаційне моделювання, ділові ігри,

стохастичне програмування), дерева рішень, діаграми впливу, інструментарій нечіткої логіки, моделювання на основі мультиагентів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Таким чином, об'єктно-орієнтовані інтегровані та розподілені бази даних і бази знань, експертні системи, СППР, інтегровані нейронні мережі та засоби нечіткої логіки можуть сформувати основу інструментів, необхідних для проектування та експлуатації ПСУ ІІІ. Для побудови ПСУ ІІІ прийняла модульну конструкцію, яка забезпечить їй гнучкість, адаптивність до зовнішніх умов середовища та живучість.

Все це забезпечить співробітникам інноваційних компаній:

- може автоматизувати інноваційні процеси та впроваджувати алгоритми машинного навчання у всіх сферах діяльності ІІІ;
- цифрова платформа, яка полегшить інтеграцію управління даними та компонентів процесу інновацій;
- розумна технологія може аналізувати дані та надавати найточніші результати в режимі реального часу щодо виконання необхідних транзакцій.

## References

1. Parhi, S., Joshi, K. and Akarte, M., 2021. Smart manufacturing: a framework for managing performance. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34, pp. 227-256.
2. What is Smart Manufacturing? *Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute*, 2019.
3. Kusiak, A., 2021. Universal manufacturing: enablers, properties, and models. *International Journal of Production Research*, 10, pp. 1-17.
4. Nižeti'c, S., Djilali, N., Papadopoulos, A. and J. P. Rodrigues, 2019. Smart Technologies for Promotion of Energy Efficiency, Utilization of Sustainable Resources and Waste Management. *Journal of Cleaner Production*, 231, pp. 565–591. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.397.

5. Feeney, A.B., Frechette, S. and Srinivasan, V., 2017. Cyber-Physical Systems Engineering for Manufacturing. *Industrial Internet of Things*, ed. S. Jeschke, C. Brecher, H. Song, and D. B. Rawat. Switzerland: Springer Nature.
6. Kibira, D., Brundage, M.P., Feng, S. and Morris, K.C., 2018. Procedure for Selecting Key Performance Indicators for Sustainable Manufacturing. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 140.
7. Jeschke, S., Brecher, C., Song, H., and Rawat, D.B. eds. 2017. *Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems*. Berlin: Springer.
8. Lu, Y., Morris, K.C. and Frechette, S.P., 2016. Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems, Report No. NISTIR 8107 (Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology).
9. De la Fuente, A. 2000. *Mathematical Methods and Models for Economists*. Cambridge University Press, 2000.
10. Kamble, D.R., 2013. Architectural Review on Multi Agent Knowledge Management. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2, pp. 105–114.
11. Kusiak, A., 2018. Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56, pp. 508-517.
12. Zakoldaev, D.A., Korobeynikov, A.G., Shukalov, A.V. and Zharinov, I.O., 2019. Infrastructure as a service for a digital factory, smart factory and virtual factory of the Industry 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1333, Issue 7, p. 6.
13. Durana, P., Kral, P., Stehel, V., Lazaroiu, G. and Sroka, W., 2019. Quality culture of manufacturing enterprises: a possible way to adaptation to industry 4.0. *Social Sciences*, 8. doi: 10.3390/socsci8040124.
14. Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J. and Watson, T., 2018. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, 101, pp. 1-12. doi: 10.1016/j.compind.2018.04.015.

15. Munirathinam, S., 2020. Chapter Six – Industry 4.0: Industrial Internet of Things (IIOT). *Advances in Computers*, 117, pp. 129-164.
16. Ranger, S., 2019. What is the IIoT? Everything you need to know about the Industrial Internet of Things.
17. Furber, S., 2019. Artificial Intelligence, Machine Learning and the Internet of Things, Big Data & Cloud.
18. Mehmood, E. and Anees, T., 2020. Challenges and Solutions for Processing Real-Time Big Data Stream: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 8, pp. 123–143. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3005268.
19. Shahrivari, S. and Jalili, S., 2014. Beyond Batch Processing: Towards Real-Time and Streaming Big Data. *Computers*, 3, pp. 117-129.
20. Zheng, T., Chen, G., Wang, X., Chen, C.Y., Wang, X. and Luo, S., 2019. Real-time intelligent big data processing: technology, platform, and applications. *Science China Information Sciences*, 62.
21. Tegarden, D., Wixom, B.H. Dennis, A., 2015. *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*. John Wiley & Sons.
22. Rashidi, M., Ghodrat, M., Samali, B. and Mohammadi, M., 2018. *Decision Support Systems*.
23. Verma, D., 2014. Study and Analysis of Various Decision Making Models in an Organization. *Journal of Business and Management*, 16, pp. 171-175.
24. Canetta, L., Redaelli, C. and Flores, M., 2011. *Digital Factory for Human-oriented Production Systems: The Integration of International Research Projects*.
25. Kotler, P. and Trias de Bes, F., 2003. *Lateral Marketing: New Techniques for Finding Breakthrough Ideas*. Wiley.
26. Kuhn, W., 2006. Digital Factory – Simulation Enhancing the Product and Production Engineering Process, *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, pp. 1899–1906. doi: 10.1109/WSC.2006.322972.